

**MODEL CONSTRUCTABILITY
DESAIN JALAN LAYANG UNTUK PERSIMPANGAN
DI LOKASI PERKOTAAN**



Nama : Yushar Kadir
NIM : 25095026



Pembimbing I

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Purnomo Soekirno".

DR. Ir. Purnomo Soekirno

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Dicky R. Munaf".

DR. Ir. Dicky R. Munaf

1998



Tesis ini merupakan
bagian dan pendukung materi dari
Penelitian Hibah Bersaing VII yang berjudul :

**Analisis
Metoda Pelaksanaan
Sistem Jembatan Beton Kontinu**

Peneliti Utama : DR. Ir. Purnomo Soekirno



Penulis terlibat secara aktif
sebagai
Anggota Tim Peneliti





*".....Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan
(dosa) perbuatan-perbuatan yang buruk....."*

(Q.S. Huud 114)



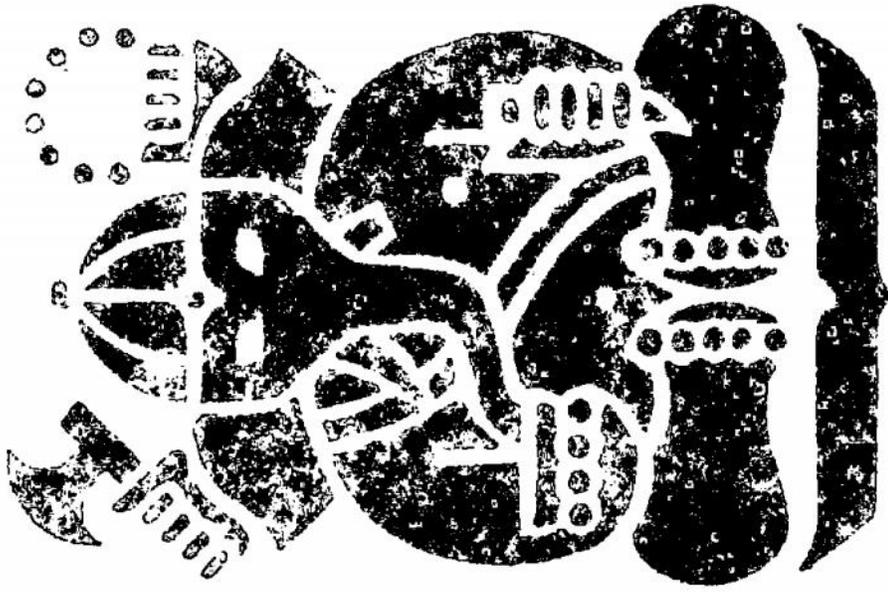
*"Orang yang mengajar dan orang yang belajar keduanya berserikat dalam
kebaikan, tidak ada lagi kebaikan pada sekalian manusia, selain mereka"*

(H.R. Ibnu Majah)



*persembahkan untuk ;
Ibunda tercinta Cornelia Abdul Kadir dan
Istriku Siti Endah Mutmainah*





ABSTRAK

Pelaksanaan konstruksi jalan layang (terutama bagian struktur atas) pada persimpangan di lokasi perkotaan selalu berhadapan dengan masalah kondisi situasi dan kesibukan serta keruwetan arus lalu lintas yang terdapat di sekitar lokasi tempat pelaksanaan konstruksi. Agar dampak saling pengaruh antara kesibukan di sekitar lokasi dan kegiatan pelaksanaan konstruksi dapat diminimalkan, maka dalam manajemen proyek konstruksi jalan layang tersebut perlu diterapkan pendekatan *Constructability* yang mempertimbangkan berbagai aspek pengaruh sejak tahap paling awal dari proses proyek konstruksi. Dengan demikian dapat diupayakan keseimbangan antara pencapaian sasaran proyek dan kendala yang dihadapi. Salah satu unsur proyek yang menentukan keberhasilan pelaksanaan pembangunan ialah desain. Desain harus diupayakan seefektif mungkin agar keseimbangan pencapaian sasaran pembangunan benar-benar dapat terwujud. Untuk itu pada tahap desain perlu dipertimbangkan dengan seksama kendala lokasi yang akan dihadapi, agar desain yang dihasilkan dapat dilaksanakan dengan metoda konstruksi yang paling sesuai, sebagaimana salah satu prinsip *Constructability*. Tesis ini merupakan upaya untuk menyusun suatu kerangka model *Constructability* Desain Jalan Layang untuk Persimpangan di Lokasi Perkotaan dengan menggunakan metoda Analisis Morfologikal sebagai salah satu alternatif metoda yang dapat digunakan dalam pemilihan Desain / Tipe Struktur Atas Jalan Layang dan Metoda Konstruksi yang paling sesuai dengan Kendala Lokasi yang ada dalam mewujudkan keseimbangan pencapaian sasaran proyek.

ABSTRACT

The implementation of fly over construction (mainly the upper structure sections) at the intersection of urban roads and highways is always faced with both the location situation and traffic activity complexity conditions which exist and occur around the construction site environment. In order to minimize the impact of mutual influences between the activities taking place around the construction site location and the activities of construction implementation, in managing the fly over construction project, Constructability approach considering various influence aspects since the earliest stage of construction project processes is therefore needed. So the balance between project targets achievement and constraints exist can be carried on. One of the construction project elements that determines the success of construction implementation is design. Design should be tried as effective as possible in order that the balance of construction implementation targets achievement can actually be realized. Thus, location constraints would be faced need to be considered thoroughly at the design stage, with the result that design can be implemented by the most appropriate construction method in the same manner as one of the Constructability principles. This thesis is an effort to form a framework of Constructability model of fly over design for roads and highways intersection in urban area by using Morphological Analysis method as one of the method alternatives which can be applied in selecting the fly over upper structure type or design and construction method which are the most suitable to the existing location constraints in realizing the balance of project targets achievement.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Yang Maha Esa dan Kuasa serta Maha Pengasih dan Penyayang yang telah melimpahkan karunia dan rahmatNya sehingga tulisan / laporan penelitian ini akhirnya dapat terselesaikan.

Tulisan ini merupakan persyaratan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa Program Pascasarjana Teknik Sipil ITB untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil.

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Hibah Bersaing (HB) VII, tentang *Analisis Metoda Pelaksanaan Sistem Jembatan Beton Kontinu*, yang penulis juga terlibat secara aktif di dalamnya.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam tulisan ini, yang tak lain disebabkan oleh keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Untuk itu penulis sangat mengharapkan masukan saran dan kritik untuk perbaikan dan penyempurnaan tulisan ini di masa yang akan datang.

Penulis menyadari pula bahwa tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak penulis tidak akan mampu menyelesaikan tulisan ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

- Tim Manajemen Program Doktor (TMPD) sebagai pemberi beasiswa dan Kopertis Wilayah V DIY serta Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) sebagai instansi pengutus untuk mengikuti Program Magister ini.
- Bapak DR.Ir.Purnomo Soekirno sebagai dosen wali sekaligus sebagai pembimbing utama tesis, atas bimbingan dan pengarahan serta nasehat-nasehat yang diberikan selama pengerjaan tesis ini.
- Bapak DR.Ir.Dicky R.Munaf sebagai ko-pembimbing, atas bimbingan dan pengarahan serta dukungannya yang banyak memberikan dorongan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.

- Bapak DR.Ir.Biemo W. Soemardi dan Ibu DR.Ir.Harkunti Pertiwi Rahayu, yang telah berkenan menguji dan memberikan banyak masukan selama proses penyelesaian tesis ini.
- Segenap dosen Bidang Khusus Manajemen dan Rekayasa Konstruksi (MRK) yang telah berkenan memberikan ilmunya selama penulis mengikuti program magister di ITB
- Ketua dan Anggota beserta seluruh Staf dan Karyawan Unit Implementasi Program Magister Teknik Sipil ITB, atas bantuan administratif selama penulis menyelesaikan studi.
- Lembaga Penelitian ITB yang telah berkenan memberikan kesempatan kepada penulis untuk berpartisipasi dalam penelitian Hibah Bersaing (HB) VII tentang *Analisis Metoda Pelaksanaan Sistem Jembatan Beton Kontinu*.
- Ibunda dan saudara-saudara penulis, atas kesabaran, dukungan dan do'a restunya.
- Rekan-rekan mahasiswa S2 - MRK angkatan 1995 atas dorongan dan kebersamaannya.
- Semua pihak yang telah membantu penulis selama menyelesaikan studi di Program Magister Teknik Sipil ITB ini.

Semoga seluruh kebaikan yang penulis terima mendapatkan balasan yang berlimpah dari Allah Yang Maha Pengasih. Amin.

Akhirnya semoga apa yang telah dihasilkan dalam penelitian tesis ini dapat bermanfaat bagi bidang ilmu Manajemen dan Rekayasa Konstruksi.

Bandung, Desember 1998

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
ABSTRAK
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR TABEL
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR LAMPIRAN

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Permasalahan	I - 1
1.2. Perumusan Masalah	I - 4
1.3. Tujuan Penelitian	I - 5
1.4. Lingkup dan Batasan Masalah	I - 5
1.5. Metodologi	I - 7
1.6. Sistematika Penulisan Laporan	I - 9

II. PENDEKATAN *CONSTRUCTABILITY* PADA PROYEK KONSTRUKSI

2.1. U m u m	II - 1
2.2. Definisi	II - 1
2.3. Konsep	II - 3
2.4. Perkembangan Konsep	II - 6
2.5. Prinsip-prinsip <i>Constructability</i>	II - 7
2.6. Aplikasi Prinsip-prinsip <i>Constructability</i>	II - 11
2.7. Implementasi Prinsip-prinsip <i>Constructability</i>	II - 12
2.8. Pendekatan <i>Constructability</i> pada Tahap Desain	II - 17
2.8.1. Sistem desain	II - 19
2.8.2. Kompetensi masukan proses Desain terhadap Sasaran yang hendak dicapai	II - 21

III. KONSTRUKSI JALAN LAYANG UNTUK PERSIMPANGAN DI LOKASI PERKOTAAN

3.1. U m u m	III - 1
3.2. Permasalahan Lalulintas Perkotaan dan Penanganannya	III - 5
3.2.1. Permasalahan lalulintas perkotaan	III - 5
3.2.2. Penanganan masalah lalulintas perkotaan	III - 7
3.3. Pertemuan Ruas Jalan (Persimpangan Sebidang)	III - 9
3.3.1. Klasifikasi jalan raya perkotaan	III - 10
3.3.2. Persimpangan jalan	III - 24
3.4. Identifikasi Kejenuhan Arus Lalulintas	III - 28
3.4.1. Volume lalulintas	III - 30
3.4.2. Kapasitas jalan	III - 31

3.4.3. Derajat kejenuhan	III - 38
3.5. Prinsip-prinsip Konstruksi Jalan Layang	III - 39
3.5.1. Definisi jalan layang	III - 39
3.5.2. Fungsi jalan layang	III - 39
3.5.3. Pertimbangan umum desain jalan layang	III - 41
3.5.4. Penggolongan desain jalan layang	III - 46
3.5.5. Bagian / komponen konstruksi jalan layang	III - 47
3.5.6. Ketentuan desain geometri	III - 48
3.5.7. Ketentuan desain struktur	III - 59
3.5.8. Kaitan antara desain geometrik dan desain struktur	III - 62
3.6. Tipe dan Metoda Pelaksanaan Konstruksi Struktur Atas Jembatan untuk Jalan Layang	III - 65
3.6.1. Tipe-tipe struktur atas jembatan untuk jalan layang	III - 68
3.6.2. Metoda pelaksanaan konstruksi struktur atas jembatan beton untuk jalan layang	III - 84
3.7. Faktor / Kendala Lokasi Perkotaan Terhadap Pelaksanaan Konstruksi (Struktur Atas) Jalan Layang	III - 98
3.7.1. Kegiatan pada pelaksanaan konstruksi jalan layang dan sifat / status kebutuhan lahan	III - 100
3.7.2. Dampak pelaksanaan konstruksi jalan layang terhadap lokasi dan lingkungannya	III - 102

IV. PENERAPAN *CONSTRUCTABILITY* PADA DESAIN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG

4.1. U m u m	IV - 1
4.2. Model Pemilihan Tipe Struktur Atas	IV - 3
4.2.1. Analisis Morfologikal	IV - 4
4.2.2. Metoda penilaian	IV - 8
4.3. Alternatif Tipe Strukur Atas dan Metoda Konstruksi	IV - 11
4.3.1. Tipe-tipe struktur atas yang dapat diimplementasikan	IV - 12
4.3.2. Alternatif metoda konstruksi yang dapat dilaksanakan	IV - 15
4.3.3. Matriks tipe struktur atas dan metoda konstruksi	IV - 18
4.4. Faktor-faktor <i>Constructability</i> yang Perlu Dipertimbangkan	IV - 20
4.5. Implementasi Analisis Morfologikal Pemilihan Tipe Struktur Atas dengan Pertimbangan <i>Constructability</i>	IV - 24
4.5.1. Mekanisme penilaian dan skala nilai kesesuaian	IV - 29
4.5.2. Analisis kesesuaian tipe struktur atas - metoda konstruksuksi - lokasi	IV - 33

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	V - 1
5.2. Saran	V - 3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Prosentase Relatif Biaya Komponen Kegiatan Proyek terhadap Biaya Pelaksanaan Konstruksi	II - 18
Tabel 2.2. Kompetensi Masukan Desain terhadap Sasaran yang hendak dicapai	II - 23
Tabel 3.1. Kelas Jalan Tipe I	III - 11
Tabel 3.2. Kelas Jalan Tipe II	III - 11
Tabel 3.3. Deskripsi Dasar Klasifikasi Perencanaan	III - 12
Tabel 3.4. Kecepatan Rencana	III - 13
Tabel 3.5. Pengaturan Jalan Masuk	III - 13
Tabel 3.6. Standar Perencanaan Lalulintas Harian	III - 16
Tabel 3.7. Standar Rencana Lalulintas Harian per-Lajur	III - 16
Tabel 3.8. Lebar Lajur Lalulintas	III - 17
Tabel 3.9. Lebar Minimum dan Lebar Garis Tepi Median	III - 18
Tabel 3.10. Lebar Minimum Bahu Jalan sebelah Kiri / Luar	III - 19
Tabel 3.11. Lebar Minimum Bahu Jalan sebelah Kanan / Dalam	III - 20
Tabel 3.12. Besaran Batasan Ruang Bebas Jalur Lalulintas pada Ruas Jalan	III - 22
Tabel 3.13. Tipe-tipe Persimpangan	III - 28
Tabel 3.14. Tipe Persimpangan dan Kapasitas Dasar	III - 32
Tabel 3.15. Nilai F_w	III - 33
Tabel 3.16. Tipe Median dan Nilai F_M	III - 34
Tabel 3.17. Faktor Koreksi Ukuran Kota	III - 34
Tabel 3.18. Faktor Koreksi Tipe Lingkungan dan Gangguan Samping	III - 36
Tabel 3.19. Nilai Tingkat Pelayanan Jalan	III - 38
Tabel 3.20. Batasan Volume Lalulintas Harian Minimum untuk dibangunnya Jalan Layang	III - 41
Tabel 3.21. Pembagian Kelas Jalan <i>Major</i> terhadap Jalan <i>Minor</i> pada Persimpangan Tak Sebidang	III - 43
Tabel 3.22. Batasan Kecepatan Rencana untuk <i>Ramp</i>	III - 51
Tabel 3.23. Jari-jari Lengkung Tikungan Minimum <i>Ramp</i>	III - 52
Tabel 3.24. Superelevasi <i>Ramp</i> untuk Kemiringan Melintang Standar 2 %	III - 52
Tabel 3.25. Superelevasi <i>Ramp</i> untuk Kemiringan Melintang Standar 1,5 %	III - 53
Tabel 3.26. Lebar Bahu <i>Ramp</i>	III - 53
Tabel 3.27. Panjang Standar Jalur Perlambatan dan <i>Taper</i>	III - 55
Tabel 3.28. Koefisien Panjang Minimum Jalur Perlambatan Menurun	III - 56
Tabel 3.29. Panjang Standar Jalur Percepatan dan <i>Taper</i>	III - 56
Tabel 3.30. Koefisien Panjang Minimum Jalur Percepatan Menurun	III - 57
Tabel 3.31. Alternatif Tipe Struktur Atas dan Struktur Beton	III - 70

Tabel 4.1. Definisi Permasalahan, Unsur Permasalahan, Dimensi, dan Subdivisi	IV - 9
Tabel 4.2. Tipe Struktur Atas dan Struktur Beton untuk Bentang Utama	IV - 15
Tabel 4.3. Permasalahan, Unsur, Dimensi dan Subdivisi pada Implementasi <i>Constructability</i> Desain Struktur Atas Jalan Layang	IV - 28
Tabel 4.4. Bobot Nilai, Predikat dan Deskripsi Kondisi Kesesuaian	IV - 33
Tabel 4.5. Breakdown Elemen Pelaksanaan Utama	IV - 39
Tabel 4.6. Hasil Nilai Kesesuaian	IV - 40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Unsur-unsur yang saling terkait pada Proyek Konstruksi Jembatan	I - 6
Gambar 1.2. Skema Metoda Penyelesaian Masalah	I - 9
Gambar 2.1. Faktor Pertimbangan yang berpengaruh pada <i>Constructability</i>	II - 4
Gambar 2.2. Sistem <i>Constructability</i>	II - 5
Gambar 2.3. Perkembangan Konsep <i>Constructability</i>	II - 7
Gambar 2.4. Kurva Potensi Mempengaruhi Biaya dan Biaya per Unit Keputusan dari Implementasi <i>Constructability</i>	II - 15
Gambar 2.5. Pengutamaan Prinsip-prinsip <i>Constructability</i> pada Tahap- tahap Kegiatan Proyek Konstruksi	II - 16
Gambar 2.6. Sistem Desain dengan Pendekatan <i>Constructability</i>	II - 21
Gambar 3.1. Unsur-unsur Sistem Transportasi	III - 2
Gambar 3.2. Batasan Sistem Pengaturan berdasarkan Kepadatan Arus Lalulintas	III - 4
Gambar 3.3. Potongan Melintang Tipikal Ruas Jalan	III - 14
Gambar 3.4. Potongan Melintang Ruas Jalan Satu Lajur	III - 14
Gambar 3.5. a. Ruang Bebas Jalur Lalulintas pada Ruas Jalan dengan Bahu b. Ruang Bebas Jalur Lalulintas pada Jembatan dengan bentang 50 meter atau lebih, atau pada Terowongan c. Ruang Bebas Jalur Lalulintas pada Ruas Jalan tanpa Bahu	III - 21 III - 21 III - 22
Gambar 3.6. Persimpangan 3 - kaki	III - 26
Gambar 3.7. Persimpangan 4 - kaki	III - 27
Gambar 3.8. Persimpangan berkaki banyak dan Bundaran	III - 27
Gambar 3.9. Faktor Koreksi Belok Kiri	III - 36
Gambar 3.10. Faktor Koreksi Belok Kanan	III - 37
Gambar 3.11. Faktor Koreksi Arus Terbagi (Split)	III - 37
Gambar 3.12. Macam bentuk Denah Jalan Layang pada Persimpangan	III - 45
Gambar 3.13. Bagian-bagian Konstruksi Struktur Jalan Layang	III - 47
Gambar 3.14. <i>Breakdown</i> Bagian / Komponen Desain Konstruksi Jalan Layang	III - 48
Gambar 3.15. Alternatif Bentuk Dasar Alinemen Horizontal <i>Ramp</i>	III - 51
Gambar 3.16. Potongan Melintang Standar <i>Ramp</i>	III - 54
Gambar 3.17. Desain Terminal <i>Ramp</i> Tipe Sejajar	III - 57
Gambar 3.18. Desain Terminal <i>Ramp</i> Tipe <i>Taper</i>	III - 57
Gambar 3.19. Skema Pencapaian Sasaran Desain Struktur Atas Jembatan / Jalan Layang	III - 67
Gambar 3.20. Pelat Berongga (Hollow / Voided Slab)	III - 74

Gambar 3.21. <i>Precast Beams Slab Decks</i>	III - 77
Gambar 3.22. Tampang Melintang Konstruksi Balok	III - 78
Gambar 3.23. Sketsa Penampang Jembatan <i>Upstand</i>	III - 80
Gambar 3.24. Pola Tegangan dan Deformasi pada Penampang <i>Box</i> (Diagrammatik)	III - 83
Gambar 3.25. Pelaksanaan dengan <i>Stationary Falsework</i>	III - 86
Gambar 3.26. Sketsa Pemindahan <i>Travelling Formwork</i>	III - 88
Gambar 3.27. Sketsa Urutan Pencoran untuk mengurangi Pengaruh Tegangan pada Pelaksanaan selama Pengerasan Beton	III - 91
Gambar 3.28. Sketsa Detail <i>Prestressing</i>	III - 93
Gambar 3.29. Sketsa Pelaksanaan <i>Incremental Launching</i>	III - 97
Gambar 3.30. Dampak Pembangunan Fasilitas di Lokasi Perkotaan	III - 99
Gambar 4.1. a. Pola Matrik 2 - Dimensi	IV - 6
b. Pola Matrik 3 - Dimensi	IV - 7
c. Pola Matrik n - Dimensi (Allen Morphologizers)	IV - 7
Gambar 4.2. Uraian Komponen (Breakdown) Desain Struktur Atas Jalan Layang dan Metoda Konstruksi	IV - 11
Gambar 4.3. a. Matrik 2 - Dimensi Tipe Struktur Atas dan Tipe Struktur Beton untuk Data Panjang Bentang dengan Jenis Perletakan Sederhana	IV - 13
b. Matrik 2 - Dimensi Tipe Struktur Atas dan Tipe Struktur Beton untuk Data Panjang Bentang dengan Jenis Perletakan Menerus	IV - 14
Gambar 4.4. Matrik Morfologikal 3 - Dimensi Metoda Pelaksanaan	IV - 17
Gambar 4.5. Matrik Multi Dimensi Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi - Faktor Lokasi	IV - 27
Gambar 4.6. Matrik Penilaian Kesesuaian Elemen Pelaksanaan - Faktor / Kendala Lokasi	IV - 32

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1. Konsep Proses Desain Jalan Layang
- LAMPIRAN 2. Data Panjang Bentang Tipe Struktur Atas
- LAMPIRAN 3. Hasil Analisis Matrik Metoda Konstruksi
*Alternatif Kombinasi : Erection Method - Concreting Method -
Prestressing Method*
- LAMPIRAN 4. Hasil Analisis Matrik Alternatif Kombinasi Tipe Struktur Atas -
Metoda Konstruksi
- LAMPIRAN 5. Bagan Alir Analisis dan Penilaian Kesesuaian Kombinasi Tipe Struktur
Atas - Metoda Konstruksi dan Faktor / Kendala Lokasi
- LAMPIRAN 6. Matrik Hasil Analisis dan Penilaian Kesesuaian Elemen Pelaksanaan
Utama - Faktor / Kendala Lokasi
- LAMPIRAN 7. Data Pelaksanaan Proyek Senen *Fly-Over* Jakarta Pusat



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Permasalahan

Seperti di negara yang sedang berkembang lainnya, berbagai kota besar di Indonesia berada dalam tahap pertumbuhan urbanisasi yang tinggi akibat dari laju pertumbuhan ekonomi yang pesat sehingga kebutuhan penduduk untuk melakukan pergerakan juga menjadi semakin meningkat. Jumlah penduduk yang tinggal di daerah perkotaan di Indonesia diperkirakan semakin meningkat dari tahun ke tahun akibat tingginya tingkat urbanisasi.

Urbanisasi dan industrialisasi selalu terjadi secara bersamaan, terutama di negara yang sedang beralih dari negara pertanian ke negara industri seperti Indonesia. Sektor pertanian konvensional secara perlahan terlihat semakin kurang menarik dan tidak lagi diminati, terutama oleh generasi muda. Di sisi lain, perkotaan menawarkan banyak kesempatan baik di sektor formal maupun informal dengan penghasilan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan di daerah pedalaman. Semua ini merupakan daya tarik yang sangat kuat bagi para pekerja dari daerah pedalaman untuk melakukan urbanisasi ke daerah perkotaan.

Salah satu akibat dari keadaan tersebut di atas ialah tingginya tingkat pergerakan (perjalanan) penduduk kota dalam rangka melaksanakan pemenuhan kewajiban dan keperluannya sehari-hari, yang selanjutnya berdampak pada terlampauinya kapasitas tampung prasarana jalan raya. Hal ini terlihat dari rutinitas kemacetan arus lalu lintas yang terjadi setiap hari, terutama pada jam-jam sibuk, yakni pada saat sebagian besar penduduk pergi ke dan pulang dari tempat tugas/kerja.

Kemacetan arus lalu lintas tentu saja berdampak pada menurunnya kualitas perjalanan, seperti kenyamanan perjalanan menjadi berkurang, waktu tempuh menjadi lebih lama, konsumsi bahan bakar menjadi lebih besar, di samping menambah polusi terhadap lingkungan baik suara maupun udara.

Kemacetan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan terjadi antara lain karena persimpangan-persimpangan sebidang yang ada pada ruas jalan yang bersangkutan berikut sistem pengaturan lalu lintasnya sudah tidak mampu lagi mengakomodasi dengan baik volume arus lalu lintas yang lewat berikut manuver-manuvernya. Hal ini mengakibatkan terjadinya hambatan perjalanan karena tundaan-tundaan yang ditimbulkannya.

Salah satu alternatif untuk mengurangi hambatan/tundaan perjalanan yang menyebabkan terjadinya kemacetan arus lalu lintas tersebut ialah dengan meningkatkan kapasitas tampung persimpangan, yang dapat ditempuh dengan merubah persimpangan sebidang menjadi tak sebidang. Untuk merealisasi maksud tersebut terdapat 2 (dua) alternatif konstruksi yang memungkinkan untuk dibangun, yaitu :

1. Konstruksi jalan lintas bawah (*underpass*), yakni jalan yang dibuat melintas di bawah ruas jalan yang sudah ada.
2. Konstruksi jalan layang (*fly over*), yakni jalan yang di buat melintas di atas ruas jalan yang sudah ada.

Namun demikian pembangunan suatu persimpangan tak sebidang di lokasi perkotaan, terutama pada saat pelaksanaan konstruksinya tentu saja akan berdampak pada masalah-masalah yang berkaitan dengan kondisi situasi lokasi pembangunan dan lingkungan sekitarnya. Hal ini terjadi karena pembangunan dilaksanakan pada lokasi yang sarat dengan kesibukan kegiatan sosial ekonomi masyarakat dan arus lalu lintas.

Di satu sisi pelaksanaan proyek konstruksi bertujuan menghasilkan konstruksi bangunan yang berkualitas baik dan mampu berfungsi semaksimal mungkin dengan penggunaan biaya yang serendah-rendahnya. Di sisi lain kegiatan sosial ekonomi masyarakat dan kelancaran arus lalu lintas di sekitar lokasi pembangunan perlu diupayakan semaksimal mungkin tetap berlangsung seperti biasa. Dengan kata lain, dampak yang timbul karena adanya kegiatan pelaksanaan konstruksi persimpangan tak sebidang harus ditekan sekecil mungkin dan tujuan pelaksanaan konstruksi dapat dicapai semaksimal mungkin.

Dengan demikian permasalahannya ialah bagaimana mewujudkan suatu keseimbangan antara pencapaian tujuan-tujuan proyek yang sebaik-baiknya dengan dampak yang sekecil-kecilnya.

Di sisi lain penanganan proyek konstruksi yang dilakukan dengan pendekatan tradisional yang proses pelaksanaan proyek dari tahap ke

tahap diselesaikan secara terpisah seperti yang diterapkan selama ini nampaknya kurang memberikan hasil yang baik bagi penyelesaian permasalahan tersebut di atas. Hal ini senada dengan yang diungkapkan oleh Griffith dan Sidwell (1995) : "*A considerable body of opinion within the construction industry has suggested over many years that the traditional separation of the design and production functions within the construction process has been primarily responsible for the general lack of consideration given to the necessary and vital integration between project phases*" [8].

Untuk itu agar pelaksanaan proyek konstruksi dapat diselesaikan secara seimbang, di mana tujuan-tujuan proyek dapat dicapai semaksimal mungkin dengan dampak yang minimum terhadap kondisi situasi lokasi dan lingkungan yang ada, maka perlu dilakukan pendekatan yang terpadu terhadap tahap-tahap kegiatan dalam proses proyek konstruksi. Pendekatan ini dikenal dengan istilah *Constructability*.

1.2. Perumusan Masalah

Agar dapat melakukan pendekatan *Constructability* pada pelaksanaan proyek pembangunan konstruksi persimpangan tak sebidang, maka perlu adanya suatu *manual* sebagai pedoman. Karena belum adanya pedoman yang dimaksud, maka untuk itu perlu diadakan suatu penelitian dan penyusunan *model (manual) Constructability*, khususnya untuk pembangunan konstruksi persimpangan tak sebidang yang sesuai dengan kondisi persimpangan yang ada pada lokasi perkotaan di Indonesia.

1.3. Tujuan Penelitian

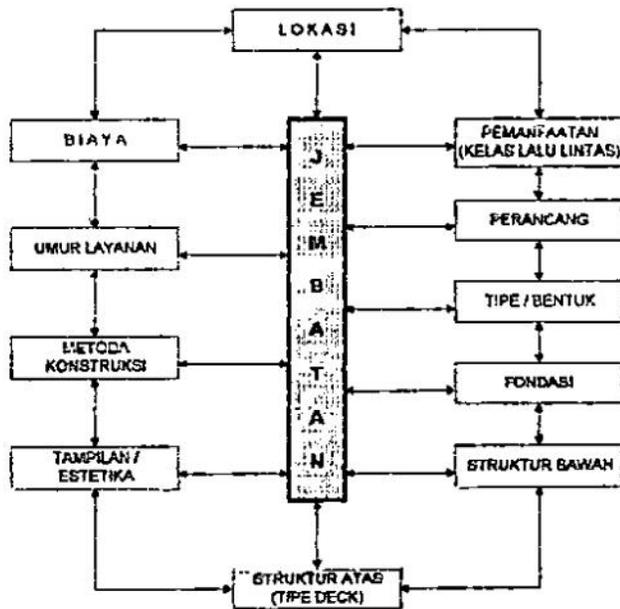
Penelitian ini bertujuan menyusun suatu *Model Constructability* yang diharapkan dapat berfungsi sebagai *manua*l dalam menerapkan pendekatan yang terpadu terhadap tahap-tahap kegiatan dalam proses proyek konstruksi persimpangan tak sebidang yang sesuai dengan kondisi situasi persimpangan pada lokasi perkotaan di Indonesia. Sehingga segala kepentingan yang berkaitan dengan pelaksanaan konstruksi tersebut dapat diusahakan semaksimal mungkin terpenuhi secara seimbang.

1.4. Lingkup dan Batasan Masalah

Konstruksi persimpangan tak sebidang yang akan ditelaah dalam penelitian ini hanya terbatas pada konstruksi jalan layang (*fly over*) saja. Hal ini mengingat kebutuhan akan persimpangan tak sebidang di lokasi perkotaan lebih cenderung diwujudkan dengan pembangunan konstruksi jalan layang, karena relatif lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan pembuatan *underpass*.

Konstruksi jalan layang pada prinsipnya merupakan konstruksi jembatan yang difungsikan untuk menampung arus lalu lintas melintas di atas rintangan yang berupa jalan raya atau jalan baja. Oleh karenanya penelitian tentang *Constructability* seyogyanya harus difokuskan pada unsur-unsur yang saling terkait dan berpengaruh pada pembuatan suatu konstruksi jembatan, yakni : lokasi, pemanfaatan (kelas lalu lintas yang akan memanfaatkan), perancang, tipe/bentuk jembatan, fondasi, struktur

bawah, struktur atas (tipe deck), tampilan/estetika, umur layanan, metoda konstruksi dan biaya (gambar 1.1.).



Gambar 1.1. Unsur-unsur yang saling terkait pada Proyek Konstruksi Jembatan

Namun demikian karena banyak serta kompleksnya unsur dan faktor yang berpengaruh pada suatu konstruksi jembatan/jalan layang tersebut, maka untuk mengkajinya secara keseluruhan tentunya memerlukan kemampuan pengetahuan yang cukup dan waktu yang panjang. Menyadari keterbatasan kemampuan dan waktu yang ada pada peneliti, maka dalam penelitian ini kajian *Constructability* untuk pemilihan Tipe Struktur Atas Jalan Layang yang paling sesuai hanya akan dilakukan pada analisis kesesuaian metoda pelaksanaan konstruksi dengan lokasi dan lingkungan proyek saja.

Jalan layang yang akan dibahas dalam kajian ini dibatasi hanya jalan layang struktur beton untuk pemanfaatan *highway* yang dibangun pada persimpangan di lokasi perkotaan saja. Hal ini mengingat beton merupakan material struktur yang masih memungkinkan untuk terus dikembangkan teknologinya dan memiliki variasi alternatif metoda pelaksanaan konstruksi yang relatif lebih banyak, di samping beban pemeliharaannya yang relatif lebih ringan bila dibandingkan dengan material struktur yang lainnya. Selain itu kebutuhan akan pembangunan jalan layang di kota-kota besar di Indonesia pada masa mendatang diperkirakan akan terus meningkat, seiring dengan peningkatan kegiatan sosial ekonomi dan taraf hidup masyarakat perkotaan.

1.5. Metodologi

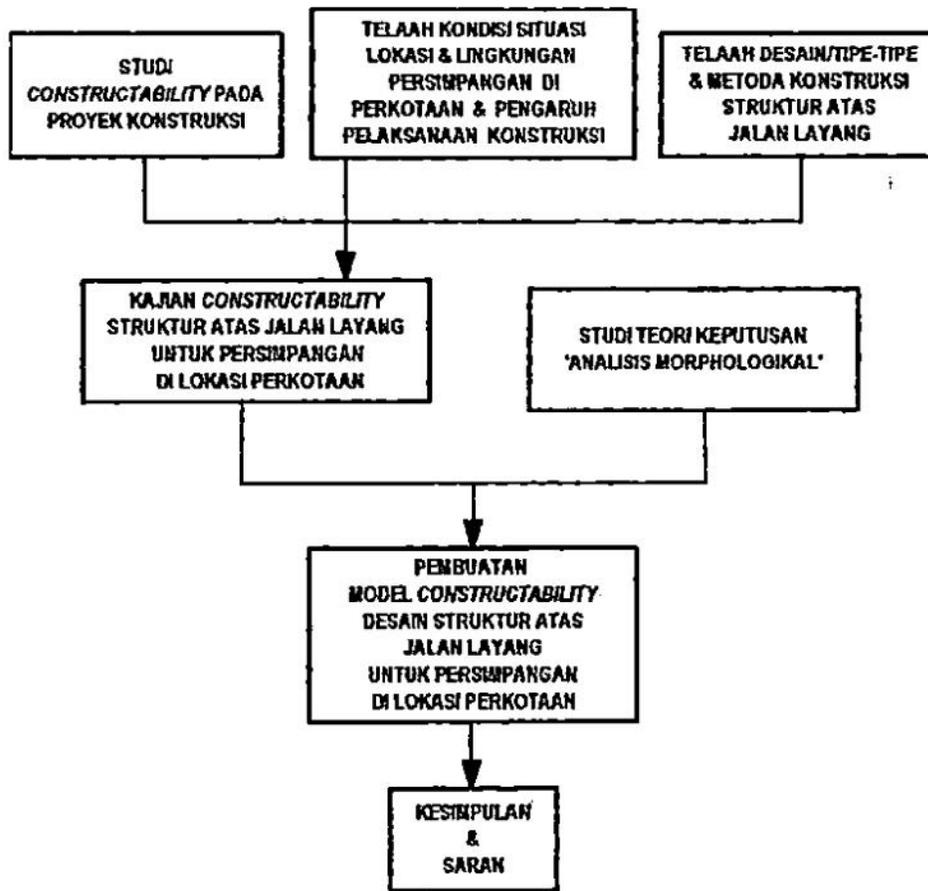
Untuk menyelesaikan permasalahan ini, maka akan dilakukan metoda dan urutan penyelesaian masalah sebagai berikut :

1. Mengadakan telaah tentang *Constructability*, yakni tentang definisi, konsep, prinsip dan ruang lingkupnya, aplikasi dan implementasinya pada suatu proyek konstruksi, serta faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam penerapannya dan faktor-faktor proyek yang mempengaruhinya.
2. Melakukan telaah tentang karakteristik situasi persimpangan dan sistem kegiatan serta lalu lintas di lokasi perkotaan, serta faktor-faktor lain yang berpengaruh sebagai implikasi dari adanya kegiatan pelaksanaan konstruksi pada suatu lokasi dan lingkungan. Di samping

itu dilakukan pula telaah tentang berbagai alternatif tipe struktur atas dan metoda konstruksi jembatan (jalan layang) yang layak untuk diimplementasikan.

3. Melakukan telaah tentang teori Pengambilan Keputusan dengan metoda Analisis Morfologikal, yang meliputi prinsip dan konsep analisis, bentuk-bentuk perangkat analisis, keunggulan dan kelemahan metoda, serta metoda penilaiannya
4. Melakukan kajian rumusan *Constructability* struktur atas jembatan untuk jalan layang yang akan dibangun pada persimpangan di lokasi perkotaan, dengan pokok kajian pengaruh/dampak pelaksanaan konstruksi (metoda konstruksi) terhadap lokasi dan lingkungannya yang berkaitan dengan faktor-faktor karakteristik situasi, sistem kegiatan dan lalu lintas.
5. Membuat/menyusun model *Constructability* desain struktur atas jalan layang pada persimpangan di lokasi perkotaan dengan mengaplikasikan metoda Analisis Morfologikal sebagai sarana pemilihan tipe struktur atas jalan layang.
6. Membuat kesimpulan dan saran dari hasil kajian.

Untuk lebih jelasnya secara ringkas metoda dan urutan penyelesaian masalah dapat dilihat pada gambar 1.2 berikut ini :



Gambar 1.2. Skema Metoda Penyelesaian Masalah

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Kajian ini akan dilaporkan dalam 5 (lima) bab, dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I merupakan Pendahuluan dari kajian ini yang memuat tentang Latar Belakang dan Permasalahan, Perumusan Masalah, Maksud dan Tujuan dari kajian, Lingkup dan Batasan Masalah, Metodologi dan Urutan Penyelesaian Masalah serta Sistematika Penulisan Laporan.

Bab II menyajikan uraian tentang *Constructability* pada proyek konstruksi secara umum, yang meliputi definisi, konsep dan perkembangan, aplikasi dan implementasi, serta faktor-faktor penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan pendekatan *Constructability* pada tahap desain proyek konstruksi.

Bab III berisikan uraian tentang Konstruksi Jalan Layang di Lokasi Perkotaan, yang antara lain menerangkan tentang Jalan Layang, meliputi: definisi, fungsi, bagian atau komponen, batasan desain geometri dan struktur, tipe struktur atas dan metoda pelaksanaan konstruksi. Di samping itu bab ini juga memuat uraian tentang Lokasi Perkotaan, yang meliputi : karakteristik lokasi perkotaan, permasalahan lalu lintas di perkotaan, faktor/kendala lokasi perkotaan terhadap pelaksanaan konstruksi jalan layang, dan peraturan/persyaratan atau batasan-batasan yang berlaku pada jalan layang.

Bab IV akan menyajikan bahasan tentang penerapan *Constructability* pada Desain Struktur Atas Jalan Layang, yang meliputi Model Pemilihan Tipe Desain dengan menggunakan metoda Analisis Morfologikal, metoda penilaian, alternatif tipe struktur atas dan metoda konstruksi, faktor-faktor *Constructability* yang perlu dipertimbangkan, serta implementasi Analisis Morfologikal pemilihan tipe struktur atas dengan pertimbangan *Constructability*.

Bab V merupakan penutup, yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang perlu disampaikan.



BAB II

PENDEKATAN *CONSTRUCTABILITY* PADA PROYEK KONSTRUKSI

BAB II

PENDEKATAN *CONSTRUCTABILITY* PADA PROYEK KONSTRUKSI

2.1. U m u m

Constructability merupakan suatu pendekatan yang merangkaikan tahap-tahap Rencana Konseptual, Desain, Pengadaan, Pelaksanaan Konstruksi dan Pemanfaatan dari suatu proyek konstruksi secara terpadu, dengan tujuan utamanya ialah untuk meningkatkan efektifitas penggunaan biaya pembangunan. Sehingga dengan pendekatan ini masing-masing pihak yang terlibat dalam penyelenggaraan suatu proyek konstruksi dapat memperoleh keuntungan (benefit) yang nyata.

Untuk mengetahui lebih jauh tentang *Constructability*, maka bab ini akan dibagi menjadi 4(empat) sub bab, yang akan menguraikan tentang definisi, konsep dan perkembangannya, prinsip dan penerapannya pada proyek konstruksi, khususnya pada tahap desain.

2.2. Definisi

Terdapat beberapa definisi dari *Constructability* yang telah disampaikan oleh para peneliti terdahulu, di antaranya yang dikemukakan oleh Tatum et.al. (1986) [9], walaupun tidak secara tegas menggunakan istilah *Constructability*, namun pendapatnya mengatakan bahwa pada setiap proyek di mana dampak dari pelaksanaan konstruksi dipertimbangkan pada tahap-tahap perencanaan dan desain, maka dapat diperoleh

penghematan-penghematan yang substansial terhadap biaya dan waktu [9].

American Society of Civil Engineers (ASCE)(1988) menyatakan bahwa *Constructability* ialah suatu tinjauan (review) terhadap kemampuan membangun suatu proyek, yang meliputi faktor-faktor ekonomi, ketersediaan material, batasan-batasan tempat membangun (site restrictions), dan persyaratan-persyaratan setempat yang dapat mempengaruhi proses pelaksanaan konstruksi [13].

Construction Industry Institute (CII) - Australia (1995) mendefinisikan :
“*Constructability* ialah suatu sistem untuk mencapai keterpaduan yang optimum dari pengetahuan konstruksi dalam proses membangun dan menyeimbangkan berbagai kendala proyek dan lingkungan guna memaksimalkan pencapaian tujuan-tujuan proyek dan kinerja membangun” [8].

Fisher dan Rajan (1996), mengatakan bahwa *Constructability* merupakan kajian kemampuan untuk membangun secara efektif [7].

Namun demikian dari beberapa definisi tersebut di atas, jelas terlihat bahwa definisi yang disampaikan oleh *CII - Australia* (1995) telah memberikan batasan dan ruang lingkup yang lebih komprehensif dan telah mencakup semua definisi yang ada, yang memberikan pengertian bahwa perlunya mempertimbangkan aspek pelaksanaan pada tahap desain dan sebaliknya pada tahap pelaksanaan konstruksi harus tetap berpegang pada prinsip-prinsip desain yang telah diterapkan pada solusi desain. Hal ini mengingat semakin kompleksnya permasalahan yang dihadapi dalam

penanganan suatu proyek konstruksi pada masa kini dan masa yang akan datang.

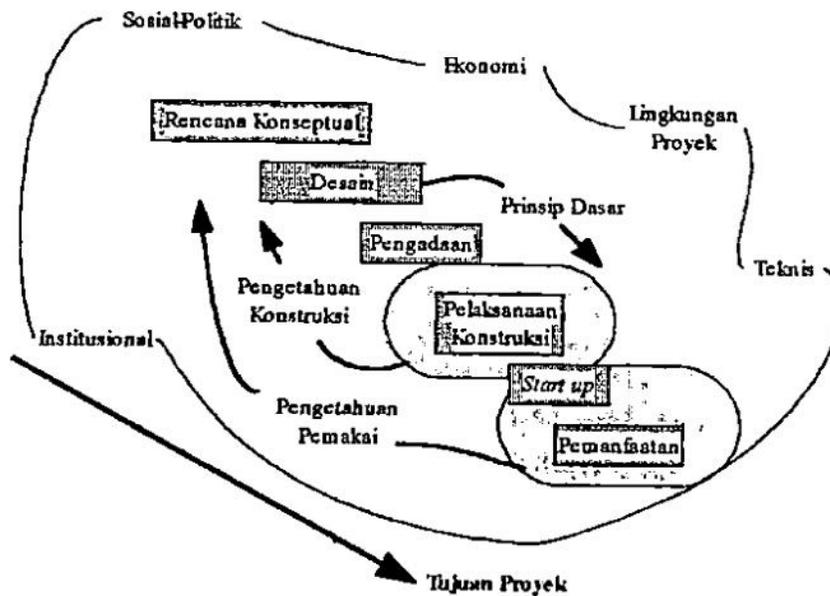
Dengan demikian sistem ini bertujuan untuk menyeimbangkan segala daya upaya yang dikeluarkan untuk pencapaian tujuan proyek dengan hasil akhir yang semaksimal mungkin, dengan senantiasa berupaya menekan dampak terhadap lokasi dan lingkungannya menjadi sekecil mungkin.

Selanjutnya bahasan akan didasarkan pada definisi yang dikemukakan oleh *CII - Australia (1995)* tersebut di atas dengan menambahkan unsur pengalaman, menjadi : "*Constructability* ialah suatu sistem untuk mencapai keterpaduan yang optimum dari pengetahuan dan pengalaman konstruksi dalam proses membangun guna menyeimbangkan berbagai kendala proyek dan lingkungan dalam rangka memaksimalkan pencapaian tujuan-tujuan proyek dan kinerja membangun".

2.3. Konsep

Konsep dasar dari pendekatan sistem *Constructability* ialah memadukan program tahapan kegiatan proyek konstruksi yang meliputi : Rencana Konseptual, Perancangan (Desain), Pengadaan, Pelaksanaan Konstruksi dan Pemanfaatan, ke dalam suatu sistem yang berkesinambungan, yakni pengetahuan konstruksi dan pengetahuan pemakai yang didapat dari pengalaman pelaksanaan konstruksi dan pemanfaatan suatu bangunan digunakan sebagai masukan untuk perencanaan dan desain bangunan-bangunan sejenis selanjutnya.

Sesuai definisinya, maka *Constructability* dimaksudkan untuk menyeimbangkan segala kendala yang berkaitan dengan pencapaian tujuan suatu proyek konstruksi. Faktor-faktor kendala yang dimaksud meliputi Sosial-Politik, Ekonomi, Lingkungan, Teknis dan Instiusional (gambar 2.1.).

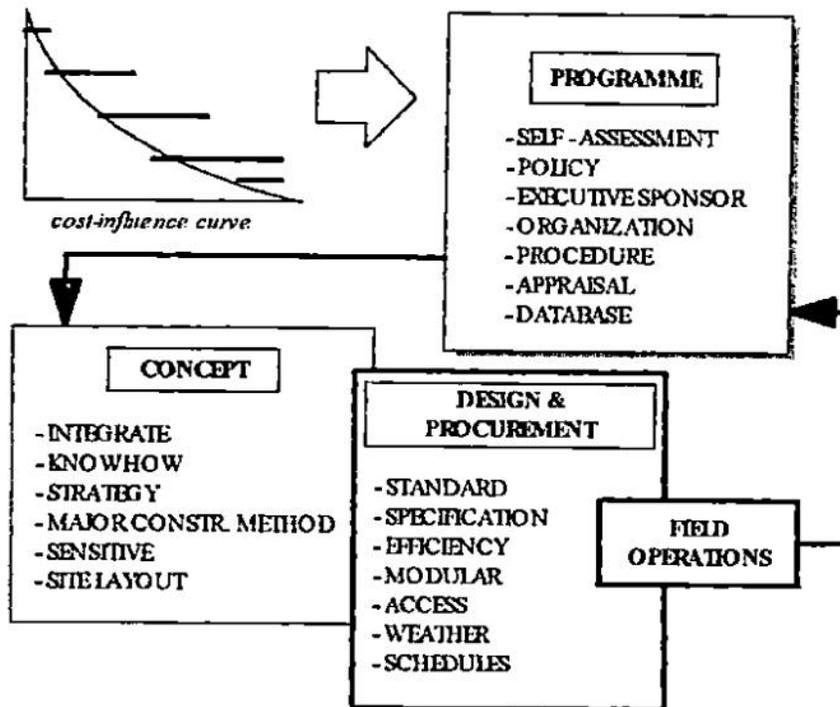


Gambar 2.1. Faktor Pertimbangan yang berpengaruh pada Constructability [8]

Sebagai ukuran dari kemudahan atau kemanfaatan pembangunan suatu fasilitas (konstruksi bangunan), maka *Constructability* juga merupakan sistem yang menyeluruh untuk memadukan pengetahuan konstruksi, sumber daya, teknologi, dan pengalaman ke dalam rekayasa dan desain suatu proyek konstruksi, dengan maksud untuk mengoptimisasi elemen-elemen proyek dari tahap awal hingga akhir. Elemen-elemen yang dimaksud ialah (Russel et. al., 1992) [7]:

- Rencana proyek secara keseluruhan
- Perencanaan dan desain
- Penjadwalan proyek
- Biaya atau estimasi
- Metoda konstruksi

Inti dari Sistem *Constructability* ialah suatu pemahaman terhadap kurva pengaruh biaya, yang mendorong kepada pengimplementasian Program Terpadu terhadap tahap-tahap kegiatan proyek konstruksi, yaitu : Rencana Konseptual, Desain dan Pengadaan, serta Operasi-operasi Pelaksanaan Konstruksi di lapangan (gambar 2.2.).



Gambar 2.2. Sistem Constructability [8]

Program tersebut meliputi 7(tujuh) komponen :

- *Self Assessment*, penilaian organisasi terhadap tingkatan kemampuan / potensi keberhasilan penerapan sistem *Constructability*
- *Policy*, suatu kebijakan tertulis terhadap *Constructability*
- *Executive Sponsor*, adanya eksekutif senior dengan komitmen pada pengimplementasian *Constructability*
- *Organization*, suatu organisasi yang mempromosikan penggunaan *Constructability*
- *Procedure*, aturan tentang bagaimana mengimplementasikan *Constructability*
- *Appraisal*, tinjauan terhadap keberhasilan, pelajaran dari pengalaman
- *Database*, catatan tentang penghematan-penghematan *Constructability* sebagai referensi terakhir.

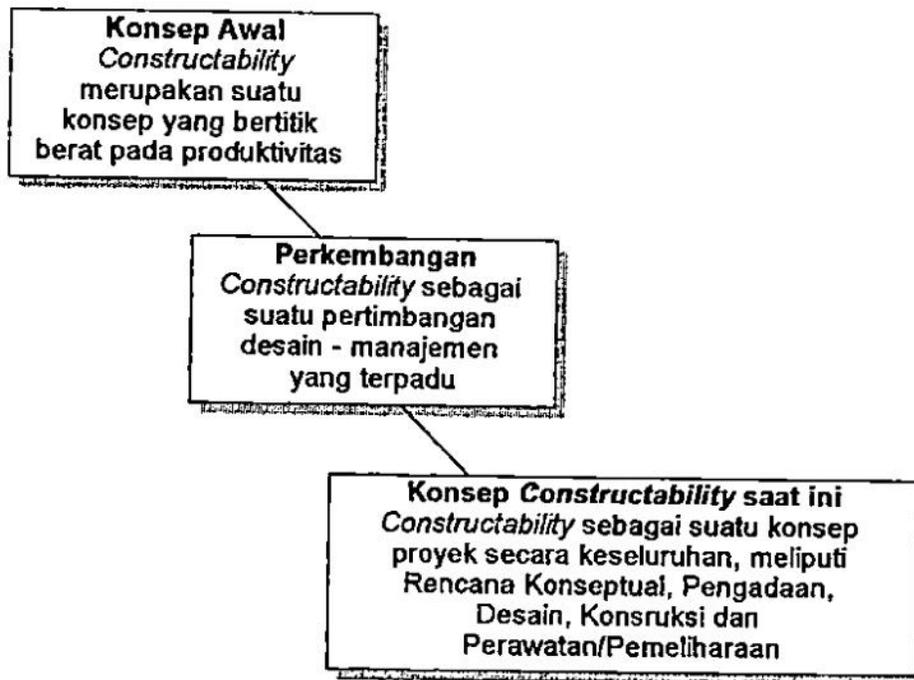
2.4. Perkembangan Konsep

Konsep awal dari *Constructability* merupakan suatu konsep yang hanya terbatas pada kepentingan untuk lebih meningkatkan produktivitas pada pelaksanaan suatu proyek konstruksi.

Perkembangan selanjutnya dilatar belakangi oleh berbagai kendala pada kegiatan pelaksanaan konstruksi yang disadari disebabkan oleh masih kurang baiknya manajemen pada tahap desain, *Constructability* ditingkatkan cakupannya pada pertimbangan-pertimbangan manajemen desain yang terpadu.

Selanjutnya seiring dengan perkembangan kompleksitas proyek-proyek konstruksi saat ini, dengan timbulnya banyak alternatif desain dan metoda

pelaksanaan serta banyaknya aspek yang dapat berpengaruh pada pelaksanaan proyek, maka *Constructability* saat ini dijadikan sebagai suatu konsep proyek secara total yang mencakup Rencana Konseptual, Pengadaan, Desain, Pelaksanaan Konstruksi, dan Pemeliharaan/Perawatan (gambar 2.3.).



Gambar 2.3. *Perkembangan Konsep Constructability* [8]

2.5. Prinsip-prinsip *Constructability*

Untuk mencapai hasil yang sebaik-baiknya dalam melakukan pendekatan *Constructability*, maka dalam pelaksanaannya terdapat 12 (duabelas) prinsip yang perlu dipertimbangkan dengan seksama selama siklus suatu proyek konstruksi. Adapun prinsip-prinsip *Constructability* yang dimaksud dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Keterpaduan

Constructability harus dijadikan sebagai bagian yang tak terpisahkan dari rencana proyek secara keseluruhan. Dengan demikian untuk mencapai tujuan proyek secara berimbang, maka *Constructability* harus selalu dipertimbangkan pada tiap-tiap tahap proses kegiatan proyek konstruksi.

2. Pengetahuan Konstruksi

Perencanaan proyek harus secara aktif melibatkan pengetahuan dan pengalaman konstruksi. Hal ini di samping berguna dalam mengusahakan keuntungan-keuntungan nyata dalam penanganan proyek, juga dapat memudahkan dalam menilai keuntungan yang mampu dicapai dalam pengelolaan suatu proyek konstruksi.

3. Kecakapan dan Keterampilan Tim

Pengalaman, kecakapan, keterampilan dan komposisi dari tim proyek harus sesuai dengan proyek yang dikerjakan. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi terutama dalam pendayagunaan sumberdaya manusia yang dilibatkan. Di samping itu hal ini juga dimaksudkan agar tim yang ditugaskan dapat bekerja seefektif mungkin.

4. Sasaran yang hendak dicapai

Constructability akan bernilai baik jika tim proyek memahami tujuan/sasaran pemilik proyek (seterusnya disebut pemilik) dan proyek. Untuk itu sasaran harus jelas, sehingga mudah dipahami, dijabarkan, dan dikomunikasikan.

5. *Sumber Daya yang dapat diperoleh*

Teknologi dari solusi desain harus sesuai dengan sumberdaya dan kemampuan yang dapat diperoleh. Tinjauan terhadap sumberdaya dan kemampuan yang dapat diperoleh adalah hal yang penting untuk dilakukan terlebih dulu, sehingga solusi desain yang dihasilkan benar-benar efektif, dalam arti mudah dilaksanakan karena sesuai dengan potensi sumberdaya dan kemampuan yang dapat disediakan.

6. *Faktor-faktor Eksternal*

Faktor-faktor eksternal merupakan kondisi-kondisi eksternal yang dapat bersifat kendala dan/atau penunjang proses kegiatan, sehingga berpotensi mempengaruhi biaya dan/atau program dari suatu proyek.

7. *Program*

Program dari proyek secara keseluruhan harus realistis, peka terhadap permasalahan konstruksi dan memiliki komitmen dari tim proyek.

8. *Metoda Konstruksi*

Desain proyek harus mempertimbangkan metode konstruksi. Hal ini karena salah satu ukuran keberhasilan dari pendekatan *Constructability* ialah mudahnya desain dilaksanakan.

9. *Aksesibilitas*

Constructability akan dinilai baik jika aksesibilitas dari konstruksi dipertimbangkan pada tahap-tahap desain dan pelaksanaan konstruksi dari proyek. Hal ini berarti desain yang dibuat harus mudah dikomunikasikan (komunikatif) dan konstruksi yang dibuat harus

mudah diakses/dicapai, baik pada masa pelaksanaan maupun pada saat operasionalnya nanti.

10. Spesifikasi

Constructability dari proyek dinilai baik jika efisiensi dari konstruksi dipertimbangkan dalam pengembangan spesifikasi. Dengan demikian spesifikasi harus dibuat sedemikian rupa sehingga operasi pelaksanaan sedapat mungkin sederhana dan mudah dengan sumber daya yang terjangkau, tanpa mengurangi kualitas konstruksi bangunannya.

11. Inovasi Konstruksi

Penggunaan teknik-teknik yang inovatif selama pelaksanaan konstruksi akan meningkatkan nilai manfaat dari *Constructability*. Untuk maksud ini perlu dibuat berbagai alternatif metoda pelaksanaan yang mungkin dilakukan agar suatu tindakan yang inovatif lebih mudah dilaksanakan.

12. Umpan Balik

Constructability dapat ditingkatkan pada proyek-proyek yang serupa di masa yang akan datang jika suatu analisis setelah masa konstruksi diadakan oleh tim proyek, sebagai masukan untuk bahan pertimbangan bagi proyek-proyek selanjutnya.

2.6. Aplikasi prinsip-prinsip *Constructability*

Tiga prinsip pertama, yakni : *Keterpaduan/Integritas*, *Pengetahuan Konstruksi* dan *Kecakapan Tim*, menunjukkan pentingnya menjadikan *Constructability* sebagai bagian dari prosedur-prosedur normal proyek konstruksi dan pentingnya melibatkan individu-individu yang benar/tepat sejak masa paling awal dari suatu proses pelaksanaan proyek. Prinsip selanjutnya, *Tujuan yang Hendak Dicapai*, memandang bagaimana *Constructability* dapat ditingkatkan bila Tim Proyek memahami tujuan yang hendak dicapai, sebagaimana tujuan proyek itu sendiri. *Sumberdaya yang Dapat Diperoleh* dan *Faktor-faktor Eksternal* menunjukkan fakta bahwa *Constructability* sering dipengaruhi oleh faktor-faktor yang kurang dikontrol oleh Tim Proyek, namun pengaruh-pengaruh tersebut dapat diminimumkan jika teridentifikasi lebih awal.

Prinsip *Program* menunjukkan betapa pentingnya mempunyai suatu program konstruksi yang sensitif dan realistis yang telah dikembangkan dan disetujui oleh seluruh Tim Proyek. *Metoda Konstruksi*, *Aksesibilitas* dan *Spesifikasi* berkaitan dengan masalah yang perlu diintegrasikan ke dalam desain dan dokumentasi akhir dari suatu proyek.

Prinsip kesebelas, *Inovasi Konstruksi*, menekankan penggunaan pengetahuan konstruksi untuk meningkatkan efektifitas operasi-operasi lapangan selama pelaksanaan konstruksi. Bila *Constructability* diintegrasikan secara benar dalam suatu proyek, maka solusi terbaik telah dapat teridentifikasi, terevaluasi dan terdokumentasi, dengan bantuan konstruktor sebelum tender. Oleh karena itu, walaupun kemungkinan

untuk mempengaruhi biaya selama pelaksanaan konstruksi kurang signifikan bila dibandingkan dengan pada tahap-tahap Kelayakan atau Desain, penghematan-penghematan secara kolektif dari *Constructability* yang terjadi selama tahap pelaksanaan konstruksi dapat menjadi substansial.

Prinsip terakhir, *Umpan Balik*, berkaitan dengan konsep siklus hidup dari suatu proyek konstruksi yang merupakan suatu siklus pengulangan, yang informasi dari pengalaman proyek sebelumnya dapat digunakan pada proyek serupa di masa yang akan datang. Dua tinjauan paska konstruksi yang disarankan, khususnya yang berkaitan dengan evaluasi dari pengaruh keputusan yang berhubungan dengan *Constructability*, ialah efisiensi konstruksi dan efisiensi operasional proyek.

2.7. Implementasi prinsip-prinsip *Constructability*

Implementasi prinsip-prinsip *Constructability* sebaiknya dilakukan sejak munculnya ide / gagasan awal yang diutarakan oleh pemilik, dan dijadikan semacam prasyarat bagi masalah-masalah yang harus dipertimbangkan pada suatu proses yang bertahap. Hal tersebut dikarenakan pertimbangan *Constructability* yang dilakukan pada tahap awal dari suatu kegiatan proyek konstruksi memiliki kemampuan mempengaruhi biaya proyek secara keseluruhan yang relatif besar bila dibandingkan pada tahap-tahap berikutnya. Di samping itu biaya per unit keputusan, yakni biaya yang telah terserap pada saat keputusan diambil, masih relatif kecil jika dibandingkan dengan tahap-tahap selanjutnya.

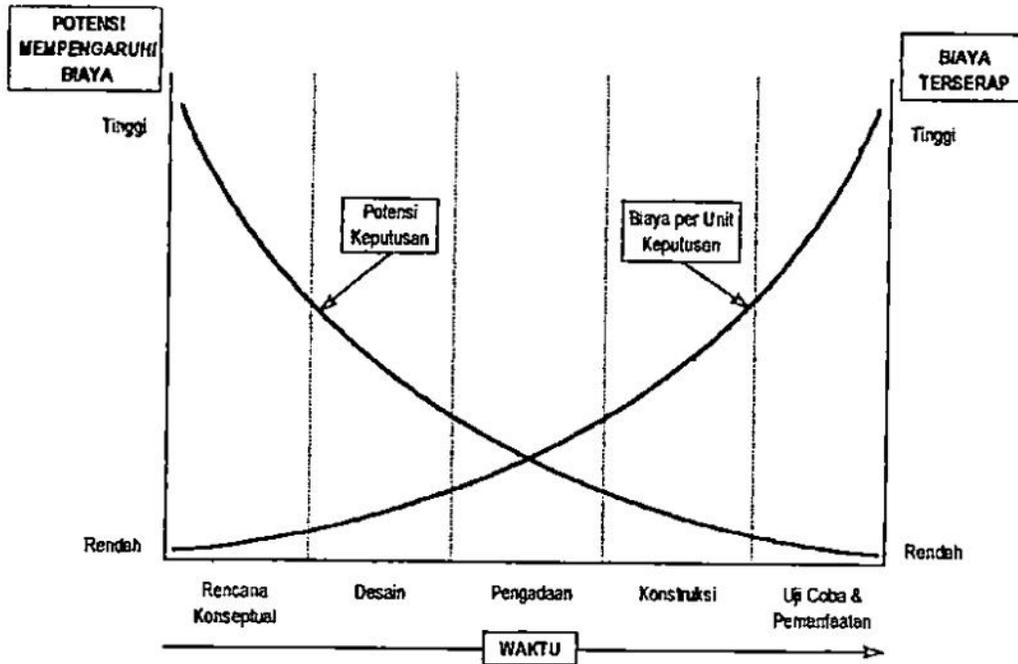
Potensi pengaruh keputusan terhadap biaya proyek dan besaran biaya yang terserap pada setiap unit keputusan yang diambil dalam implementasi *Constructability* pada tahap-tahap kegiatan proyek konstruksi diilustrasikan pada gambar 2.4. Pada tahap yang paling awal, saat belum ada kegiatan dan biaya yang dikeluarkan, hanya terdapat 2(dua) alternatif keputusan yang dihadapi, yakni jadi atau tidak jadi proyek dilaksanakan. Sehingga potensi untuk mempengaruhi biaya adalah penuh (maksimum) dan belum ada biaya yang terserap untuk keputusan tersebut karena besarnya biaya yang dapat dipengaruhi pada saat itu merupakan seluruh biaya proyek yang akan dikeluarkan jika proyek jadi dilaksanakan. Selanjutnya seiring dengan berlangsungnya tahapan kegiatan proyek, maka potensi mempengaruhi biaya akan menurun dan biaya per unit keputusan akan meningkat karena sebagian dari biaya proyek telah dikeluarkan / terserap untuk membiayai kegiatan yang telah berlangsung. Sehingga yang dapat dipengaruhi hanyalah biaya untuk menyelesaikan sisa kegiatan yang ada. Pada tahap akhir, saat sebagian besar tahapan kegiatan pelaksanaan konstruksi telah selesai dilaksanakan, potensi mempengaruhi biaya akan menjadi kecil bahkan mendekati angka nol (minimum) dan biaya per unit keputusan menjadi besar dan mendekati maksimum karena sebagian besar biaya telah dikeluarkan / terserap untuk menunjang pelaksanaan kegiatan yang telah diselesaikan tersebut.

Dengan demikian jelas bahwa implementasi prinsip-prinsip *Constructability* pada suatu tahap kegiatan proyek konstruksi akan mempengaruhi efektifitas dan efisiensi dari pelaksanaan tahap-tahap kegiatan selanjutnya, yang secara keseluruhan pengaruh atau hasil dari

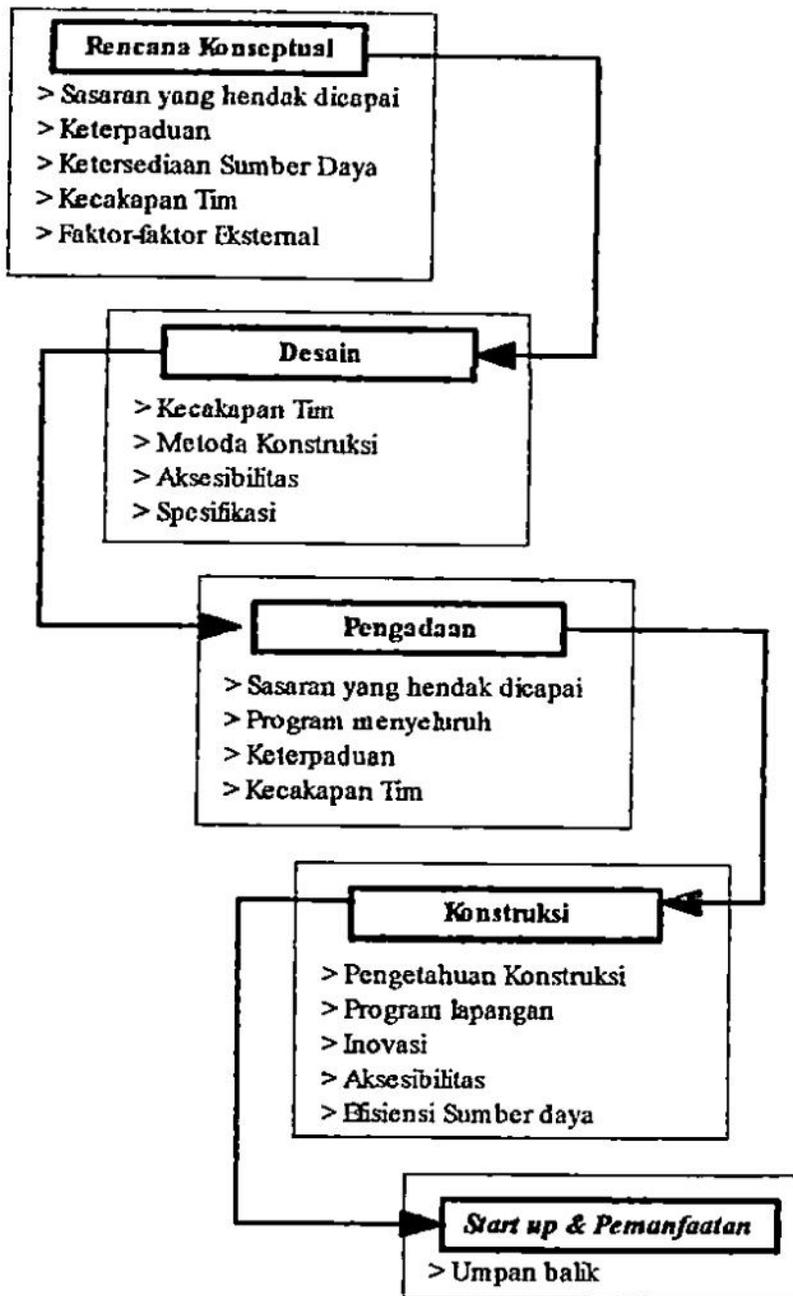
implementasi prinsip-prinsip *Constructability* ini dapat dirasakan pada akhir seluruh kegiatan proyek, yang tercermin dari besaran biaya yang dikeluarkan untuk menyelesaikan seluruh kegiatan proyek yang bersangkutan.

Untuk itu selama berlangsungnya tahap-tahap kegiatan proyek, pertimbangan *Constructability* (dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh) hendaknya mengutamakan prinsip-prinsip berikut ini untuk masing-masing tahap (gambar 2.5) :

- *Rencana konseptual dan pengarahan* : tujuan bersama, keterpaduan, kemudahan sumberdaya, keahlian tim, dan faktor-faktor eksternal.
- *Desain* : keahlian tim, metoda konstruksi, aksesibilitas, dan spesifikasi.
- *Pengadaan* : tujuan bersama, program keseluruhan, keterpaduan, dan keahlian tim.
- *Pelaksanaan Konstruksi* : pengetahuan konstruksi, program lapangan, inovasi, aksesibilitas, dan pemanfaatan sumberdaya yang paling efisien.
- *Paska konstruksi (start up dan pemanfaatan)* : umpan balik.



Gambar 2.4. Kurva Potensi Mempengaruhi Biaya dan Biaya per Unit Keputusan dari Implementasi Constructability



Gambar 2.5. *Pengutamaan prinsip-prinsip Constructability pada tahap-tahap kegiatan Proyek Konstruksi*

2.8. Pendekatan *Constructability* pada Tahap Desain

Desain merupakan elemen proyek konstruksi yang paling berpengaruh dalam menentukan teknik dan strategi pelaksanaan konstruksi, karena operasi kegiatan pelaksanaan konstruksi harus mengacu pada hasil desain yang telah diselesaikan pada tahap Desain. Oleh karenanya kinerja dan hasil akhir dari pelaksanaan suatu proyek konstruksi sebagian besar akan ditentukan oleh kualitas dari hasil desain yang bersangkutan.

Di sisi lain pelaksanaan konstruksi dari suatu proyek merupakan tahap kegiatan yang terbesar dalam hal penyerapan biaya, sebagaimana ilustrasi pada tabel 2.1 yang memperlihatkan prosentase relatif biaya komponen-komponen kegiatan proyek terhadap biaya pelaksanaan konstruksi. Dengan demikian meskipun pada tahap pelaksanaan konstruksi potensi mempengaruhi biaya tidak sebesar tahap sebelumnya (gambar 2.4), namun peluang penghematan biaya dan waktu penyelesaian proyek masih tetap besar, jika hasil desain (dengan tidak mengurangi kualitasnya) benar-benar mendukung kinerja operasi-operasi pelaksanaan konstruksi di lapangan.

Constructability pada tahap desain meliputi pertimbangan-pertimbangan yang mendetail terhadap elemen-elemen desain guna memenuhi persyaratan-persyaratan teknis dan finansial proyek dengan mempertimbangkan keterkaitan hasil desain dan pelaksanaan konstruksi dalam upaya meningkatkan efektifitas hasil desain agar dapat lebih memudahkan dan menyederhanakan proses pelaksanaan konstruksi di lapangan [8].

Tabel 2.1. *Prosentase relatif biaya komponen kegiatan proyek terhadap biaya pelaksanaan konstruksi*[14]

<i>Project Activities</i>	<i>Relative Cost, percentage CC</i>
Budgeting and programming	2
Site acquisition	10
Design	7
Project management	4
Construction Cost (CC)	100
Changes in scope	5
Interest during construction	12
Furnishings and move-in	10
	<hr/>
	150

Dengan demikian pertimbangan *Constructability* merupakan hal yang mendasar pada tahap desain, karena memerlukan penelitian yang cermat dan mendetail terhadap alternatif-alternatif konsep desain dan konfigurasi yang serasi. Di samping itu pertimbangan *Constructability* juga dimaksudkan untuk membantu pemilihan alternatif solusi desain yang paling efektif, yakni yang semaksimal mungkin memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. memenuhi kebutuhan fungsional
2. pelaksanaan konstruksi di lapangan mudah dan sederhana
3. aman dalam pelaksanaan dan pengoperasian hasil konstruksi
4. tampilan estetika baik dan serasi terhadap lingkungan
5. biaya penyelesaian konstruksi yang rendah

2.8.1. Sistem Desain

Pembuatan desain suatu proyek konstruksi merupakan suatu sistem dengan tujuan akhir mewujudkan suatu hasil desain sebagai keluaran. Dengan pendekatan *Constructability*, maka keluaran tersebut dimaksudkan dapat menjadi hasil desain yang paling efektif, sebagaimana yang telah disebutkan di atas. Oleh karenanya untuk maksud tersebut perlu unsur-unsur pertimbangan *Constructability* disertakan sebagai masukan proses desain, di samping Rencana Konseptual serta Persyaratan Teknis dan Finansial.

Unsur-unsur pertimbangan *Constructability* pada tahap desain yang dimaksud meliputi :

- 1). Prinsip-prinsip *Constructability* pada tahap desain, yang terdiri dari :
 - a). Metoda Konstruksi
 - b). Spesifikasi
 - c). Aksesibilitas
 - d). Kecakapan Tim Pelaksana

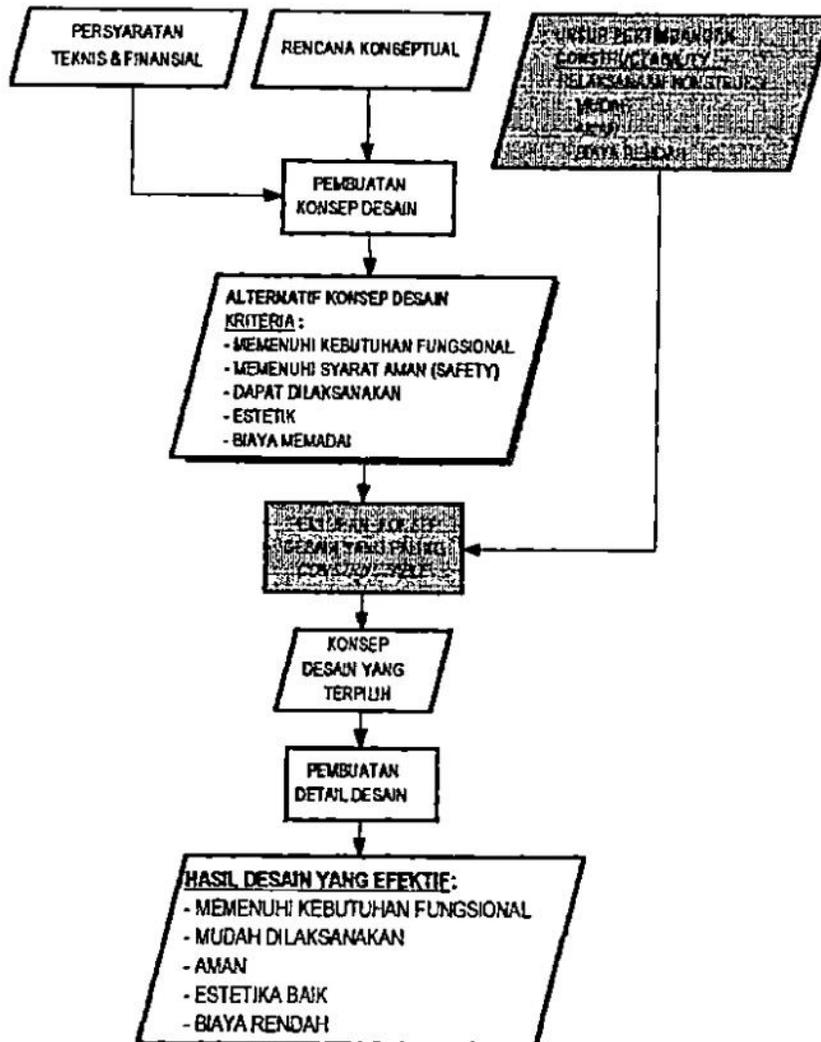
- 2). Faktor-faktor yang mempengaruhi *Constructability*, berkaitan dengan kendala yang terdapat pada lokasi dan lingkungan tempat pelaksanaan konstruksi, yang terdiri dari:
 - ukuran lapangan (site)
 - lokasi site dan keadaan umum topografi
 - kondisi site, termasuk kondisi geoteknik
 - peraturan atau batasan-batasan setempat

- kondisi iklim dan cuaca
- potensi sumber daya
- potensi terjadinya kecelakaan

Proses desain secara garis besar terdiri dari 3(tiga) tahap kegiatan utama, meliputi :

1. Pembuatan konsep desain dan alternatif-alternatif yang memenuhi kriteria : fungsional, aman, dapat dilaksanakan, estetik, dan biaya yang memadai, berdasarkan Rencana Konseptual serta Persyaratan Teknis dan Finansial.
2. Pemilihan konsep desain dengan menyertakan pertimbangan *Constructability* : Pelaksanaan Konstruksi mudah, aman, dan biaya rendah, agar diperoleh alternatif desain yang paling *Constructable* sehingga layak untuk diimplementasikan.
3. Pembuatan dan penyelesaian detail desain

Adapun sistem desain dengan pendekatan *Constructability* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6. Sistem desain dengan pendekatan Constructability

2.8.2. Kompetensi masukan proses Desain terhadap Sasaran yang hendak dicapai

Pembuatan konsep desain merupakan langkah awal dari proses desain yang keluarannya berupa beberapa alternatif dari konsep desain yang memungkinkan untuk diimplementasikan. Masukan utama pada pembuatan konsep desain ini ialah Rencana Konseptual (yang merupakan

hasil/keluaran dari tahap Perencanaan Konseptual) serta Persyaratan Teknis dan Finansial sebagai batasan-batasan yang harus diikuti. Dengan demikian kedua masukan ini lebih menekankan pada pencapaian sasaran desain bangunan yang dapat memenuhi kebutuhan fungsional, aman dalam pengoperasian/pemanfaatan, masih dalam batasan biaya yang memadai, serta tampilan estetika yang baik dan serasi terhadap lokasi dan lingkungan sekitarnya.

Prinsip-prinsip *Constructability* pada proses desain merupakan pertimbangan yang mendasar guna menghasilkan desain yang benar-benar efektif dalam mencapai tujuan proyek. Prinsip-prinsip yang dipertimbangkan yakni : Metoda Konstruksi, Spesifikasi, Aksesibilitas, dan Kecakapan Tim Pelaksana, cenderung ditujukan untuk usaha-usaha pencapaian hasil desain bangunan yang semaksimal mungkin mudah dan aman dilaksanakan, dampak pelaksanaan konstruksi yang minimal terhadap lokasi dan lingkungannya, serta dengan biaya pelaksanaan konstruksi yang diusahakan dapat ditekan serendah-rendahnya. Dengan demikian untuk mendapatkan desain yang benar-benar efektif tersebut, maka perlu dibuat beberapa alternatif konsep desain yang memenuhi kriteria tersebut di atas.

Penilaian *Constructability* terhadap alternatif konsep desain dan pembuatan peringkat alternatif konsep desain yang *constructable* dimaksudkan untuk memeriksa keunggulan dan kelemahan dari masing-masing alternatif yang dihasilkan sesuai prinsip-prinsip yang dipertimbangkan di atas, sehingga dapat lebih memudahkan dalam

pengambilan keputusan terhadap alternatif konsep desain yang paling layak/menguntungkan untuk diimplementasikan.

Faktor-faktor pertimbangan sebagai masukan untuk keperluan tersebut di atas ialah faktor-faktor / kendala yang ada pada lokasi, yang berpengaruh terhadap *Constructability* suatu desain bangunan. Sehingga penekanan dalam penilaian ini ialah upaya pencapaian kesesuaian/keserasian metoda pelaksanaan konstruksi terhadap lingkungan lokasi proyek agar seluruh tujuan/sasaran proyek dapat semaksimal mungkin tercapai, dan dampak/pengaruh terhadap lingkungan yang serendah-rendahnya.

Secara ringkas kompetensi masukan proses desain terhadap sasaran yang hendak dicapai dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Kompetensi Masukan Desain terhadap Sasaran yang hendak dicapai*

No.	Komponen Masukan	Sasaran
1.	Rencana Konseptual	Kebutuhan Fungsional, Estetika
2.	Persyaratan Teknis	Keamanan Operasi/Pemanfaatan
3.	Persyaratan Finansial	Batasan Biaya yang Diperkenankan
4.	<i>Pertimbangan Constructability</i>	
a.	Prinsip - prinsip : Metoda Konstruksi, Spesifikasi, Aksesibilitas, Kecakapan Tim Pelaksana	Kemudahan dan Keamanan Pelaksanaan Konstruksi, serta Penckanan Biaya Pelaksanaan Konstruksi
b.	Faktor / Kendala Lokasi	Kescesuaian/Keserasian Metoda Pelaksanaan Konstruksi terhadap Lokasi dan Lingkungan Proyek

Dari uraian di atas tampak bahwa secara hirarkis pertimbangan prinsip-prinsip *Constructability* merupakan faktor penunjang pencapaian tujuan proyek secara keseluruhan, hubungan ini terutama terlihat pada unsur biaya proyek. Faktor / kendala lokasi selanjutnya merupakan faktor penunjang dari efektifitas unsur pertimbangan prinsip-prinsip *Constructability*.



BAB III

KONSTRUKSI JALAN LAYANG UNTUK PERSIMPANGAN DI LOKASI PERKOTAAN

BAB III
KONSTRUKSI JALAN LAYANG
UNTUK PERSIMPANGAN DI LOKASI PERKOTAAN

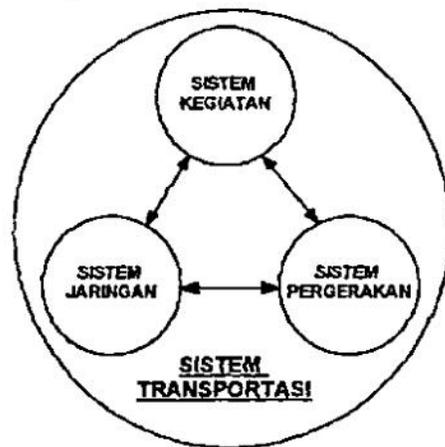
3.1. U m u m

Kota merupakan bagian dari suatu wilayah yang selain berfungsi sebagai tempat bermukim, juga sebagai pusat segala kegiatan dalam rangka pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat. Setiap tata guna lahan atau sistem kegiatan mempunyai jenis kegiatan tertentu yang akan membangkitkan dan menarik pergerakan lalu lintas, karena kegiatan sebagian besar dilakukan di tempat yang berbeda dengan tempat tinggal dan/atau kegiatan harus dilakukan di beberapa tempat yang berlainan.

Setiap pergerakan yang berupa perpindahan manusia dan/atau barang akan memerlukan moda pengangkutan/transportasi (sarana) dan media (prasarana) yang dapat mengakomodasi pergerakan moda transportasi tersebut dengan baik. Salah satu prasarana transportasi yang diperlukan tersebut ialah sistem jaringan jalan raya.

Interaksi antara sistem kegiatan dan sistem jaringan akan menghasilkan pergerakan manusia dan/atau barang dalam bentuk pergerakan kendaraan dan/atau orang (pejalan kaki). Ketiga unsur sistem transportasi tersebut, yakni: sistem kegiatan, sistem jaringan dan sistem pergerakan, satu sama lain akan saling mempengaruhi dalam kelangsungan dan perkembangannya. Sistem kegiatan akan selalu tumbuh dan berkembang sesuai dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan jumlah penduduk

kota. Sebagai konsekwensinya ialah bertambahnya volume dan frekuensi pergerakan arus lalu lintas, sehingga untuk mengakomodasikannya perlu diadakan pengaturan-pengaturan dan/atau penambahan daya tampung sistem jaringan jalan yang memadai agar tetap dapat terwujud sistem pergerakan lalu lintas yang handal, yakni yang aman, tertib, lancar, efisien, nyaman dan murah serta sesuai/serasi dengan lingkungannya.



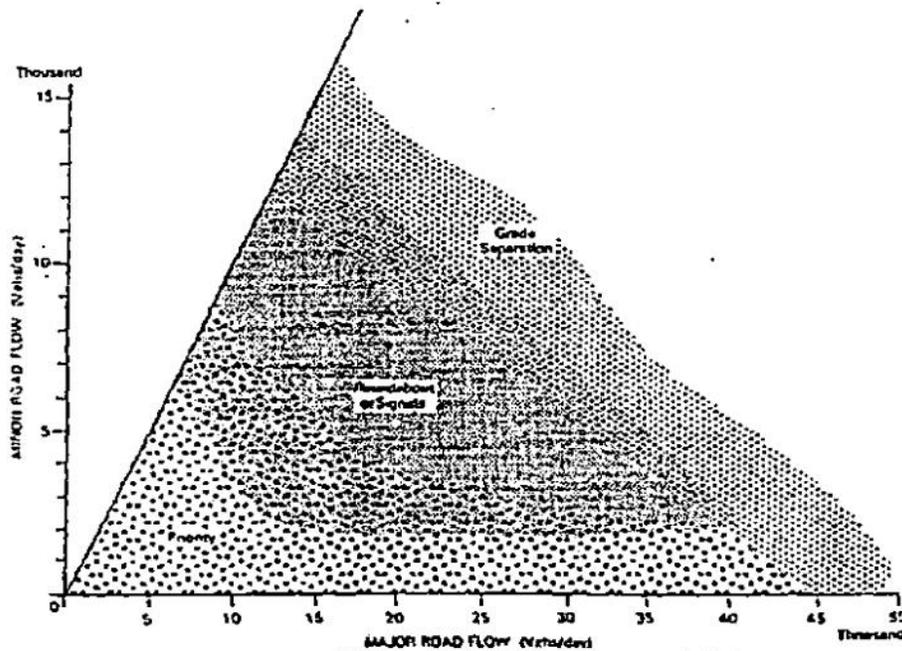
Gambar 3.1. *Unsur-unsur Sistem Transportasi* [18]

Sistem jaringan jalan raya pada prinsipnya terdiri dari 2(dua) bagian utama, yakni bagian ruas jalan yang menerus dan bagian persimpangan yang merupakan suatu area pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan yang berlainan arah. Di samping sebagai area persilangan ruas-ruas jalan yang berlainan arah, persimpangan jalan juga berfungsi sebagai area untuk memberikan kesempatan berubah arah perjalanan bagi para pemakai jalan. Sehingga pada persimpangan yang sebidang selalu terdapat titik-titik konflik antara arus lalu lintas (kendaraan) yang saling menerus (bersilangan), menerus dan berbelok, atau antar kendaraan yang

akan berbelok saling berlainan / berlawanan arah (crossing), di samping antar kendaraan yang akan saling memisah dari satu jalur yang sama (diverging) dan yang akan saling bergabung ke dalam satu jalur yang sama (merging). Titik-titik konflik ini merupakan area yang rawan terjadinya kecelakaan, sehingga harus selalu diwaspadai oleh setiap pemakai jalan dengan cara saling mengurangi kecepatan dan saling memberi kesempatan berjalan. Pada tingkat kepadatan tertentu, perjalanan arus lalulintas pada persimpangan (sebidang) diatur dengan sistem prioritas atau dengan menggunakan lampu lalulintas (traffic light). Dengan pengaturan ini maka arus lalulintas di setiap ruas jalan pada persimpangan akan mendapat giliran berjalan dan menunggu dalam jangka dan periode waktu tertentu. Batasan kepadatan arus lalulintas dari masing-masing ruas jalan yang bersimpangan untuk menentukan sistem pengaturan yang harus digunakan pada persimpangan dapat dilihat pada gambar 3.2.

Karena persimpangan terdapat pada setiap ujung dari suatu ruas jalan, maka kecepatan rata-rata arus lalulintas pada suatu ruas jalan akan tergantung pada kecepatan rata-rata arus lalulintas melewati persimpangan yang bersangkutan. Dengan adanya tundaan-tundaan perjalanan pada persimpangan, maka akan mengakibatkan terjadinya hambatan kecepatan perjalanan (efek *bottleneck*) pada ruas jalan terutama pada area di sekitar persimpangan, dan untuk volume lalulintas yang padat hal ini akan menimbulkan terjadinya kemacetan arus lalulintas.

Hal ini berarti turunnya kualitas perjalanan pada ruas jalan yang bersangkutan.



Gambar 3.2. Batasan Sistem Pengaturan Berdasarkan Kepadatan Arus Lalulintas [10]

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, maka pembangunan suatu jalan layang yang berperan sebagai persimpangan tak sebidang merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan dengan tujuan utamanya ialah mengurangi atau meniadakan terjadinya kemacetan arus lalulintas. Hal ini lebih cenderung dilakukan karena untuk memperluas area pertemuan ruas jalan (persimpangan) di lokasi perkotaan sudah dapat dipastikan akan membawa konsekwensi yang tidak ringan, terutama dalam hal yang berkaitan dengan penyediaan lahan yang diperlukan.

Bab ini selanjutnya akan menguraikan tentang permasalahan lalu lintas perkotaan dan penanganannya, susunan kelas jalan dan bentuk-bentuk pertemuan ruas jalan, identifikasi kejenuhan arus lalu lintas, prinsip-prinsip konstruksi jalan layang, tipe struktur atas jembatan dan metoda pelaksanaan konstruksi yang cocok untuk jalan layang, serta faktor/kendala lokasi perkotaan yang berpengaruh terhadap pelaksanaan konstruksi jalan layang.

3.2. Permasalahan Lalu lintas Perkotaan dan Penanganannya

3.2.1. Permasalahan lalu lintas perkotaan

Masalah lalu lintas di lokasi perkotaan dewasa ini sudah merupakan persoalan utama yang sulit dipecahkan di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya dan Medan, serta beberapa kota besar lainnya di Indonesia. Kemacetan arus lalu lintas yang terjadi sudah sangat mengganggu aktifitas penduduk, karena akan menimbulkan pelbagai dampak negatif, baik terhadap pengemudi / pemakai jalan secara langsung, maupun jika ditinjau dari aspek ekonomi dan lingkungan.

Bagi pengemudi kendaraan, kemacetan akan mengakibatkan ketegangan (stress) apalagi bila terjadi pada siang hari, pada saat terik panas matahari. Selain itu secara ekonomis, kehilangan waktu karena waktu perjalanan yang menjadi lebih lama merupakan suatu kerugian, di samping akan berakibat pada bertambahnya biaya operasi kendaraan (bahan bakar dan perawatan mesin) karena seringnya kendaraan berhenti.

Dampak lainnya ialah terhadap lingkungan berupa peningkatan polusi udara karena gas racun CO dan peningkatan gangguan suara kendaraan (kebisingan). Pedal rem dan gas yang silih berganti digunakan akan menyebabkan penambahan polusi udara serta kebisingan karena deru suara kendaraan. Di samping itu untuk mengurangi *stress*, para pengemudi cenderung lebih sering menggunakan klakson sehingga menambah kebisingan (polusi suara terhadap lingkungan).

Kemacetan arus lalu lintas dapat terjadi di samping karena banyaknya tundaan-tundaan perjalanan yang terjadi pada pertemuan ruas jalan (persimpangan), juga disebabkan oleh beberapa hal, yakni :

1. Difungsikannya beberapa bagian dari luasan ruas jalan sebagai tempat parkir kendaraan, sehingga lebar efektif dari ruas jalan pada lokasi/bagian tertentu menjadi berkurang, yang selanjutnya mengakibatkan berkurangnya kapasitas dari ruas jalan yang bersangkutan. Hal ini disebabkan oleh adanya pusat-pusat kegiatan yang belum/tidak menyediakan area parkir khusus yang cukup dan memadai.
2. Sarana angkutan umum (bus dan mikrolet) masih terasa kurang nyaman, kurang aman, dan kurang efisien. Angkutan massal (mass rapid transit) seperti kereta api masih kurang berfungsi untuk kepentingan angkutan umum perkotaan. Sehingga masyarakat (terutama golongan menengah ke atas) cenderung menggunakan mobil pribadi dalam melaksanakan kegiatannya. Hal ini

mengakibatkan tingginya populasi kendaraan pribadi (kelas mobil penumpang) yang beroperasi.

3. Kesadaran akan ketertiban dan kedisiplinan berlalulintas oleh sebagian besar lapisan masyarakat masih sangat rendah, hal ini sering terlihat dari pelanggaran-pelanggaran yang terjadi, yang mengakibatkan gangguan pada kelancaran arus lalulintas, di samping tingkat kecelakaan dan kematian akibat kecelakaan lalulintas yang tinggi.

Hal-hal tersebut di atas merupakan masalah utama lalulintas perkotaan yang harus diselesaikan secara seksama.

3.2.2. Penanganan masalah lalulintas perkotaan

Kebijakan penanganan masalah lalulintas perkotaan pada prinsipnya ditujukan untuk mengatasi kemacetan dan gangguan arus lalulintas dengan tetap mempertahankan kualitas lingkungan. Dengan demikian hal tersebut dapat dilakukan dengan 2(dua) cara, yakni :

- a) manajemen lalulintas
- b) pembangunan / perbaikan sarana fisik jalan

Manajemen lalulintas bertujuan untuk memenuhi kebutuhan transportasi, baik saat ini maupun di masa mendatang, dengan mengefisiensikan pergerakan orang/kendaraan dan mengidentifikasi perbaikan-perbaikan yang diperlukan di bidang teknik lalulintas, angkutan umum, perundang-undangan, *road pricing*, dan operasional dari sistem lalulintas yang ada. Tidak termasuk di dalamnya pembangunan fasilitas transportasi yang baru dan perubahan-perubahan besar dari fasilitas yang telah ada.

Dengan demikian strategi manajemen lalu lintas dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- sistem pengontrolan lalu lintas
- informasi kepada pemakai jalan
- *road pricing*
- modifikasi operasi angkutan umum
- modifikasi pemakai jalan

Pembangunan dan/atau perbaikan sarana fisik jalan ditujukan untuk mengatasi masalah lalu lintas dengan cara meningkatkan kapasitas jaringan jalan dengan alternatif penyelesaian sebagai berikut :

- pelebaran jalan dan/atau persimpangan yang ada
- pembuatan jalan tembus
- pembangunan ruas jalan pada elevasi yang berbeda dengan ruas jalan atau persimpangan yang sudah ada, yang dapat ditempuh dengan 2(dua) pilihan konstruksi, yakni :
 - jalan lintas bawah (*underpass*)
 - jalan / jembatan layang (*fly over*)

Tidak tertutup kemungkinan penyelesaian yang dilakukan berupa gabungan dari alternatif-alternatif tersebut di atas.

Namun demikian pembangunan / perbaikan sarana fisik jalan akan selalu membawa konsekuensi berupa dampak negatif terhadap lingkungan dan kegiatan rutin masyarakat yang ada di sekitar lokasi pembangunan,

terutama selama masa pelaksanaan konstruksinya. Dampak negatif tersebut dapat berupa :

- pengurangan daerah penghijauan
- terjadinya pembebasan dan penggusuran tanah, yang akan membawa konsekwensi sosial dan ekonomi
- terjadi polusi, baik polusi suara (penambahan kebisingan) maupun polusi udara (penambahan gas racun CO)
- terjadi hambatan atau pengalihan rute perjalanan bagi arus lalu lintas yang melintas di sekitar lokasi pelaksanaan proyek
- akses ke tempat kegiatan sosial ekonomi masyarakat di sekitar lokasi pelaksanaan proyek menjadi terganggu/terhambat atau bahkan hilang sama sekali.

Oleh karena itu maka dalam merencanakan dan mendesain suatu konstruksi jalan layang dampak-dampak tersebut di atas hendaknya diikutkan sebagai masukan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terhadap desain dan metoda konstruksi yang sebaiknya digunakan.

3.3. Pertemuan Ruas Jalan (Persimpangan Sebidang)

Persimpangan merupakan bagian yang terpenting dari jaringan jalan raya di perkotaan, karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas lalu lintas tergantung pada desain

persimpangan. Setiap persimpangan mencakup pergerakan arus lalu lintas yang menerus, saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan, dan mencakup juga pergerakan perputaran. Pergerakan arus lalu lintas ini dikendalikan dengan berbagai cara, tergantung jenis persimpangannya.

Tujuan utama dari desain persimpangan ialah untuk mengurangi peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas, seperti : tabrakan atau senggolan antar kendaraan bermotor, kendaraan bermotor dengan kendaraan tak bermotor, atau dengan pejalan kaki. Dengan kata lain desain persimpangan dimaksudkan untuk memberikan kemudahan, kenyamanan, dan keamanan/ketenangan bagi pemakai jalan yang melewati persimpangan. Persimpangan dapat merupakan pertemuan ruas-ruas jalan dari tipe / kelas yang sama atau yang berbeda.

3.3.1. Klasifikasi jalan raya perkotaan

Dalam perencanaan geometrik jalan raya perkotaan, klasifikasi jalan dibagi ke dalam 2(dua) tipe yang berbeda dan beberapa kelas (klasifikasi perencanaan) yang ditentukan berdasarkan karakteristik lalu lintas dan volumenya.

Berdasarkan jenis hambatannya, jalan raya di lokasi perkotaan digolongkan menjadi 2(dua) tipe, yakni :

- tipe I, jalan raya dengan pengaturan jalan masuk secara penuh

- tipe II, jalan raya dengan pengaturan jalan masuk sebagian, atau tanpa pengaturan jalan masuk.

Selanjutnya jalan tipe I dibagi dalam 2(dua) kelas, dan jalan tipe II dibagi menjadi 4(empat) kelas sesuai dengan klasifikasi fungsional dan perencanaan volume arus lalu lintas (tabel 3.1 dan 3.2).

Tabel 3.1. Kelas jalan tipe I [3]

Fungsi		Kelas
Primer	Arteri	1
	Kolektor	2
Sekunder	Arteri	2

Tabel 3.2. Kelas jalan tipe II [3]

Fungsi		Vol. LL. Rencana (smp)	Kelas
Primer	Arteri	-	1
	Kolektor	≥ 10.000	1
		< 10.000	2
Sekunder	Arteri	≥ 20.000	1
		< 20.000	2
	Kolektor	≥ 6.000	2
		< 8.000	3
	Lokal	≥ 500	3
		< 500	4

Dalam perhitungan volume lalu lintas rencana pada tabel 3.2 tersebut di atas, jumlah kendaraan tak bermotor tidak ikut diperhitungkan. Volume lalu lintas rencana diperhitungkan untuk 2(arah) per hari, dalam satuan mobil penumpang (smp/2 arah/hari).

Selanjutnya deskripsi dari dasar klasifikasi perencanaan dapat diterangkan sebagaimana yang tercantum pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Deskripsi dasar klasifikasi perencanaan [3]

Tipe	Kelas	Fungsi	Deskripsi
I	1	Arteri Primer	Jalan dengan standar tertinggi dalam melayani lalu lintas cepat antar regional atau antar kota dengan pengaturan jalan masuk secara penuh
I	2	Kolektor Primer Arteri Sekunder	Jalan dengan standar tertinggi dalam melayani lalu lintas cepat antar regional atau di dalam kota-kota metropolitan dengan sebagian atau tanpa pengaturan jalan masuk.
II	1	Arteri Primer Kolektor Primer Arteri Sekunder	Standar tertinggi bagi jalan-jalan dengan 4 jalur atau lebih, memberikan pelayanan angkutan cepat bagi angkutan antar kota atau dalam kota, dengan kontrol.
II	2	Kolektor Primer Arteri Sekunder Kolektor Sekunder	Standar tertinggi bagi jalan dengan 2 atau 4 jalur dalam melayani angkutan cepat antar kota dan dalam kota, terutama untuk persimpangan tanpa lampu lalu lintas.
II	3	Kolektor Sekunder Lokal Sekunder	Standar menengah bagi jalan dengan 2 jalur untuk melayani angkutan dalam distrik dengan kecepatan sedang untuk persimpangan tanpa lampu lalu lintas.
II	4	Lokal Sekunder	Standar terendah bagi jalan satu arah yang melayani hubungan dengan jalan-jalan lingkungan.

3.3.1.1. Kecepatan Rencana

Batasan kecepatan bagi lalu lintas pada jalan-jalan di lokasi perkotaan disesuaikan dengan tipe dan kelas jalan yang bersangkutan (tabel 3.4).

Tabel 3.4. *Kecepatan rencana* [3]

Tipe	Kelas	Kecepatan Rencana (Km / Jam)
I	1	100, 80
	2	80, 60
II	1	60
	2	60, 50
	3	40, 30
	4	30, 20

3.3.1.2. Batasan pengaturan jalan masuk

Batasan pengaturan jalan masuk untuk masing-masing tipe dan kelas jalan diatur menurut Peraturan Pemerintah nomer 26 Tahun 1986 tentang jalan, sebagaimana yang tertera pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. *Pengaturan Jalan Masuk* [3]

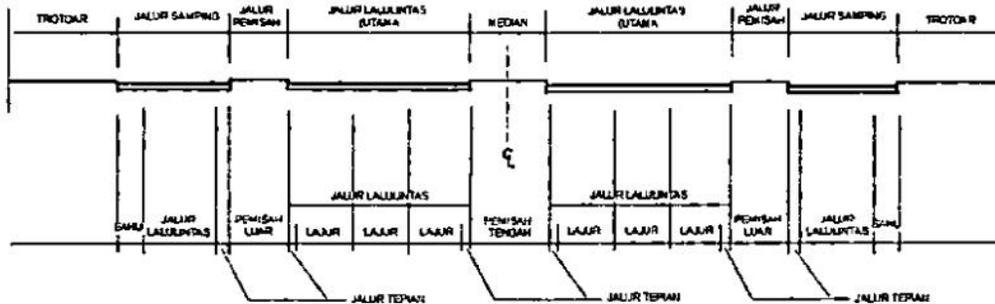
PERTEMUAN JALAN MASUK		PENGATURAN JALAN MASUK
TIPE	KELAS	
I	1	sepenuhnya bebas hambatan, keluar atau masuk dari jalur utama harus mempergunakan jalur khusus
	2	
II	1	sekurang-kurangnya mempergunakan lampu lalu lintas
	2	dengan atau tanpa lampu lalu lintas, tergantung fungsi jalan
	3 & 4	tidak memerlukan lampu lalu lintas

Khusus untuk jalan kolektor primer atau arteri sekunder dengan 4(empat) jalur atau lebih dapat mempergunakan lampu lalu lintas. Sedangkan jalan

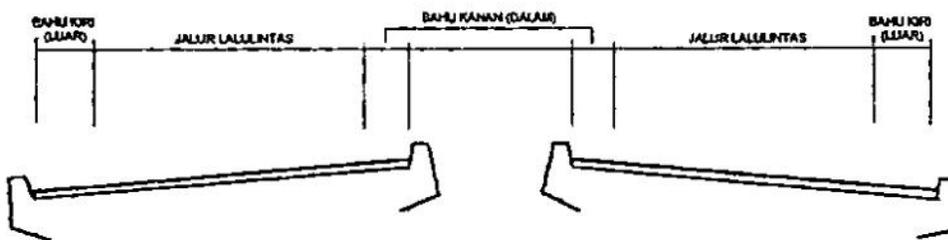
tipe II kelas 2 pada kolektor sekunder umumnya tidak memerlukan lampu lalu lintas.

3.3.1.3. Bagian-bagian (komponen) potongan melintang ruas jalan

Tampang melintang suatu ruas jalan terdiri dari bagian-bagian / komponen-komponen: jalur lalu lintas (perkerasan), median, pemisah luar, dan bahu jalan (gambar 3.3 dan 3.4) [3].



Gambar 3.3. Potongan Melintang Tipikal Ruas Jalan



Gambar 3.4. Potongan Melintang Ruas Jalan Satu Lajur

Di samping komponen-komponen tersebut di atas, pada jalan-jalan tertentu masih dimungkinkan dilengkapi dengan komponen-komponen lain, seperti : trotoar, jalur khusus untuk pengendara sepeda, jalur untuk pepohonan, dan jalur pembatas.

a. Jalur lalulintas

Jalur lalulintas merupakan bagian dari jalan yang direncanakan khusus untuk jalur kendaraan (lalulintas) dan pemberhentian (sementara) atau parkir kendaraan.

Jalur lalulintas pada jalan tipe I dan tipe II (kecuali kelas 4) terdiri dari lajur-lajur untuk berbelok, tanjakan, percepatan/perlambatan dan/atau jalur parkir. Jalur lalulintas pada jalan tipe II kelas 4 merupakan bagian jalur kendaraan yang arus lalulintas untuk kedua arah diperkenankan.

Selain jalur-jalur tersebut di atas, badan jalan juga memiliki bagian jalan yang diperkeras untuk memenuhi keperluan-keperluan :

- persimpangan jalan
- bukaan median
- pertajaman untuk lajur tanjakan, belok, dan lajur percepatan/perlambatan
- pertajaman pada bagian di mana jumlah lajur berubah
- tempat perhentian bus dan/atau perhentian sementara / darurat.

Jumlah lajur untuk volume lalu lintas rencana yang lebih kecil dari pada nilai pada tabel 3.6 sebaiknya dibuat 2 (dua) lajur, kecuali jumlah lajur belok dan jalur percepatan / perlambatan.

Tabel 3.6. Standar Perencanaan Lalu lintas Harian [3]

Klasifikasi Perencanaan		Standar Perencanaan Lalu lintas Harian (smp)
Tipe I	Kelas 1	20.000
	Kelas 2	20.000
Tipe II	Kelas 1	18.000
	Kelas 2	15.000
	Kelas 3	13.000

Bila pada jalan tipe II banyak terdapat persimpangan, maka nilai pada tabel 3.6 tersebut di atas hendaknya dikalikan dengan 80%.

Untuk volume lalu lintas rencana lebih besar dari pada nilai dalam tabel 3.6 tersebut di atas, maka sebaiknya jumlah lajur sebanyak 4 (empat) lajur atau lebih.

Penentuan jumlah lajur pada suatu ruas jalan harus didasarkan pada perbandingan antara volume kendaraan untuk perencanaan dan standar perencanaan (LHR) per lajur (tabel 3.7).

Tabel 3.7. Standar Rencana Lalu lintas Harian per-Lajur [3]

Kelas Perencanaan		Standar Rencana Lalu lintas Harian per-Lajur (smp)
Tipe I	Kelas 1	15.000
	Kelas 2	15.000
Tipe II	Kelas 1	13.000
	Kelas 2	13.000
	Kelas 3	12.000

Untuk jalan tipe II yang banyak terdapat persimpangan, maka nilai pada tabel 3.7 tersebut di atas harus dikalikan dengan 60%.

Umumnya jumlah lajur jalan adalah genap, namun demikian jumlah lajur yang ganjil dapat saja terjadi, antara lain seperti tambahan lajur tanjakan untuk kendaraan berat (bila diperlukan), atau dalam hal ini kapasitas jalan dianggap sama dengan jumlah lajur tanpa lajur tambahan.

Lebar lajur minimum untuk berbagai klasifikasi perencanaan sebaiknya sesuai dengan yang tercantum dalam tabel 3.8.

Tabel 3.8. Lebar Lajur Lalulintas [3]

Kelas Perencanaan		Lebar Lajur Lalulintas (meter)
Tipe I	Kelas 1	3,50
	Kelas 2	3,50
Tipe II	Kelas 1	3,50
	Kelas 2	3,25
	Kelas 3	3,25 ; 3,00

Untuk jalan kelas 4, lebar jalur lalulintas sebaiknya digunakan 4,00 meter.

b. Median

Median ialah ruang yang disediakan pada bagian tengah dari jalan untuk membagi jalan dalam masing-masing arah serta untuk mengamankan ruang bebas samping jalur lalulintas.

Median terdiri dari jalur tepian dan pemisah tengah. Sesuai Spesifikasi Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, lebar minimum median dan lebar garis tepi median berdasarkan kelas perencanaan jalannya, seperti yang tercantum pada tabel 3.9. Pada kondisi di mana fasilitas pelengkap jalan terpasang pada median, maka penetapan lebar median perlu memperhitungkan lebar bebas jalan per arah.

Tabel 3.9. *Lebar Minimum dan Lebar Garis Tepi Median [3]*

Kelas Perencanaan		Lebar Minimum Standar (meter)	Lebar Minimum Khusus (meter)	Lebar Garis Tepi Median (meter)
Tipe I	Kelas 1	2,50	2,50	0,75
	Kelas 2	2,00	2,00	0,50
Tipe II	Kelas 1	2,00	1,00	0,25
	Kelas 2	2,00	1,00	0,25
	Kelas 3	1,50	1,00	0,25

Lebar minimum khusus digunakan pada jembatan dengan bentang 50 meter atau lebih, atau pada terowongan dengan *ROW (right of way)* yang sangat terbatas.

c. Bahu jalan

Bahu jalan merupakan suatu struktur yang berdampingan dengan jalur lalu lintas untuk melindungi perkerasan jalan, mengamankan kebebasan samping, serta menyediakan ruang untuk tempat berhenti sementara, parkir, dan pejalan kaki.

Untuk jalur lalu lintas yang telah dilengkapi dengan median, jalur pemisah atau jalur parkir, maka bahu jalan tidak diperlukan lagi.

Bahu jalan dibedakan menjadi 2(dua) macam berdasarkan letak/posisinya pada ruas jalan, yaitu:

- bahu jalan sebelah luar / kiri
- bahu jalan sebelah dalam / kanan

Adapun lebar minimum bahu jalan sebelah luar / kiri sebagaimana yang tertera pada tabel 3.10. Angka yang tercantum ada kolom kedua tabel tersebut menunjukkan lebar minimum bahu untuk ruas jalan yang tidak memiliki jalur khusus untuk pejalan kaki / sepeda. Sedangkan angka pada kolom ketiga menunjukkan lebar bahu untuk ruas jalan yang memiliki jalur khusus untuk pejalan kaki / sepeda pada sebelah luar bahu jalan.

Tabel 3.10. *Lebar Minimum Bahu Jalan Sebelah Kiri / Luar [3]*

Klasifikasi Perencanaan		Lebar Bahu Kiri / Luar (meter)		
		Tanpa Trotoar		Ada Trotoar
		Standar Minimum	Pengecualian Minimum	
Tipe I	Kelas 1	2,00	1,75	-
	Kelas 2	2,00	1,75	-
Tipe II	Kelas 1	2,00	1,50	0,50
	Kelas 2	2,00	1,50	0,50
	Kelas 3	2,00	1,50	0,50
	Kelas 4	0,50	0,50	0,50

Pengecualian minimum hanya dapat digunakan pada jembatan dengan bentang 50 meter atau lebih, atau pada terowongan atau pada daerah dengan *ROW* yang terbatas.

Untuk bahu jalan sebelah kanan/dalam lebar minimum sesuai dengan yang tercantum dalam tabel 3.11.

Tabel 3.11. *Lebar Minimum Bahu Jalan Sebelah Kanan / Dalam [3]*

Kelas Perencanaan		Lebar Bahu Kanan / Dalam (meter)
Tipe I	Kelas 1	1,00
	Kelas 2	0,75
Tipe II	Kelas 1	0,50
	Kelas 2	0,50
	Kelas 3	0,50
	Kelas 4	0,50

d. Pemisah luar

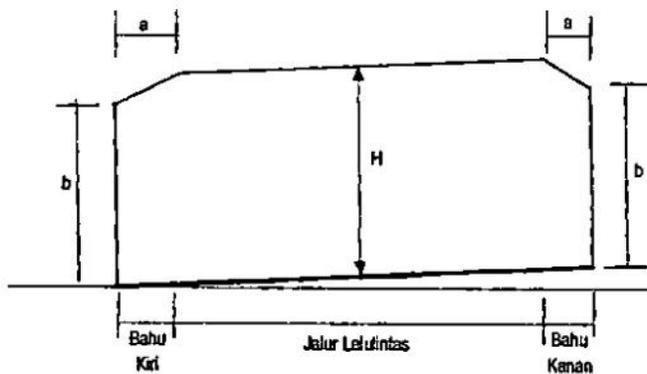
Pemisah luar ialah ruang yang diadakan untuk memisahkan jalur samping dari jalur lalu lintas menerus atau untuk memisahkan jalur lalu lintas lambat dari jalur lain. Selain itu pemisah luar dapat juga bagian yang ditinggikan pada ruang pemisah luar, dibatasi oleh kerb untuk mencegah kendaraan keluar dari jalur.

Jalur pemisah diberikan jika diperlukan untuk memisahkan kendaraan lambat dari kendaraan cepat atau untuk memisahkan lalu lintas yang masuk / keluar ke jalur utama / menerus.

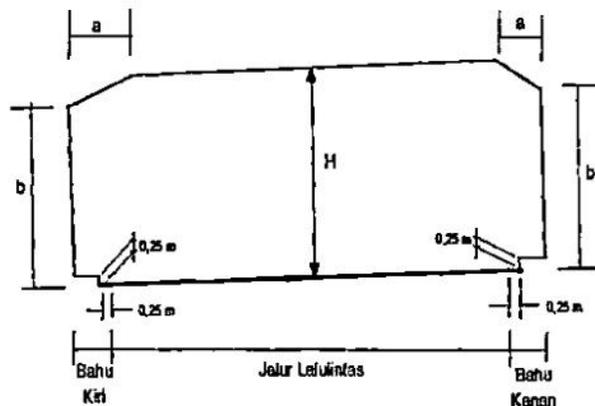
Jalur pemisah terdiri dari pemisah dengan lebar minimum 1,50 meter dan garis tepi di sisi kanan dan kiri dari jalur pemisah yang masing-masing selebar 0,25 meter. Jalur pemisah luar ditinggikan elevasinya dari permukaan jalan dan dibentuk dengan kerb.

3.3.1.4. Ruang bebas pada potongan melintang ruas jalan raya

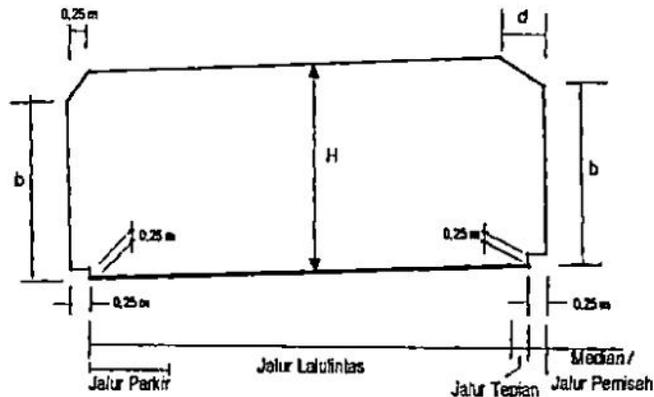
Ruang bebas pada prinsipnya harus sesuai dengan potongan melintang ruas jalan. Dengan demikian berarti bangunan, fasilitas utilitas, pohon dan benda-benda yang tidak bergerak tidak diperkenankan berada di dalam ruang bebas ini. Batasan ruang bebas untuk beberapa kasus jalur lalulintas, dapat dilihat pada gambar 3.5 a,b,c [3] berikut ini.



Gambar 3.5.a. Ruang bebas jalur lalulintas pada ruas jalan dengan bahu



Gambar 3.5.b. Ruang bebas jalur lalulintas pada jembatan dengan bentang 50 meter atau lebih, atau pada terowongan



Gambar 3.5.c. Ruang bebas jalur lalulintas pada ruas jalan tanpa bahu

Adapun besaran dari batasan ruang bebas sebagaimana yang tergambar pada gambar 3.5. di atas, tertera pada tabel 3.12.

Tabel 3.12. Besaran batasan ruang bebas jalur lalulintas pada ruas jalan [3]

Klasifikasi		H (m)	a (m)	b (m)	d (m)
Tipe I	Kelas 1	5,10	1,00 *)	4,60	0,75
	Kelas 2	5,10	1,00 *)	4,60	0,75
Tipe II	Kelas 1	5,10	1,00 *)	4,60	0,50
	Kelas 2	5,10	1,00 *)	4,60	0,50
	Kelas 3	5,10-4,60	1,00 *)	4,60-4,10	0,50
	Kelas 4	4,60	1,00 *)	4,10	0,50

*) atau lebih kecil dari pada lebar bahu

3.3.1.5. Alinemen ruas jalan

Alinemen ialah proyeksi dari profil ruas jalan, yang merupakan salah satu unsur penting dari desain suatu ruas jalan. Hal ini antara lain karena dalam merencanakan dan mendesain ruas-ruas jalan di perkotaan perlu mempertimbangkan hal-hal berikut ini :

- a) penyesuaian dengan keadaan topografi dan geografi daerah sekitarnya
- b) kemantapan alinemen
- c) koordinasi antara alinemen horizontal dan vertikal
- d) perspektif yang dapat disetujui
- e) keamanan dan kenyamanan bagi pemakai jalan, terutama pengemudi kendaraan
- f) keterbatasan dalam pelaksanaan pembangunannya
- g) keterbatasan anggaran pembangunan dan pemeliharaan.

Selain itu kemungkinan tahapan pembangunannya perlu dipertimbangkan; peningkatan perkerasan, perbaikan alinemen, yang mungkin diperlukan di masa mendatang, hendaknya dapat dilaksanakan dengan penggunaan/penambahan sumber daya (terutama biaya) yang seminimum mungkin.

Alinemen terbagi atas 2(dua) komponen, yakni alinemen horizontal dan alinemen vertikal.

Alinemen horizontal merupakan proyeksi dari profil ruas jalan pada bidang datar, yang menunjukkan bentuk rute dan denah geometrik dari suatu ruas jalan. Sedangkan alinemen vertikal merupakan proyeksi dari profil ruas jalan pada bidang vertikal, yang menunjukkan lintasan elevasi dari suatu ruas jalan. Penentuan alinemen ini sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi, di samping kelas kendaraan rencana dan jarak pandangan yang harus disediakan. Untuk jalan perkotaan (urban road)

alinemen harus diatur sedemikian rupa sehingga tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan/persyaratan teknis dasar semata, namun juga untuk menyediakan tempat yang cukup bagi arus lalu lintas para pemakai jalan.

Untuk jalan raya perkotaan di Indonesia aturan serta persyaratan / batasan dari alinemen termasuk ketentuan jarak pandang yang harus disediakan, mengacu pada *Standar Spesifikasi Desain Geometrik Jalan Perkotaan* yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum, tahun 1988.

3.3.2. Persimpangan jalan

Persimpangan merupakan bagian yang terpenting dari jalan raya perkotaan, karena sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, biaya operasi dan kapasitas lalu lintas tergantung pada desain persimpangan. Pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan mencakup pergerakan menerus dan yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki persimpangan dan meliputi pula pergerakan perputaran.

Tujuan utama dari desain dan pengaturan pada persimpangan ialah untuk mengurangi peluang terjadinya kecelakaan/tabrakan antara kendaraan pemakai jalan, pejalan kaki, dan menyediakan fasilitas-fasilitas lain yang memberikan kemudahan, kenyamanan dan ketenangan terhadap para pemakai jalan yang melalui persimpangan.

Pada prinsipnya desain persimpangan harus sedemikian rupa sehingga dapat menampung volume perencanaan tiap jam (VJP) pada jalan tersebut.

Kontrol arus lalu lintas pada persimpangan ada 4(empat) jenis yang dapat digunakan, yakni :

- a) tanpa pengaturan arus lalu lintas
- b) pengaturan dengan rambu peringatan (yield)
- c) pengaturan berhenti (stop)
- d) pengaturan dengan lampu lalu lintas (traffic light)

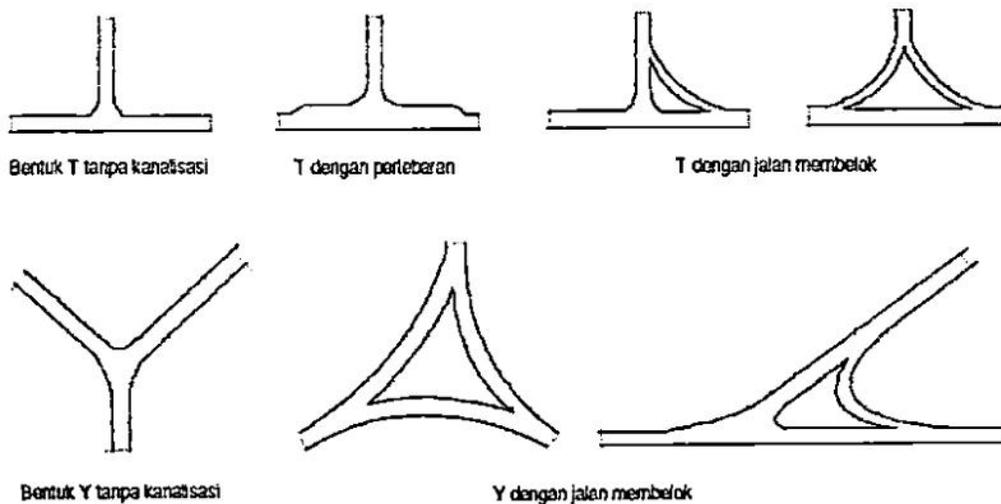
Di samping itu masih terdapat pengaturan dengan memodifikasi desain geometrik persimpangan, yakni dengan menyediakan pulau-pulau lalu lintas atau dapat pula berupa bundaran. Sehingga kontrol arus lalu lintas dimungkinkan pula berupa gabungan dari jenis-jenis kontrol tersebut di atas.

Pada jalan raya dengan kecepatan rencana 60 km/jam atau lebih, kontrol berhenti dan/atau rambu peringatan tidak dapat digunakan.

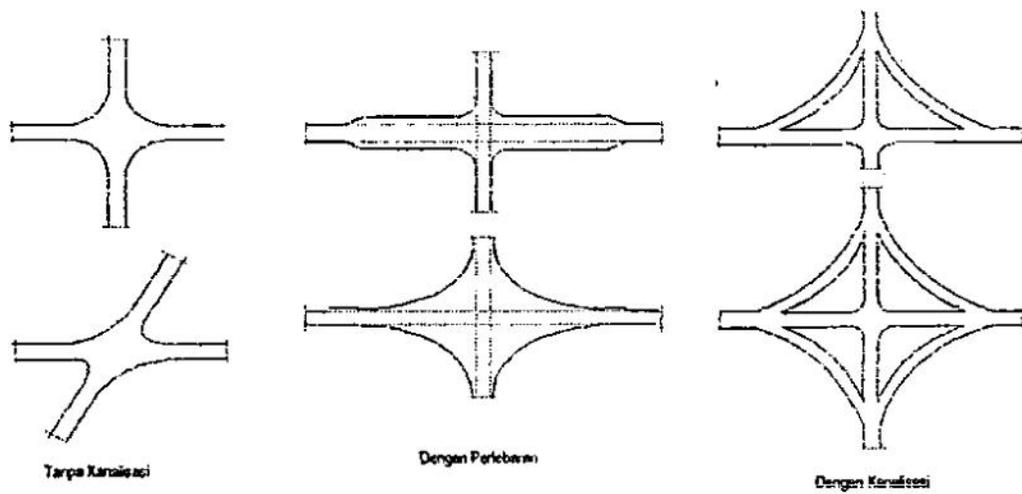
Kecepatan rencana menjelang persimpangan pada dasarnya sama dengan kecepatan rencana pada bagian ruas jalan yang bersangkutan. Namun demikian kecepatan rencana dari arus lalu lintas menerus dapat dikurangi hingga 20 km/jam karena adanya jalur-jalur pembantu dan/ atau median.

Desain persimpangan yang baik ialah jika pertemuan jalan dengan sudut mendekati atau sama dengan 90° . Namun demikian sudut pertemuan antara 60° hingga 90° masih dapat diperkenankan. Ruas jalan yang menyebar pada suatu persimpangan yang merupakan bagian dari persimpangan disebut kaki persimpangan. Kebanyakan persimpangan dari 2(dua) ruas jalan terdiri dari 4(empat) atau 3(tiga) kaki, dan arus lalu lintas utama (major) sedapat mungkin dilayani dengan jalur yang lurus atau mendekati lurus.

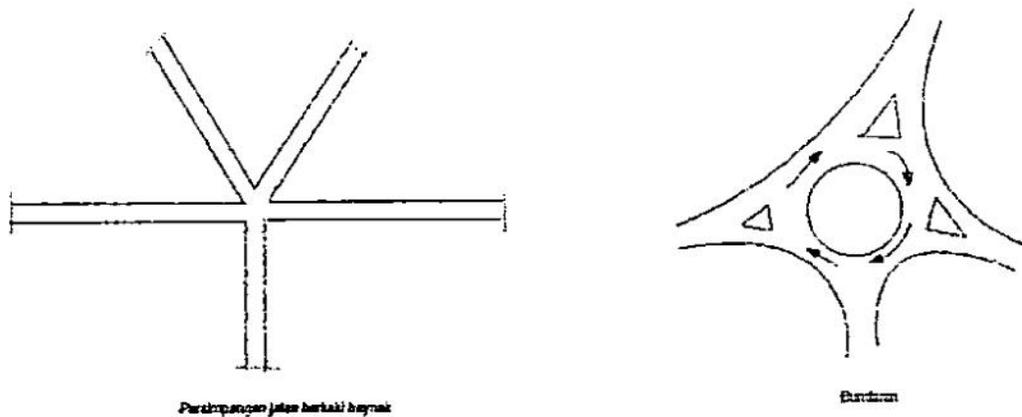
Bentuk-bentuk persimpangan sebidang yang banyak dijumpai dapat dilihat pada gambar 3.6 untuk persimpangan 3 - kaki, gambar 3.7 untuk persimpangan 4 - kaki, serta gambar 3.8 untuk persimpangan berkaki banyak dan bundaran.



Gambar 3.6. Persimpangan 3 - kaki



Gambar 3.7. Persimpangan 4 - kaki



Gambar 3.8. Persimpangan berkaki banyak dan bundaran

Tipe persimpangan ditentukan dari jumlah kaki dan jumlah jalur pada jalan *minor* (jalan yang tidak diprioritaskan) dan jalan *major* (jalan utama), sebagaimana yang tertera pada tabel 3.13.

Tabel 3.13. Tipe-tipe Persimpangan [2]

Kode Persimpangan	Jumlah Kaki Persimpangan	Jumlah Jalur Jalan Minor	Jumlah Jalur Jalan Major
322	3	2	2
324	3	2	4
342	3	4	2
422	4	2	2
424	4	2	4

3.4. Identifikasi Kejenuhan Arus Lalulintas

Kejenuhan arus lalulintas merupakan salah satu indikator dalam menilai kualitas pelayanan suatu ruas jalan, di samping kecepatan perjalanan (travel speed) yang dapat dicapai. Nilai atau derajat kejenuhan ditunjukkan oleh perbandingan antara volume lalulintas yang lewat dengan kapasitas ruas jalan yang bersangkutan (v/c ratio).

Semakin tinggi perbandingan v/c pada suatu ruas jalan, berarti semakin rendah kualitas pelayanannya. Sebaliknya semakin tinggi kecepatan perjalanannya, maka semakin tinggi pula kualitas pelayanan ruas jalan tersebut.

Oleh sebab itu dari hasil hitungan selanjutnya akan dapat di adakan analisis ruas jalan. Jika v/c ratio sebenarnya cukup rendah (berarti kualitas pelayanan ruas jalan cukup tinggi), sedangkan kecepatan

perjalanan rendah, maka berarti terdapat gangguan-gangguan pada ruas jalan yang bersangkutan. Sebenarnya faktor-faktor gangguan sudah dimasukkan dalam hitungan ruas jalan, namun gangguan-gangguan yang cukup besar tidak dimasukkan dalam hitungan, seperti : parkir yang tidak teratur di pinggir jalan, ada pasar atau kegiatan keramaian yang sangat mengganggu ruas jalan, atau terdapat kegiatan pelaksanaan pekerjaan perbaikan / pembangunan ruas jalan yang cukup mempengaruhi / mengganggu perjalanan arus lalu lintas.

Namun demikian, jika *v/c ratio* sudah cukup tinggi dan kecepatan perjalanan juga sudah rendah, maka kemungkinan besar untuk meningkatkan kualitas pelayanan ruas jalan yang bersangkutan ialah dengan perluasan / pelebaran ruas jalan. Perluasan atau pelebaran ruas jalan ini dapat dilakukan secara sebidang atau tidak sebidang (dengan jalan layang).

Dengan demikian dari tinjauan *v/c ratio* dan kecepatan perjalanan pada seluruh jaringan jalan, akan dapat ditentukan peringkat prioritas penanganan ruas jalan.

Perbandingan *v/c* dapat dihitung dengan menghitung terlebih dulu komponen-komponennya, yakni :

- a) volume lalu lintas ruas jalan
- b) kapasitas jalan.

3.4.1. Volume lalulintas

Volume lalulintas dihitung dengan melakukan pencacahan arus lalulintas (traffic counting) yang paling sibuk selama 1(satu) jam. Cara penghitungan sebagai berikut :

- a) Melakukan pencacahan arus lalulintas pada 2(dua) jam di pagi hari (yang diperkirakan sebagai waktu paling sibuk) dan 2(dua) jam pada siang/sore hari (yang diperkirakan sebagai waktu paling sibuk).
- b) Dari hasil pencacahan tersebut selanjutnya dicari waktu 1(satu) jam tersibuk.
- c) Dalam penghitungan volume lalulintas (Q_v), komposisi arus lalulintas dibagi atas 4(empat) jenis kendaraan, yakni :
 - mobil penumpang
 - kendaraan berat
 - sepeda motor
 - kendaraan lambat

Selanjutnya hasil hitungan dikonversikan ke satuan mobil penumpang (Q_p smp), dengan nilai konversi mengacu pada *Indonesian Highway Capacity Manual 1993* untuk ruas jalan [2], yaitu :

- mobil penumpang = 1,00 smp
- kendaraan berat = 1,20 smp
- sepeda motor = 0,25 smp
- kendaraan lambat = 0,80 smp

3.4.2. Kapasitas jalan

Kapasitas suatu ruas atau persimpangan jalan ialah jumlah kendaraan maksimum yang cukup memungkinkan untuk melewati ruas atau persimpangan jalan tersebut dalam periode / jangka waktu tertentu (misalnya 1 jam), dan pada kondisi jalan dan lalulintas yang umum.

Kapasitas jalan dihitung sesuai dengan prosedur perhitungan menurut *Indonesian Highway Capacity Manual 1993*. Adapun cara penghitungan ialah sebagai berikut :

- a) Kapasitas dasar yang dihitung tergantung pada jumlah jalur dan apakah jalan tersebut jalan satu arah atau jalan dua arah. Sebagaimana yang tertera pada tabel 3.15 ; 2/2 berarti 2 lajur - 2 arah, 4/2 berarti 4 lajur - 2 arah, dan 3/1 artinya 3 lajur - 1 arah.
- b) Kapasitas dasar tersebut selanjutnya dikoreksi dengan faktor-faktor koreksi lebar jalan (F_w), lebar kerb (F_{ks}), perbandingan jumlah arus lalulintas masing-masing arah (F_{sp}), faktor gesekan (F_{sf}), dan faktor besar/ukuran kota (F_{cs}).

Dengan demikian analisis kapasitas memerlukan data masukan yang terdiri dari kondisi geometri, kondisi lingkungan, kondisi lalulintas, dan beberapa faktor koreksi seperti yang telah disebutkan di atas.

Nilai kapasitas aktual C (smp/jam) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut [2]:

$$C = C_o \times F_w \times F_M \times F_{CS} \times F_{RE} \times F_{LT} \times F_{RT} \times F_{SP}$$

dengan :

C_o = nilai kapasitas dasar

F_w = faktor koreksi lebar *entry*

F_M = faktor koreksi median pada jalan *major*

F_{CS} = faktor koreksi ukuran kota

F_{RE} = faktor koreksi tipe lingkungan jalan dan gangguan samping

F_{LT} = faktor koreksi belok kiri

F_{RT} = faktor koreksi belok kanan

F_{SP} = faktor koreksi arus terbagi

Nilai kapasitas dasar, C_o

Nilai kapasitas dasar ditentukan berdasarkan tipe persimpangan, sebagaimana yang tercantum di dalam tabel 3.14.

Tabel 3.14. *Tipe Persimpangan dan Kapasitas Dasar [2]*

Tipe Persimpangan	Kapasitas Dasar (smp/jam)
322	2700
342	2900
324	3200
422	2900
424	3400

Nilai faktor koreksi

a. faktor koreksi lebar entry (F_W)

Faktor koreksi lebar *entry* dihitung berdasarkan variabel *input* lebar *entry* persimpangan (W_E) dan tipe persimpangan. Nilai F_W untuk beberapa keadaan dapat dilihat pada tabel 3.15.

Tabel 3.15. Nilai F_W [2]

Effective Carriageway Width, W_{ce} (m)	F_W		
	2/2	4/2	1 - 3/1
5	0,66		0,66
6	0,83		0,83
7	1,00		1,00
8	1,07		1,05
9	1,14		1,10
10	1,21	0,58	1,10
11	1,43	0,68	1,36
12		0,79	
13		0,90	
14		1,00	
15		1,03	
16		1,05	

b. faktor koreksi median jalan major, F_M

Jalan *major* harus mempunyai klasifikasi tipe median jika jalan *major* merupakan jalan 4(empat) jalur. Adapun tipe median berikut besarnya faktor koreksi dapat dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3.16. Tipe median dan nilai F_M [2]

Tipe Median	Deskripsi	F_M
Tidak ada	tidak ada median untuk jalan <i>major</i>	1,0
Sempit	median pada <i>exit</i> jalan <i>major</i> , tetapi tidak lebih dari 2 langkah	1,0
Lebar	median pada <i>exit</i> jalan <i>major</i> , dan diperkenankan lebih dari 2 langkah	1,2

c. faktor koreksi ukuran kota, F_{CS}

Besarnya jumlah penduduk suatu kota akan mempengaruhi karakteristik perilaku pengguna jalan dan jumlah kendaraan yang ada. Nilai faktor koreksi ukuran kota dapat dilihat pada tabel 3.17.

Tabel 3.17. Faktor Koreksi Ukuran Kota [2]

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (juta jiwa)	F_{CS}
Kecil	< 0,3	0,83
Sedang	0,3 - 1,0	0,94
Besar	1,0 - 3,0	1,00
Sangat Besar	> 3,0	1,05

d. faktor koreksi tipe lingkungan jalan dan gangguan samping, F_{RE}

Data kondisi lingkungan yang diperlukan dalam perhitungan meliputi:

1) Tipe lingkungan jalan (road environment, RE)

Kelas tipe lingkungan jalan menggambarkan tata guna lahan dan aksesibilitas dari seluruh aktivitas jalan. Nilai-nilai ini ditetapkan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas.

- (a) Komersial (commercial), yakni penggunaan lahan untuk kegiatan komersial dengan akses samping jalan langsung untuk kendaraan dan pejalan kaki.
- (b) Pemukiman (residential), yakni penggunaan lahan untuk keperluan pemukiman dengan akses samping jalan langsung untuk kendaraan dan pejalan kaki.
- (c) Akses terbatas (restricted access), yakni tidak atau dibatasi untuk akses samping jalan langsung (contoh: adanya pagar pembatas jalan, tebing jalan).

ii. Kelas gangguan samping (side friction, FR)

Gangguan samping digambarkan sebagai adanya pengaruh dari aktivitas samping jalan dalam daerah persimpangan untuk lalu lintas yang melintas, seperti: pejalan kaki yang berjalan di sepanjang jalan atau menyeberang, angkutan kota, pemberhentian untuk naik/turun penumpang, kendaraan yang masuk dan meninggalkan persimpangan, dan ruang parkir di samping jalan. Gangguan samping ditentukan secara kualitatif dengan pertimbangan teknik lalu lintas yang dinyatakan dalam ukuran tinggi (high) atau rendah (low).

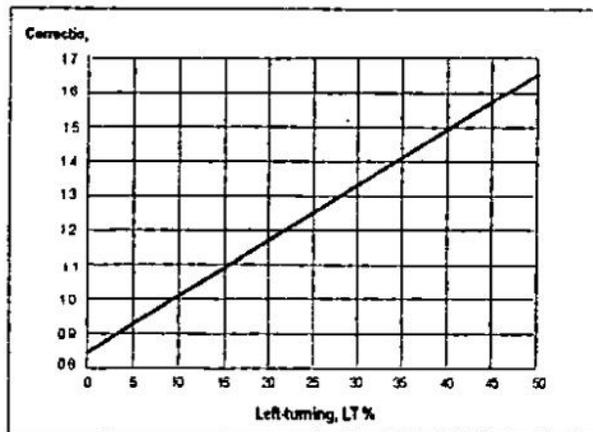
Adapun besarnya nilai faktor koreksi untuk tipe lingkungan jalan dan gangguan samping (F_{RE}) dapat dilihat pada tabel 3.18.

Tabel 3.18. *Faktor Koreksi Tipe Lingkungan dan Gangguan Samping [2]*

Kelas Tipe Lingkungan Jalan (RE)	Kelas Gangguan Samping (FR)	
	Low	High
Komersial	1,00	0,94
Pemukiman	1,00	0,97
Akses Terbatas	1,00	1,00

e. Faktor koreksi belok kiri, F_{LT}

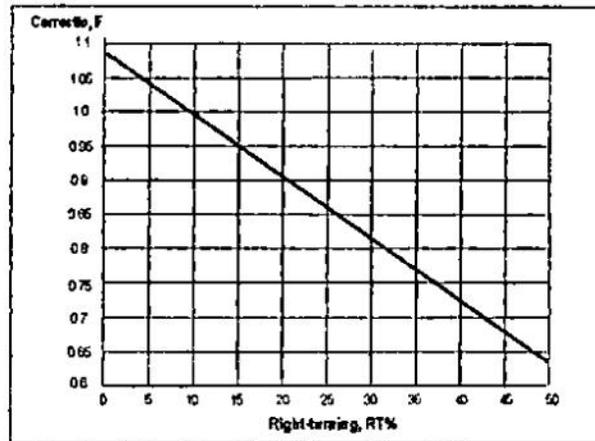
Faktor ini merupakan koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kiri pada persimpangan. Nilai koreksi sesuai gambar 3.9.



Gambar 3.9. *Faktor Koreksi Belok Kiri [2]*

f. Faktor koreksi belok kanan, F_{RT}

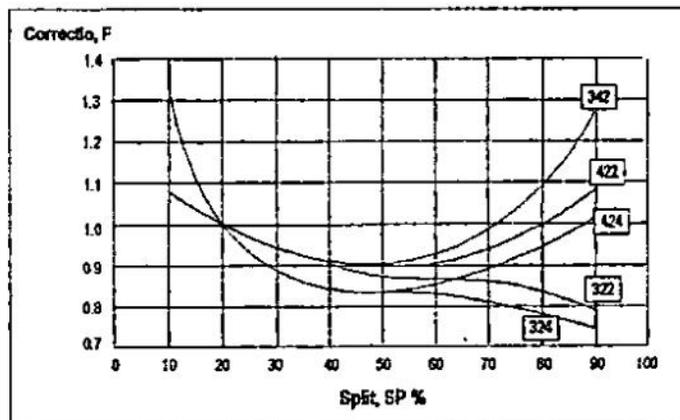
Faktor ini merupakan koreksi dari persentase seluruh gerakan lalu lintas yang belok kanan pada persimpangan. Adapun nilai koreksi mengikuti ketentuan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Faktor Koreksi Belok Kanan [2]

g. Faktor koreksi arus terbagi (split), F_{SP}

Faktor ini merupakan koreksi dari persentase arus lalu lintas jalan minor yang datang pada persimpangan. Nilai faktor ini didapat dari gambar 3.11.



Gambar 3.11. Faktor Koreksi Arus Terbagi (Split) [2]

3.4.3. Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan arus lalulintas (DS) dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut [2]:

$$DS = (Q_v.P) / C \\ = Q_p / C$$

dengan :

Q_v = total arus lalulintas yang masuk persimpangan
(kend./jam)

Q_p = total arus lalulintas aktual (smp / jam)

P = faktor satuan mobil penumpang (smp)

C = kapasitas aktual

Selanjutnya dari nilai DS yang dihasilkan dapat diketahui tingkat / kualitas pelayanan ruas atau persimpangan jalan yang bersangkutan dengan berpedoman pada ketentuan yang tertera dalam tabel 3.19.

Tabel 3.19. Nilai Tingkat Pelayanan Jalan [2]

Tingkat Pelayanan	DS	Deskripsi
A	0,60	• Arus lalulintas tanpa gangguan
B	0,70	• Arus lalulintas stabil dengan sedikit gangguan
C	0,80	• Arus lalulintas stabil dengan hambatan, sehingga memaksa pengendara untuk berpindah-pindah lajur
D	0,90	• Arus lalulintas tidak stabil dengan hambatan, yang mengakibatkan antrian kendaraan
E	1,00	• Arus lalulintas tidak stabil dengan antrian yang panjang
F	> 1,00	• Arus lalulintas macet total

3.5. Prinsip-prinsip Konstruksi Jalan Layang

3.5.1. Definisi jalan layang

Jalan layang ialah jalur jalan raya yang dibangun melintas di atas jalan atau persimpangan dengan memanfaatkan struktur jembatan sebagai unsur pendukung utamanya, yang memenuhi syarat-syarat fungsional dan struktural jalan raya dan jembatan.

Dengan kata lain jalan layang merupakan jembatan yang dibangun melintas di atas jalan, baik jalan raya ataupun jalan kereta api agar terjadi dua atau lebih ruas jalan yang saling bersilangan secara tak sebidang, yang dimanfaatkan sebagai fasilitas bagi arus lalu lintas untuk melintas / menyeberang.

3.5.2. Fungsi jalan layang

Secara umum fungsi jalan layang ialah untuk mengatasi permasalahan lalu lintas pada persimpangan, yakni mengurangi atau meniadakan kemacetan arus lalu lintas dan mengurangi peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas pada persimpangan jalan.

Namun demikian secara rinci fungsi dari jalan layang dapat diuraikan sebagai berikut :

- a) menyediakan persimpangan tak sebidang pada pertemuan dua atau lebih arah lalu lintas jalan raya

- b) mempermudah peluang perpindahan arus lalu lintas (kendaraan) dari satu jalan arteri ke jalan arteri lainnya atau dari jalan lokal ke jalan bebas hambatan
- c) untuk menjamin gerakan yang bebas bagi arus lalu lintas berkecepatan tinggi
- d) untuk menghindari terjadinya efek *bottleneck* pada arus lalu lintas yang berada di sekitar lokasi persimpangan, karena kurangnya daya tampung atau kapasitas dari persimpangan sebidang yang ada.
- e) pertimbangan keamanan, untuk mengurangi terjadinya kecelakaan lalu lintas karena peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas cenderung pada persimpangan jalan yang sebidang.
- f) pertimbangan ekonomi, mengurangi dampak ekonomi dari kemacetan arus lalu lintas yang dominan terjadi pada persimpangan jalan yang sebidang dan lokasi sekitarnya. Kemacetan arus lalu lintas secara ekonomis merugikan dalam hal :
 - naiknya biaya penggunaan bahan bakar, ban, oli, dan perawatan kendaraan serta biaya kecelakaan, di samping semakin lamanya waktu perjalanan para pemakai jalan
 - ada kemungkinan akumulasi dari kerugian-kerugian tersebut di atas bila diperhitungkan secara seksama dapat lebih besar nilainya dari pada biaya awal untuk pembangunan jalan layang.
- g) mengatasi hambatan topografi pada lokasi-lokasi tertentu, yang biaya pengadaan dan/atau penyiapan lahan untuk pembuatan persimpangan sebidang kemungkinan lebih mahal dari pada mengkonstruksi jalan layang.

3.5.3. Pertimbangan umum desain jalan layang

Dari uraian di depan dapat diketahui bahwa terdapat 3(tiga) hal yang menjadi batasan perlunya dibangun suatu jalan layang. Hal-hal tersebut meliputi :

- a) batasan kepadatan arus lalulintas yang melewati ruas jalan *major* dan *minor* yang saling bersimpangan. Hal ini ditunjukkan dengan besaran volume lalulintas (kendaraan per hari) untuk 2(dua) arah sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa batas volume lalulintas minimum (pada ruas jalan *major* dan *minor*) yang mengharuskan dibangunnya jalan layang mengikuti persamaan garis :

$$Y = - 0,364 X + 16.363,64 \quad [10]$$

yang sumbu Y menunjukkan volume lalulintas ruas jalan minor dan sumbu X merupakan volume lalulintas ruas jalan major, dengan batas-batas minimum seperti yang tertera pada tabel 3.20.

Tabel 3.20. *Batasan volume lalulintas harian minimum untuk dibangunnya jalan layang*

Ruas Jalan yang Bersimpangan	<i>Major Road</i> (vol. kend./hari)	<i>Minor Road</i> (vol. kend./hari)
Batas Min. Atas	12.000	12.000
Batas Min. Bawah	45.000	0

- b) ruas jalan yang layak dibangun/dihubungkan dengan jalan layang ialah ruas jalan dengan kecepatan rencana minimum 60 km/jam.
- c) persimpangan yang layak diatasi dengan pembangunan ruas jalan layang ialah persimpangan dengan derajat kejenuhan arus lalu lintas lebih dari 0,80.

Dari ketiga batasan tersebut di atas dapat diketahui bahwa ruas jalan yang layak dibangun/dihubungkan dengan jalan layang ialah ruas-ruas jalan *major* tipe I kelas 1, tipe I kelas 2, dan tipe II kelas 1. Sedangkan ruas jalan *minor* yang dilintasi pada persimpangan berkemungkinan dari kelas terendah (tipe II kelas 4) hingga kelas tertinggi (tipe I kelas 1). Secara rinci pembagian kelas seperti tertera pada tabel 3.21. Hal ini berlaku pada lokasi dengan kondisi topografi yang relatif datar atau rata, dengan pertimbangan-pertimbangan :

- pengutamaan prioritas bagi ruas jalan *major*, yang komposisi arus lalu lintasnya terdiri dari kendaraan cepat dan tanpa kendaraan lambat, sehingga dalam operasinya nanti dapat berfungsi secara maksimal karena hambatan-hambatan kecepatan dapat dihindari terutama pada bagian jalan pendekat (ramp) yang mendaki
- bentang yang diperlukan relatif lebih pendek, karena persyaratan ruang bebas bagi ruas jalan *minor* yang dilintasi relatif lebih kecil
- jalan masuk ruas jalan *major* cenderung terbatas (terkontrol), sedangkan pada ruas jalan *minor* lebih terbuka karena fungsinya sebagai akses atau penghubung langsung ke komponen / lokasi sistem kegiatan lokasi perkotaan

Tabel 3.21. Pembagian Kelas Jalan Major Terhadap Jalan Minor pada Persimpangan Tak Sebidang

Status	Underpass		Ruas Jalan Minor					
			I		II			
Flypass			1	2	1	2	3	4
Ruas Jalan Major	I	1						
		2						
	II	1						

Pengecualian terhadap ketentuan tersebut di atas masih dapat dimungkinkan dengan maksud untuk menyesuaikan dengan kondisi topografi lokasi yang bersangkutan.

Di samping itu desain jalan layang merupakan suatu kumpulan masalah yang kompleks, dan masing-masing memiliki suatu kombinasi persoalan yang unik, yang timbul dari keperluan untuk memenuhi tuntutan kepentingan arus lalu lintas, jaringan jalan raya yang ada, kondisi topografi, tata guna lahan dan lingkungan fisik, serta sosial ekonomi dan politik.

Pada tahap awal desain jalan layang, hal-hal yang perlu dipertimbangkan ialah sebagai berikut :

- a) keperluan arus lalu lintas melewati jalan layang

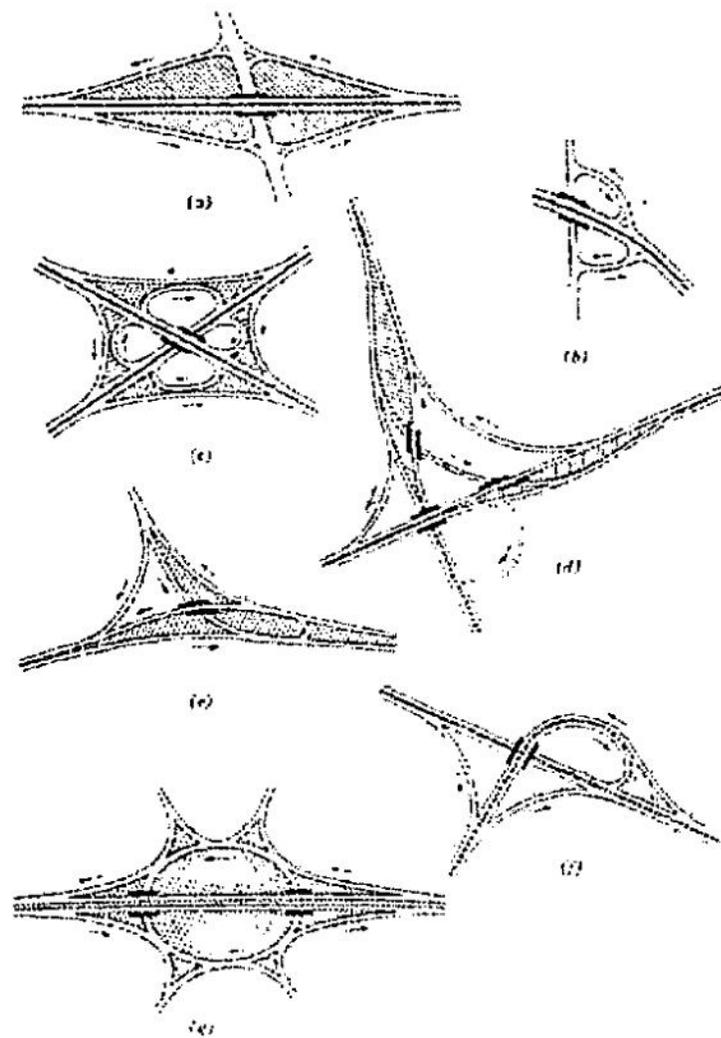
- b) biaya-biaya modal dan operasi umum terhadap pengadaan lahan, penyesuaian topografi dan lingkungan, perkerjasama, dan penyiapan lapangan
- c) area minimum yang diperlukan untuk struktur jalan layang, mendorong kemungkinan / peluang penghematan dengan mengalokasikan lahan yang melingkungi untuk pemanfaatan pertanian atau tempat pemeliharaan (yang tertutup) namun mencakup biaya akses

Dari ketiga item tersebut di atas, penentuan tata lapangan dan konfigurasi konstruksi struktur jalan layang boleh jadi merupakan masalah yang paling rumit.

Terdapat 2(dua) macam jalan layang pada persimpangan, yaitu :

- jalan layang tanpa menyediakan jalan/jalur alternatif yang menghubungkan kedua ruas jalan yang bersilangan pada elevasi yang berbeda tersebut
- jalan layang yang dilengkapi dengan jalan / jalur yang menghubungkan kedua elevasi jalan yang bersilangan tersebut.

Secara geometris terdapat beberapa alternatif desain *layout* jalan layang, yang meliputi bentuk-bentuk umum yang dikenal seperti : belah ketupat (diamond), setengah semanggi, semanggi, direksional, bentuk - Y, bentuk - T (trumpet), dan jalan layang dengan bundaran (gambar 3.12).



Keterangan Bentuk :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| (a) Belah ketupat (Diamond) | (e) Bentuk - Y |
| (b) Setengah Semanggi | (f) Bentuk - T atau Terompel |
| (c) Semanggi | (g) Jalan layang dengan Bundaran |
| (d) Direksional | |

Gambar 3.12. Macam Bentuk Denah Jalan Layang pada Persimpangan

3.5.4. Penggolongan desain jalan layang

Desain jalan layang dapat digolongkan menurut tujuan fungsional, konfigurasi dan sistem struktur, material dan metoda pelaksanaan konstruksi yang digunakan, serta macam *site* di mana jalan layang akan dibangun.

Penggolongan menurut Tujuan Fungsional, mengindikasikan hal-hal sebagai berikut:

- tipe lalu lintas yang memanfaatkan, menunjukkan kelas jalan yang dilayani berikut standar-standar geometri jalan yang dapat diaplikasikan
- macam ruang (*space*) yang harus dihubungkan dengan bentangan (*span*), seperti : jalan layang yang melintasi sejumlah jalur jalan rel dan jalan-jalan penunjang, atau jalan layang yang melintasi jalur-jalur jalan raya dan persimpangan dari kelas-kelas tertentu.

Penggolongan menurut Konfigurasi, menunjukkan deskripsi :

- sistem struktur utama yang mendukung beban-beban secara gravitasional
- rincian detail dari sistem struktur sekunder (komponen struktur)

Penggolongan menurut Material Konstruksi, khusus untuk struktur beton pembagian utamanya meliputi :

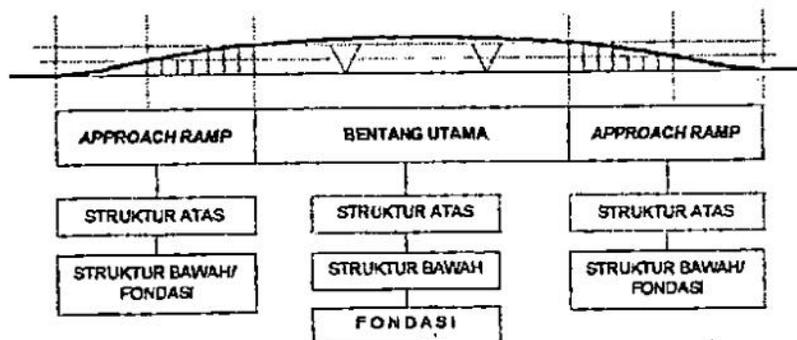
- beton bertulang (konvensional)
- beton pratekan
- struktur komposit

Perlu diterangkan pula apakah seluruh beton merupakan beton cor di tempat (cast in situ), atau jika tidak, maka elemen-elemen mana saja yang pracetak. Jika merupakan struktur beton komposit, maka jenis / macam dari material lainnya perlu diterangkan.

Penggolongan menurut Metoda Pelaksanaan Konstruksi, seringkali menjadi hal yang penting dalam klasifikasi struktur jalan layang, sebagaimana halnya tentang kondisi *site* yang akan mempengaruhi desain dan metoda pelaksanaan konstruksi. Lebih lanjut hal ini akan dibicarakan pada tipe-tipe struktur dan metoda konstruksi jalan layang.

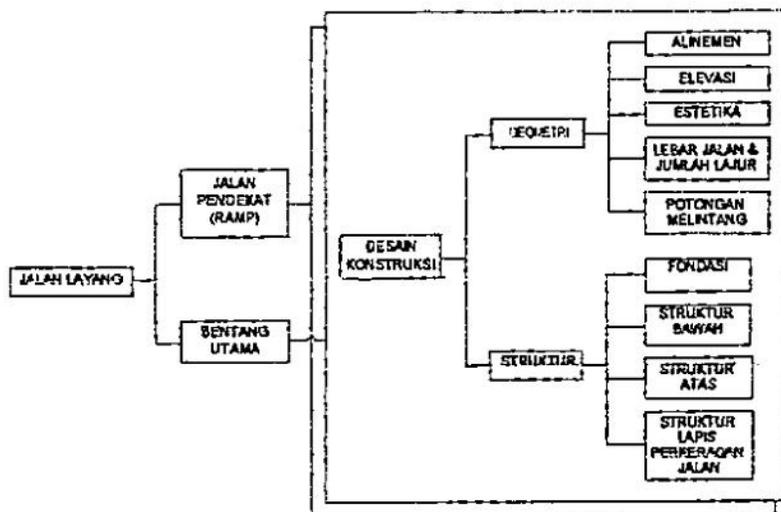
3.5.5. Bagian/komponen konstruksi jalan layang

Secara fisik jalan layang terdiri dari 2(dua) bagian konstruksi utama, yakni bagian konstruksi bentang utama dan bagian konstruksi jalan pendekat (ramp) (gambar 3.13), yang masing-masing bagian secara garis besar terdiri dari 2(dua) komponen desain konstruksi, yakni komponen desain geometri dan komponen desain struktur.



Gambar 3.13. Bagian-bagian Konstruksi Struktur Jalan Layang

Komponen desain geometri meliputi : alinemen, elevasi, bentuk/tampilan (estetika), lebar dan jumlah jalur, serta potongan melintang. Sedangkan komponen desain struktur terdiri dari : fondasi, struktur bawah, struktur atas, dan struktur lapis perkerasan jalan. Secara hirarki, *breakdown* dari bagian/komponen desain konstruksi jalan layang dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Breakdown Bagian/Komponen Desain Konstruksi Jalan Layang

3.5.6. Ketentuan desain geometri

Desain geometri jalan layang dibatasi oleh ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- a) standar desain geometri yang berlaku untuk jalan raya, yang untuk lokasi perkotaan di Indonesia mengacu pada Standar Spesifikasi Desain Geometrik Jalan Raya Perkotaan yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

- b) persyaratan ruang bebas yang harus disediakan untuk jalan bawah yang dilintasi, dan hal ini sangat dominan dalam penentuan panjang, alinemen, dan elevasi ruas bentang utama.
- c) ketersediaan serta tata guna lahan di lokasi pembangunan dan sekitarnya, yang akan berpengaruh pada desain geometrik dari jalan pendekat (ramps), yakni terhadap penentuan panjang, alinemen, dan kelandaiannya.

Di samping itu desain geometri juga perlu memperhatikan dan mempertimbangkan faktor estetika, agar tampilan jalan layang yang dibuat dapat lebih memberikan kesan positif (aman dan nyaman) bagi para pemakai jalan, serta kesan serasi terhadap lingkungan lokasi bagi masyarakat yang berada di sekitar lokasi yang bersangkutan.

Dengan demikian desain jalan layang harus mempertimbangkan faktor-faktor penting yang berpengaruh, yang terdiri dari :

- tipe dan kelas jalan
- volume lalu lintas
- kecepatan rencana
- keadaan topografi
- tata guna tanah dan rencana pengembangannya
- biaya dan administrasi pelaksanaan pembangunan
- manfaat bagi pemakai jalan

3.5.6.1. Desain geometrik jalan pendekat (ramp)

Jalan pendekat (*ramp*) ialah ruas jalan yang menghubungkan ruas jalan yang dihubungi dengan bentang utama dari jalan layang, sehingga *ramp* berfungsi mangakomodasi arus lalu lintas yang akan melewati bentang utama jalan layang, dalam rangka melintasi ruas jalan yang berada di bawahnya secara tak sebidang.

a. Alinemen

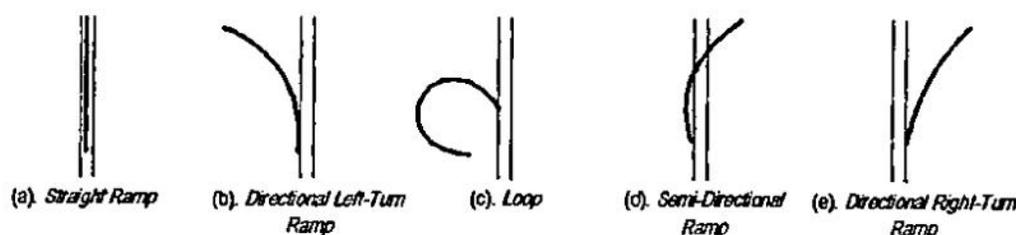
Alinemen *ramp* baik horizontal maupun vertikal dipengaruhi oleh 4(empat) faktor, yakni :

- alinemen dari bentang utama dan jalan yang dihubungi
- elevasi dari bentang utama
- keadaan topografi setempat
- tataguna lahan dan rencana pengembangan di sekitar lokasi

Oleh karenanya terdapat 5(lima) alternatif bentuk dasar alinemen horizontal *ramp* sesuai fungsinya (gambar 3.15), yakni :

- a) *ramp* yang menerus/lurus (*straight ramp*), untuk pendekat ruas jalan dengan bentang utama jalan layang yang asnya saling sejajar, sebagai ruas jalan pendakian/penurunan yang lurus.
- b) *ramp* untuk arah menyimpang/belok kiri yang langsung (*directional left-turn ramp*)
- c) *ramp* dengan lintasan *loop* (memutar), untuk berbelok ke arah kanan dengan cara perjalanan berputar ke arah kiri

- d) *ramp* semi/setengah langsung (semi-directional ramp), untuk pindah arah ke kanan dengan sedikit menyerong ke arah kiri terlebih dulu.
- e) *ramp* dengan arah ke kanan yang langsung (directional right-turn ramp)



Gambar 3.15. Alternatif Bentuk Dasar Alinemen Horizontal Ramp

Di samping itu agar dapat dihasilkan desain geometrik *ramp* yang *comfortable* (aman dan nyaman dilalui), maka dalam mendesain perlu memperhatikan dan mengikuti batasan kecepatan rencana yang dipersyaratkan sebagaimana tercantum pada tabel 3.22.

Tabel 3.22. Batasan Kecepatan Rencana untuk Ramp [3]

Kelas dan Kecepatan Rencana Ruas Jalan yang Bersilangan (km/jam)			Jalan Utama / Major Road (Jalan Tipe I dan Tipe II)		
			100	80	60
Jalan Menyalang (Minor Road)	Tipe I	100	80,60,50		
	Kelas 1	80	60,50,40	60,50,40	
	Kelas 2	60	60,50,40	60,50,40	60,50,40
	Tipe II	60			
	Kelas 1	50	40,35,30	40,35,30	40,35,30,25

Dari batasan kecepatan rencana tersebut selanjutnya dapat diketahui batas jari-jari lengkung (tikungan) minimum bagi desain *ramp* yang menikung (tabel 3.23), berikut superelevasi ruas jalan yang diperlukan (tabel 3.24 dan 3.25 [3]).

Tabel 3.23. *Jari-jari lengkung tikungan minimum ramp*

Kecepatan Rencana (km/jam)	Standar Minimum (meter)	Pengecualian Minimum (meter)
80	280	230
60	140	110
50	90	70
40	50	40
35	40	30
30	30	20
25	20	15

Tabel 3.24. *Superelevasi Ramp untuk Kemiringan Melintang Standar 2%*

Super Elevasi (%)	Jari - jari Tikungan (meter) dengan Kecepatan Rencana (km/jam)			
	80	60	50	40,35,30,25
10	s/d 280	s/d 140	s/d 90	s/d 50
9	280 - 330	140 - 180	90 - 120	50 - 70
8	330 - 380	180 - 220	120 - 160	70 - 90
7	380 - 450	220 - 270	160 - 200	90 - 130
6	450 - 540	270 - 330	200 - 240	130 - 160
5	540 - 670	330 - 420	240 - 310	160 - 210
4	670 - 870	420 - 560	310 - 410	210 - 280
3	870 - 1240	560 - 800	410 - 590	280 - 400
2	1240 - 3500	800 - 2000	590 - 1300	400 - 800

Tabel 3.25. *Superelevasi Ramp untuk Kemiringan Melintang Standar 1,5%*

Super Elevasi (%)	Jari - jari Tikungan (meter) dengan Kecepatan Rencana (km/jam)			
	80	60	50	40,35,30,25
2	1240 - 2100	800 - 1370	590 - 1000	400 - 600
1,5	2100 - 2500	1370 - 1500	1000 - 1300	600 - 800

Batasan jari-jari tikungan minimum dimaksudkan selain untuk memperoleh desain yang aman dan nyaman dilalui, juga dapat dimasukkan sebagai bahan pertimbangan pada saat mendesain, untuk memperkirakan luasan lahan yang diperlukan untuk pengadaan *ramp* tersebut.

b. Potongan melintang

Lebar jalur ramp pada umumnya 3,50 meter, dengan batasan lebar bahu seperti tertera pada tabel 3.26, dengan jalur tepian bahu ramp selebar 0,50 meter

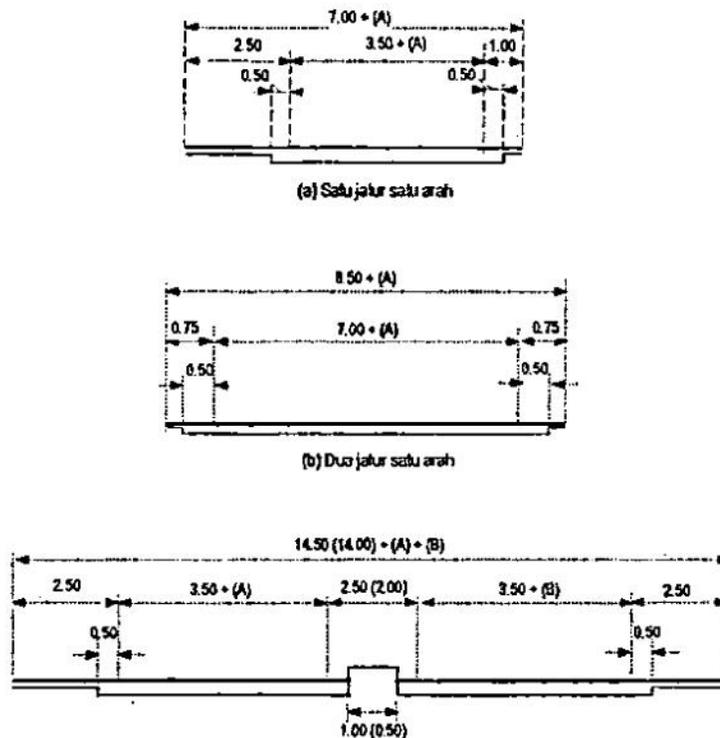
Tabel 3.26. *Lebar Bahu Ramp [3]*

Jalur dan Arah	Lebar Bahu (meter)	
	Kiri	Kanan
1 jalur - 1 arah	2,50	1,00
2 jalur - 1 arah	0,75	0,75

Lebar median pada ramp dua arah ialah 2,0 meter termasuk lebar pemisah tengah (*central separator*) selebar 1,0 meter. Namun terdapat pengecualian jika pada ramp terdapat pemisah oleh bangunan, maka lebar pemisah tengah dapat diperkecil sampai nilai minimum, yakni selebar 0,50 meter.

Ruang bebas untuk *ramp* mengikuti batasan ruang bebas yang berlaku, yang telah disampaikan di depan (point 3.3.1.4.).

Potongan melintang standar untuk *ramp* dapat dilihat pada gambar 3.16a, b, dan c.



Gambar 3.16. Potongan Melintang Standar Ramp [3]

3.5.6.2. Desain geometrik pertemuan ramp dan ruas jalan/jalan layang

Pertemuan *ramp* dengan ruas jalan yang dihubungi atau dengan ruas jalan layang harus didesain sedemikian rupa, terutama dalam hal bentuk geometrik dan panjang ruas pertemuan, agar dapat memberikan kesempatan yang cukup bagi pengemudi kendaraan untuk menyesuaikan

kecepatan kendaraannya dengan kecepatan kendaraan yang berada pada jalur jalan yang dimasukinya (pada saat menggabungkan diri dengan arus lalu lintas pada jalur jalan yang dimasuki). Penyesuaian kecepatan ini bisa berupa perlambatan atau percepatan jalannya kendaraan. Dengan demikian desain pertemuan ini dimaksudkan agar pada saat suatu kendaraan mulai memisah dari jalurnya, kemudian mengadakan penyesuaian kecepatan dan bergabung dengan arus lalu lintas yang berada di ruas jalan yang dimasukinya, tidak menciptakan gangguan/hambatan yang berarti bagi arus lalu lintas baik yang berada pada jalur/ruas jalan yang ditinggalkan maupun yang berada pada jalur/ruas jalan yang dimasukinya.

a. Batasan jalur perlambatan (deceleration lane)

Panjang standar jalur perlambatan yang diperlukan ialah sebagaimana yang tertera pada tabel 3.27. Untuk 2(dua) jalur perlambatan, panjang minimum harus sebesar (120 - 150)% dari nilai yang tercantum dalam tabel tersebut.

Tabel 3.27. *Panjang standar jalur perlambatan dan taper [3]*

Kecepatan Rencana (km/jam)	100	80	60	50	40
Panjang jalur perlambatan standar (tidak termasuk panjang taper) (meter)	90	80	70	50	30
Panjang taper standar (searah/sejajar) (meter)	60	50	45	40	40

Untuk jalur perlambatan yang menurun, maka panjang minimumnya ditentukan berdasarkan hasil perkalian angka-angka yang terdapat pada tabel 3.27 tersebut di atas dengan koefisien yang terdapat dalam tabel 3.28.

Tabel 3.28. Koefisien panjang minimum jalur perlambatan menurun [3]

Kelandaian jalur menerus rata-rata (%)	$0 < i < 2$	$2 < i < 3$	$3 < i < 4$	$i > 4$
Koefisien	1,00	1,10	1,20	1,30

b. Batasan jalur percepatan (acceleration lane)

Panjang standar jalur percepatan yang diperlukan ialah sebagaimana yang tertera pada tabel 3.29. Untuk 2(dua) jalur perlambatan, panjang minimum harus sebesar (120 - 150)% dari nilai yang tercantum dalam tabel tersebut.

Tabel 3.29. Panjang standar jalur percepatan dan taper [3]

Kecepatan Rencana (km/jam)	100	80	60	50	40
Panjang jalur percepatan standar (tidak termasuk panjang taper) (meter)	180	160	120	90	50
Panjang taper standar (searah/sejajar) (meter)	60	50	45	40	40

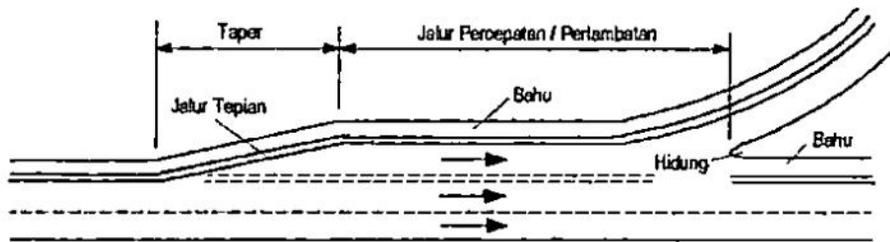
Untuk jalur percepatan yang menurun, maka panjang minimumnya ditentukan berdasarkan hasil perkalian angka-angka yang terdapat pada tabel 3.29 tersebut di atas dengan koefisien yang terdapat dalam tabel 3.30.

Tabel 3.30. Koefisien panjang minimum jalur percepatan menurun [3]

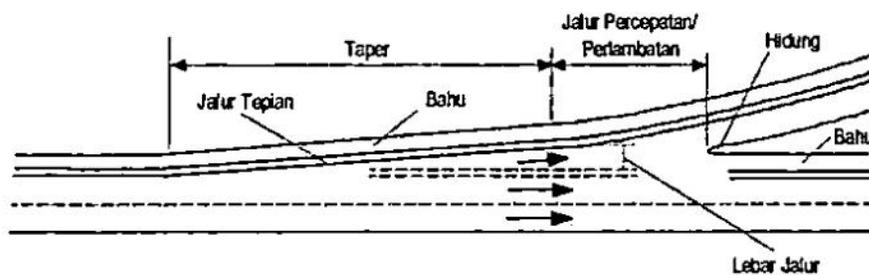
Kelandaian jalur menerus rata-rata (%)	$0 < i < 2$	$2 < i < 3$	$3 < i < 4$	$i > 4$
Koefisien	1,00	1,20	1,30	1,40

Jarak antara terminal *ramp* yang berdekatan (successive ramp terminals) harus dibatasi dengan jarak minimum untuk menjamin keselamatan dan kelancaran arus lalu lintas.

Terdapat 2(dua) tipe desain pertemuan (terminal) antara *ramp* dan ruas jalan/ruas jalan layang, yakni : tipe sejajar (gambar 3.17) dan tipe taper (gambar 3.18).



Gambar 3.17. Desain Terminal Ramp Tipe Sejajar



Gambar 3.18. Desain Terminal Ramp Tipe Taper

3.5.6.3. Desain geometrik ruas bentang utama jalan layang

Ruas bentang utama jalan layang secara geometrik merupakan ruas jalan utama (major road) yang dihubungkannya dengan perubahan elevasi. Dengan demikian desain/batasan geometriknya diusahakan sedapat mungkin mengikuti desain/batasan geometrik dari jalan utama yang bersangkutan agar tetap memenuhi fungsinya, dengan beberapa penyesuaian seperlunya.

Adapun desain geometrik sesuai tipe, kelas dan fungsi ruas jalan yang dihubungi, meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1) Alinemen, yang terdiri dari :
 - (a) Alinemen horizontal, mengikuti/menyesuaikan alinemen horizontal ruas jalan yang dihubungi dan harus masih dalam batas-batas geometrik yang diperkenankan. Dalam hal ini perlu diperhatikan agar bagian struktur bawah dari bentang utama tidak mengganggu kebebasan dan jarak pandangan yang diperlukan bagi ruas jalan yang berada di bawahnya. Disamping itu penyesuaian/penentuan alinemen horizontal perlu pula memperhatikan dan mempertimbangkan luasan lahan yang tersedia, baik untuk konstruksi fondasi dan penempatan struktur bawah maupun untuk keperluan pelaksanaan konstruksi / pembangunan secara keseluruhan.
 - (b) Alinemen vertikal, harus mengikuti batasan-batasan yang diperkenankan berdasarkan jarak pandangan yang diperlukan, kelandaian, dan kepentingan untuk drainase permukaan jalan

- 2) Elevasi, ditentukan berdasarkan ruang bebas yang diperlukan bagi ruas jalan yang berada di bawahnya, ditambah dengan ketebalan yang harus disediakan untuk keperluan struktur atas bentang utama serta ketebalan struktur lapis perkerasan.
- 3) Bentuk / tampilan yang berhubungan dengan Estetika, dipertimbangkan berkaitan dengan kesesuaian / keserasian dengan lingkungan sekitar lokasi. Di samping itu tampilan harus diupayakan mampu memberikan kesan aman, nyaman, rapi (tetatur), bersih dan keleluasaan bagi para pemakai jalan dan masyarakat yang berada di sekitar lokasi.
- 4) Komponen desain potongan melintang jalan yang meliputi : lebar jalan, lebar dan jumlah jalur, pembatas baik tengah (median) maupun tepi dan bahu jalan mengikuti desain potongan melintang ruas jalan utama yang dihubunginya.

3.5.7. Ketentuan desain struktur

Desain struktur suatu jalan layang merupakan upaya pencapaian tujuan yang berkaitan dengan kekuatan dan keamanan struktural dalam rangka memenuhi tingkat pelayanan fungsional yang dikehendaki, baik pada saat pelaksanaan pembangunan maupun pada saat pengoperasian jalan layang yang bersangkutan.

Dengan demikian desain struktur dimaksudkan untuk mengembangkan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Spesifikasi dari sifat dan tingkat besarnya berbagai macam beban yang kecil kemungkinannya terlampaui selama umur struktur, di samping mengembangkan suatu inventarisasi dari kombinasi berbagai macam beban yang realistis dan logis, sebagai beban yang bekerja.
- 2) Kondisi atau persyaratan untuk mencegah terjadinya kinerja struktur yang tidak diinginkan karena beban-beban yang bekerja tersebut.
- 3) Spesifikasi dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya peningkatan kinerja dari beban-beban karakteristik atau kombinasi beban, sehingga kemungkinan terjadinya beban-beban tersebut terlampaui pada kenyataannya adalah sangat kecil (mendekati nol). Hal ini disebut beban batas (ultimate).
- 4) Kondisi atau persyaratan yang diperlukan agar kemungkinan terjadinya kinerja struktur yang tidak diinginkan pada beban batas (ultimate) tersebut benar-benar kecil.

Perangkat (sarana) yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut di atas ada bermacam-macam, tergantung kepada dasar dari metoda desain yang digunakan. (Dasar dari metoda desain tersebut tidak akan dibahas dalam tulisan ini).

Tujuan dari desain struktur pada hakekatnya untuk menentukan tipe dari konfigurasi sistem struktur secara keseluruhan yang paling memadai digunakan, berikut tipe/bentuk dari komponen-komponen strukturnya (struktur atas dan struktur bawah) beserta dimensi dan batas-batas kekuatannya. Untuk itu desain struktur harus dapat memenuhi pelayanan

terhadap keperluan desain geometris yang merupakan persyaratan fungsional dari jalan layang.

Dengan demikian untuk mencapai tujuan tersebut di atas, maka hal penting yang perlu dilakukan sebelum memulai proses desain struktur secara mendetail ialah :

- 1) Mencari dan menginventarisasi korelasi antara keluaran-keluaran desain geometris sebagai dasar pertimbangan dan unsur-unsur hasil akhir dari tujuan desain struktur yang hendak dicapai. Hal ini merupakan hubungan sebab - akibat antara desain geometrik dan desain struktur.
- 2) Menelaah kembali kondisi-kondisi yang ada, yang merupakan dasar pertimbangan dari desain geometrik, untuk keperluan penajaman keputusan dalam desain struktur. Hal ini dimaksudkan agar desain yang dihasilkan benar-benar merupakan keluaran yang paling sesuai dan optimum dari beberapa alternatif yang mungkin dapat diimplementasikan.
- 3) Melakukan *site investigation* dan analisis, terutama terhadap aspek geoteknik dan hidrologis, untuk kepentingan desain struktur fondasi dan sistem drainasi. (Lebih lanjut hal ini tidak akan dibahas dalam tulisan ini).

Secara hirarkis, maka yang harus ditentukan terlebih dahulu ialah tipe dari konfigurasi struktur secara keseluruhan, baru kemudian dapat ditentukan tipe dari masing-masing komponen struktur berikut dimensi

dan batasan kekuatannya, agar dapat berfungsi secara maksimal dengan aman.

3.5.8. Kaitan antara desain geometrik dan desain struktur

Berbeda dengan metoda pelaksanaan konstruksi yang selalu dimulai dari bagian struktur yang paling bawah (yang paling besar menampung beban), maka untuk memenuhi fungsi struktur umumnya proses desain struktur akan selalu dimulai dari bagian struktur yang paling atas atau yang terlebih dulu menerima / menampung beban eksternal secara langsung. Hal ini karena terdapat hubungan sebab - akibat antara bagian struktur yang berada / terletak di bagian atas (yang menyalurkan beban) dengan yang berada di bawahnya (yang menerima beban).

Demikian pula halnya dengan desain struktur jalan layang, yang urut-urutannya selalu dimulai dari desain struktur atas, struktur bawah dan fondasi. Namun khusus untuk jalan layang, sebelum dilakukan proses desain struktur untuk komponen-komponen struktur tersebut di atas, yang terlebih dulu perlu dilakukan ialah menentukan tipe dari struktur (konfigurasi struktur) jalan layang secara keseluruhan, baru kemudian tipe dari komponen-komponen strukturnya. (Selanjutnya yang akan dibahas di sini ialah bagian struktur atas ruas bentang utama dari jalan layang, sedangkan struktur *ramps* tidak akan dibahas). Hal ini sesuai yang dikemukakan oleh Barker dan Puckett (1997), bahwa bila dua ruas jalan bersilangan tak sebidang, maka desain geometrik persimpangan akan menentukan panjang bentang dan pemilihan tipe jembatan [4].

Untuk keperluan penentuan tipe struktur yang dimaksud, maka dasar pertimbangan utama yang digunakan ialah solusi dari desain geometrik yang telah diputuskan sebelumnya, yang telah dibuat berdasarkan unsur-unsur pertimbangan :

- pemenuhan fungsi dan kelas ruas jalan yang dihubungi
- penyesuaian dengan kondisi situasi lokasi dan lingkungan.

Adapun elemen - elemen desain geometrik yang dijadikan dasar pertimbangan pada penentuan Tipe Struktur sebagai penjabaran dari hubungan sebab - akibat yang dimaksud, ialah sebagai berikut :

1) Untuk menentukan Tipe Struktur secara keseluruhan :

(a) alinemen vertikal, yakni kelengkungan vertikal (longitudinal) struktur atas. Namun karena *gradient* elevasi yang terjadi di sepanjang permukaan struktur atas karena kelengkungan tersebut bila dibandingkan dengan panjang bentang adalah sangat kecil, maka hal ini menjadi tidak dominan karena tidak begitu berpengaruh bagi geometrik komponen struktur pendukung utama.

(b) alinemen horizontal, meliputi :

- i) kelengkungan (*curvature*)/jari-jari tikungan yang diperlukan
- ii) *skewness* untuk memenuhi superelevasi permukaan jalan yang diperlukan

- (c) ruang bebas ruas jalan bawah yang harus disediakan, meliputi :
 - i) panjang bentang utama struktur atas
 - ii) jarak dan jumlah pilar/struktur bawah yang harus disediakan
 - iii) batasan ketebalan struktur atas yang dipersyaratkan
 - iv) ketinggian struktur bawah yang diperlukan
- (d) pertimbangan estetika, meliputi :
 - i) tampilan/kesan geometris
 - ii) keserasian dengan situasi lokasi dan lingkungan sekitarnya.

2) Untuk menentukan Tipe Struktur Atas :

- (a) alinemen horizontal, meliputi :
 - i) kelengkungan (curvature)/jari-jari tikungan yang diperlukan
 - ii) *skewness* untuk memenuhi superelevasi permukaan jalan yang diperlukan
- (b) ruang bebas ruas jalan bawah yang harus disediakan, meliputi :
 - i) panjang bentang utama struktur atas
 - ii) batasan ketebalan struktur atas yang dipersyaratkan
- (c) pertimbangan estetika, meliputi :
 - i) tampilan/kesan geometris
 - ii) keserasian dengan situasi lokasi dan lingkungan sekitarnya

3) Untuk menentukan Tipe Struktur Bawah :

- (a) ruang bebas ruas jalan bawah yang harus disediakan, meliputi :
 - i) jarak pilar/struktur bawah yang harus disediakan
 - ii) ketinggian struktur bawah yang diperlukan

(b) potongan melintang ruas jalan layang, yakni lebar struktur atas yang harus disediakan.

(c) pertimbangan estetika, meliputi :

i) tampilan/kesan geometris

ii) keserasian dengan situasi lokasi dan lingkungan sekitarnya

Skema dari hubungan/kaitan antara desain geometrik dan desain struktur dapat dilihat pada lampiran 1.

3.6. Tipe dan Metoda Pelaksanaan Konstruksi Struktur Atas Jembatan untuk Jalan Layang

Struktur atas suatu jembatan merupakan bagian dari struktur jembatan yang berada di atas dukungan (bearings), yang fungsi utamanya ialah mendukung beban dan gaya-gaya yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas yang melintas di atasnya, sekaligus menyalurkannya ke bagian struktur bawah melalui pelat-pelat dukungan (bearings).

Secara garis besar struktur atas terdiri dari komponen-komponen struktur sebagai berikut :

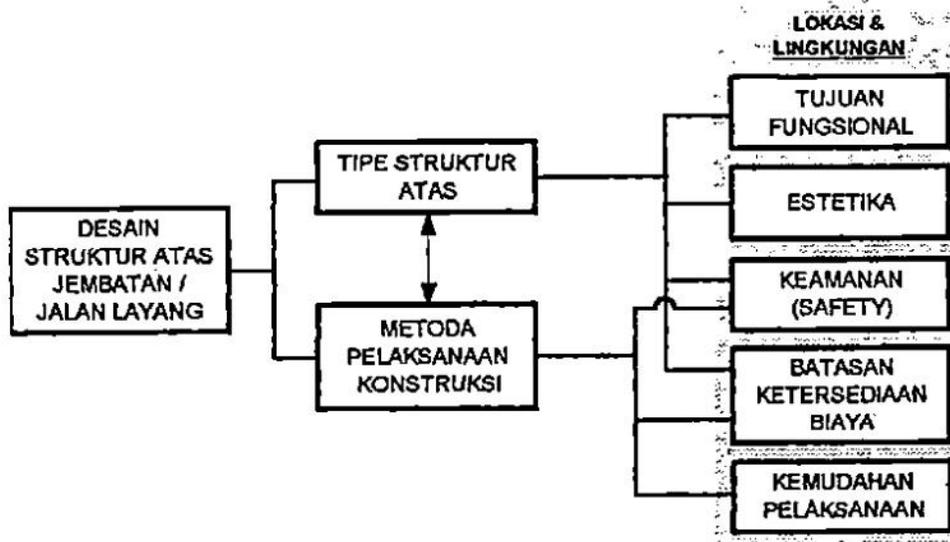
1. Struktur lapis perkerasan jalan
2. *Deck* yang merupakan bagian fisik struktur dari luasan jalur jalan untuk melewati rintangan yang dijembatani, yang fungsi utamanya ialah mendistribusikan beban-beban (lalu lintas) selebar tampang melintang jembatan atau secara *transversal*. *Deck* dapat berupa pelat beton yang bertumpu pada sistem gelagar jembatan atau dapat pula menjadi satu kesatuan dengan gelagar pada tipe-tipe tertentu, untuk

mendistribusikan beban sepanjang bentang jembatan atau secara *longitudinal*.

3. Bagian struktur pendukung utama (primer), yang mendistribusikan beban secara *longitudinal* dan pada prinsipnya berfungsi untuk menahan gaya lentur struktur atas jembatan (flexure) karena beban-beban yang bekerja. Bagian ini umumnya terdiri dari susunan balok-balok atau gelagar yang membentang di sepanjang bentang utama struktur atas jembatan yang diletakkan sejajar/berjajar ke arah melebar struktur atas jembatan.
4. Bagian struktur pendukung sekunder, yang berfungsi sebagai pengikat/perangkai untuk memperkuat kedudukan balok-balok utama atau gelagar sebagai tahanan terhadap gaya deformasi arah melintang dan ikut mendistribusikan bagian dari beban vertikal di antara balok-balok/gelagar.

Dari keempat komponen tersebut di atas, bagian struktur pendukung utama (primer) merupakan bagian yang menentukan tipe struktur atas jembatan, karena di samping memiliki bobot terbesar, pelaksanaan konstruksinya merupakan kegiatan yang terberat (kegiatan utama) dari rangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi struktur atas jembatan. Oleh karenanya penggolongan tipe struktur (atas) jembatan selalu diidentifikasi pada tipe dari sistem pendukung utama dan metoda pelaksanaan konstruksinya.

Dewasa ini terdapat berbagai tipe struktur atas dan alternatif-alternatif metoda pelaksanaan konstruksinya. Pemilihan tipe struktur atas yang sesuai untuk suatu kepentingan dan lokasi selalu didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan untuk mencapai sasaran desain, yakni: pemenuhan tujuan fungsional jembatan / jalan layang, keamanan (safety), batasan ketersediaan biaya, dan aspek estetika. Sedangkan penentuan metoda pelaksanaan konstruksi yang akan diterapkan, pertimbangannya akan didasarkan pada pencapaian sasaran terhadap aspek-aspek kemudahan pelaksanaan konstruksi, keamanan (safety), dan batasan dari ketersediaan biaya (gambar 3.19). Dengan demikian perlu dicari / ditentukan suatu padanan yang paling sesuai antara tipe struktur atas dan metoda pelaksanaan konstruksi yang digunakan agar sasaran desain dapat dicapai secara optimum.



Gambar 3.19. Skema Pencapaian Sasaran Desain Struktur Atas Jembatan / Jalan Layang

Selanjutnya bahasan akan dibatasi hanya pada kesesuaian antara tipe struktur atas jembatan / jalan layang dan metoda pelaksanaan konstruksi sehubungan dengan adanya faktor kendala yang terdapat pada lokasi dan lingkungan tempat jalan layang dibangun.

3.6.1. Tipe-tipe struktur atas jembatan untuk jalan layang

Terdapat 3 (tiga) jenis utama struktur beton yang dapat digunakan untuk mengkonstruksi struktur atas suatu jembatan beton, yakni :

- 1) Struktur beton bertulang (reinforced concrete)
- 2) Struktur beton pratekan (prestressed concrete)
- 3) Gabungan (komposit) struktur beton bertulang dan beton pratekan (composite)

Tipe struktur atas yang biasa dikonstruksi dengan struktur beton bertulang, meliputi :

- 1) Struktur pelat padat (solid slab)
- 2) Struktur pelat dan balok (balok - T)
- 3) *Hollow box girder*.

Susunan struktur atas (deck) dapat berupa tipe-tipe bentang sederhana (simple spans) atau menerus (continuous spans), atau rangka (frame), pelengkung (arch), *balanced cantilever*, atau *bow string*. Beberapa komponen dapat juga merupakan beton pracetak.

Sedangkan tipe struktur atas yang biasa dikonstruksi dengan struktur beton pratekan, terdiri dari :

- 1) Pelat berongga (voided slab)
- 2) Pelat dan balok (balok-T)
- 3) *Hollow box girder*.

Susunan struktur atas (deck) dapat berupa tipe-tipe bentang sederhana (simple spans) atau menerus (continuous spans), atau rangka (frame), *balanced cantilever*, *free cantilever* : beton cor di tempat (cast in situ), pracetak atau segmental.

Tipe struktur atas yang biasa dikonstruksi dengan struktur komposit, antara lain ialah :

- 1) Balok-balok memanjang dan melintang, dengan pelat beton (concrete slab)
- 2) *Longitudinal plate girders*, balok-balok melintang dan pelat beton
- 3) *Longitudinal box girders* dengan pelat beton.

Susunan struktur atas (deck) dapat berupa tipe-tipe bentang sederhana (simple spans) atau menerus (continuous spans), pelengkung atau rangka. Pelat beton (slab) dapat non-komposit atau dapat pula dijadikan komposit dengan balok-balok memanjang, dengan menggunakan *shear connectors*.

Secara ringkas alternatif tipe struktur atas dan tipe struktur beton yang memungkinkan untuk diaplikasikan dapat dilihat pada tabel 3.31.

Selain tipe-tipe yang telah disebutkan di atas masih terdapat lagi beberapa tipe khusus struktur atas jembatan, yakni :

- 1) Tipe pelat ortotropik (orthotropic deck),
- 2) Tipe pelat *cable-stayed* (cable-stayed deck), dan
- 3) Tipe pelat gantung (suspension type deck)

Tabel 3.31. *Alternatif Tipe Struktur Atas dan Struktur Beton*

No.	Tipe Struktur Atas	Tipe Struktur Beton		
		Bertulang (1)	Pra-tekan (2)	Komposit (1) & (2)
1	Solid Slabs	X		
2	Voided Slabs		X	
3	Slab and Girder (T-beam)	X	X	
4	Hollow Box Girder	X	X	
5	Longitudinal and transverse beams, with concrete slabs			X
6	Longitudinal plate girders, transverse beams and concrete slabs			X
7	Longitudinal box girder with concrete slab			X

Tipe *deck* komposit umumnya terdiri dari kombinasi antara dua elemen struktur yang tidak sejenis. Balok-balok pracetak digabungkan dengan pelat beton bertulang dengan menggunakan elemen struktur khusus yang disebut *shear connectors* yang selanjutnya bekerja secara bersama-sama sebagai satu kesatuan struktur. Struktur balok dapat berupa beton bertulang pracetak atau pra-tegang pracetak.

Struktur atas jembatan didesain untuk memenuhi keperluan-keperluan geometrik dan kemampuan mendukung beban (struktural) yang diinginkan. Persyaratan geometrik yang harus dipenuhi terdiri dari :

- jumlah dan lebar jalur lalu lintas serta jalur pejalan kaki dan sepeda (bila diperlukan) yang harus ditampung/diseberangkan,
- alinemen secara keseluruhan dan berbagai ruang bebas baik horizontal maupun vertikal yang diperlukan di atas dan di bawah jalur jalan.

Setelah ketentuan geometrik diputuskan, struktur atas didesain untuk memenuhi berbagai persyaratan desain struktur, yang meliputi kekuatan, kekakuan dan kestabilan.

3.6.1.1. Pelat (slabs)

a. Pelat datar padat (solid flat slabs)

Struktur jenis *solid flat slabs* biasa digunakan untuk bentangan pendek dengan dukungan sederhana hingga panjang bentang menengah dengan sistem bentang menerus. Struktur jenis ini terutama cocok untuk penyeberangan yang menikung atau bentuk denah struktur atas yang bervariasi. Batasan panjang bentang berikut konstruksinya dapat diuraikan sebagai berikut :

- panjang bentang hingga sekitar 15 - 17 meter dapat dikonstruksi dengan struktur beton bertulang,
- bentang yang lebih panjang dikonstruksi dengan beton pratekan (prestressed)

Namun menurut Leonhardt (1979), batasan panjang bentang untuk *solid slabs* ialah :

- untuk bentang dengan dukungan sederhana, panjang bentangnya sekitar 20 meter,
- untuk bentang kontinyu, panjang bentang sekitar 30 meter,
- untuk bentang kontinyu dengan pertebalan pada dukungan (haunches), panjang bentang sekitar 36 meter.

Namun demikian bentang yang lebih panjang dari yang tersebut di atas telah pula dibangun dengan sistem struktur *solid flat slabs* ini.

Solid flat slab dapat dianggap sebagai isotropik, yakni memiliki sifat-sifat fisik yang sama, seperti kekakuan ke segala arah. Dampak pada kekakuan dari perkuatan yang bervariasi pada arah yang berbeda biasanya diabaikan pada beban layanan. Suatu pelat dianggap anisotropik bila sifat-sifat ini secara substansi berbeda di berbagai arah. Jika sifat-sifat berbeda pada dua arah orthogonal yang spesifik, berarti pelat yang bersangkutan orthotropik.

Penampilan

Rapi dan sederhana, cocok untuk bentang pendek yang rendah

Konstruksi

Detail dan cetakan/bekisting paling sederhana bila dilaksanakan *cast in situ*

Lalu lintas selama konstruksi

Lalu lintas terhalang oleh perancah bila dilaksanakan dengan cor di tempat, karena ruang bebas berkurang. Perlu rel pengaman untuk melindungi bukaan perancah pada jalur lalu lintas.

Jangka waktu pelaksanaan konstruksi

Tersingkat di antara pelaksanaan konstruksi cor di tempat

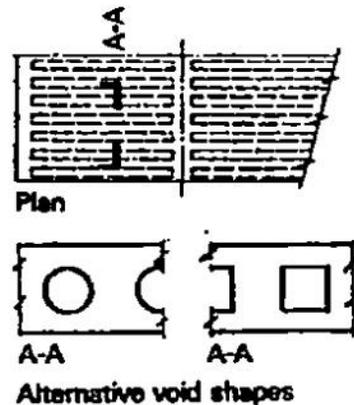
Pemeliharaan

Beban pemeliharaan kecil, kecuali pada perletakan engsel. Perlebaran di masa yang akan datang kemungkinan sulit dilakukan.

b. Pelat berongga (voided slabs)

Bila tebal yang diperlukan dan beban mati total menjadi terlalu besar, pelat biasanya dibuat berongga. Pembentuk rongga yang umum digunakan, biasanya terbuat dari *polystyrene*, *hollow reinforced cardboard*, *compressed hardboard*, lembaran logam, kayu, *inflated rubber tubes*, dan sebagainya, yang ditempatkan ke dalam pelat untuk membentuk rongga dengan penampang berbentuk bulat atau persegi atau sesuai dengan yang diperlukan (sketsa pada gambar 3.20).

Ke arah memanjang, kekakuan dan kekuatan dari sisi material tidak terpengaruh. Namun demikian kekakuan arah melintang berkurang. Pengurangan kekakuan yang pasti akan tergantung pada bentuk dan ukuran dari rongga, lebar *ribs* dan ketebalan dari sayap (*flanges*) atas



Gambar 3.20. Pelat berongga (*hollow / voided slab*)

dan bawah. Menurut Hambly (1970), jika lebar dan tinggi dari rongga kurang dari 60 % dari keseluruhan lebar dan tinggi struktur, maka kelakuan *slab* masih sama seperti *plate*. *Hollow slabs* biasanya dilengkapi dengan balok melintang paling tidak pada bagian dukungan dan pada tengah bentang untuk pendistribusian secara efektif momen dan tegangan geser (*shears*). Jika rongga menjadi besar, *slab* akan berkelakuan seperti *cellular deck*, yakni : deformasi karena *shear* menjadi penting dan *deck* tidak lagi bersifat seperti *plate* yang sederhana.

Ketahanan torsi yang tinggi menjadikannya cocok untuk alinemen yang melengkung, terutama pada kolom-kolom tunggal.

Penampilan

Penampilan rapi dan sederhana, cocok untuk bentang pendek yang rendah

Konstruksi

- Untuk cor di tempat *post-tensioned* konstruksi lebih rumit dari pada beton bertulang konvensional. Urut-urutan *stressing* dan *grouting* harus disupervisi oleh ahli.
- Untuk pracetak *pretensioned* atau *post-tensioned* detail dan bekisting sederhana, dengan metoda fabrikasi dapat dilakukan dan pemasangan di lokasi proyek dapat lebih cepat.

Lalu lintas selama konstruksi

- Untuk cor di tempat *post-tensioned* lalu lintas terhalang/terganggu oleh perancah bila dilaksanakan dengan cor di tempat, karena ruang bebas berkurang. Perlu rel pengaman untuk melindungi bukaan perancah pada jalur lalu lintas.
- Untuk pracetak *pretensioned* atau *post-tensioned*, pelaksanaan konstruksi tidak memerlukan perancah, unit-unit ditempatkan dengan menggunakan kran, sehingga tidak ada halangan yang berkepanjangan bagi arus lalu lintas.

Jangka waktu pelaksanaan konstruksi

- Untuk cor di tempat *post-tensioned* relatif sama dengan pelaksanaan pelat/slab beton bertulang konvensional.
- Untuk pracetak *pretensioned* atau *post-tensioned* waktu yang diperlukan untuk pemasangan elemen-elemen pracetak di lokasi relatif singkat.

Pemeliharaan

Beban pemeliharaan kecil, kacuali pada perletakan engsel.

c. Precast beam slab decks

Pada kondisi tidak mungkin untuk mendirikan perancah misalnya pada lokasi di atas jalan raya atau jalan rel, balok-balok pracetak dapat diletakkan secara berdampingan dan berurutan satu sama lain. Fungsi pelat (plate action) diperoleh dengan pencoran di tempat alur-alur beton yang terdapat pada sela antara balok dengan atau tanpa suatu lapisan tipis pelat atas yang dicor di tempat. Lapisan pelat (slabs) diperkuat atau di *post-tensioned* pada arah melintang. Gambar 3.21 memperlihatkan berbagai penampang dari konstruksi *precast beam slab decks*.

Penampilan

Relatif sama dengan penampilan *voided slabs*.

Konstruksi

pembuatan lebih rumit bila dibandingkan dengan gelagar beton bertulang yang konvensional ; gelagar dengan bentang yang lebih panjang memerlukan penanganan yang sangat hati-hati setelah fabrikasi di pabrik dan pada lokasi pekerjaan proyek ; gelagar-gelagar standar lebih disukai; bentuk penampang yang khusus lebih mahal ; bentuk-bentuk standar distok oleh para pembuatnya ; dapat digunakan sebagai bentang sederhana, namun lebih cenderung digunakan sebagai bentang-bentang

menerus pada beban hidup ; gelagar-gelagar pracetak dengan pelat (deck slab) yang dicor di tempat.

Lalu lintas selama konstruksi

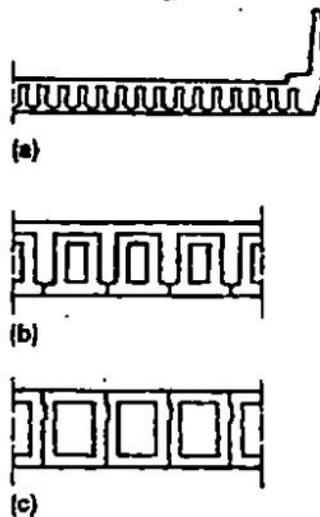
Tidak memerlukan perancah kecuali untuk bentang panjang dengan segmen-segmen pracetak yang akan *dipost-tensioned*, selain dengan metoda kantilever dengan penegangan bertahap.

Jangka waktu pelaksanaan konstruksi

waktu untuk pemasangan elemen pracetak di lokasi adalah minimum, namun kemungkinan memerlukan perancah untuk bagian pelat/*slab*nya.

Pemeliharaan

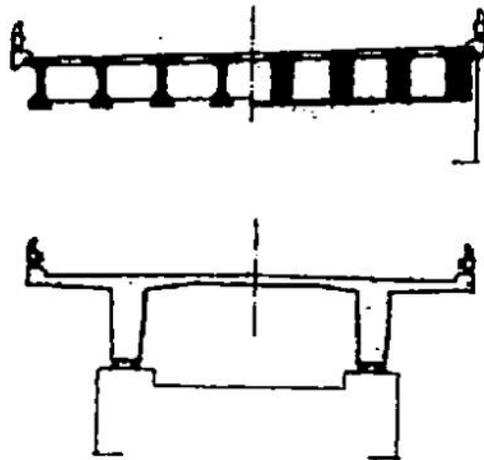
Beban pemeliharaan kecil, kecuali pada detail perletakan engsel.



Gambar 3.21. *Precast beam slab decks. (a) Balok - T dengan lapis penutup atas beton cor di tempat. (b) Balok 'tophat' dengan penutup atas beton cor di tempat. (c) Box yang dipasang berdempetan.*

3.6.1.2. Balok (beams)

Suatu bentuk tradisional dari struktur atas terdiri dari balok-balok pracetak bentuk I atau T dengan balok melintang dan pelat lantai pracetak atau cor di tempat. Pada bentuk ini, elemen-elemen struktur utamanya berfungsi sebagai *grillage*, pelat lantai membentang di antara balok-balok dan bekerja secara komposit dengan balok sebagai sayap atas (top flanges). Balok-balok melintang biasanya ditempatkan pada posisi dukungan dan pada sepertiga bentang. Gambar 3.22 memperlihatkan dua versi penampang konstruksi balok. Celah yang disediakan untuk isian beton cor di tempat harus cukup memenuhi syarat untuk pelekatan perkuatan tumpang tindih.



Gambar 3.22. *Tampang melintang konstruksi balok*

Balok I pracetak *post-tensioned* memiliki batasan panjang bentang efektif antara 20 - 35 meter, sedangkan untuk balok T cocok untuk panjang

bentang hingga 45 meter. Hal utama yang menjadi pembatas pada jenis struktur ini ialah masalah pengangkutan dan penanganannya.

Untuk keperluan kecepatan pelaksanaan konstruksi dan upaya penekanan kenaikan biaya tenaga kerja secara keseluruhan, penyederhanaan proses pelaksanaan konstruksi telah menjadi lebih penting dan penggunaan balok-balok melintang menjadi kurang populer. Berbagai bentuk profil pelat lantai (*deck*) yang cocok untuk pencoran di tempat pada bekisting berjalan (*travelling formwork*) telah menjadi populer. Hal ini termasuk pula sistem *single-spine* atau balok ganda (*twin beams*), yang biasanya tanpa balok-balok melintang. Namun demikian pada balok ganda, balok-balok melintang harus diadakan pada dukungan-dukungan ujung untuk pertahanan terhadap tegangan torsi dari balok dan menjaga agar momen dan defleksi pada ujung-ujung pelat (*slab*) masih pada batas-batas yang diperkenankan. Pada bentangan dan di atas dukungan tengah struktur kontinyu dengan balok ganda atau banyak, *slab* dapat didesain untuk mengadakan stabilitas arah melintang dengan interaksi pada lenturan dengan balok-balok utama. Tahanan puntir (*torsional resistance*) dari sistem *deck* dalam hal ini ditahan oleh suatu kombinasi dari puntiran dalam balok dan suatu gaya lenturan dari sistem balok dan *slab*.

Penampilan

Dari bawah terkesan kusut/kacau, tampak samping rapi dan sederhana.

Konstruksi

memerlukan sentuhan akhir yang baik pada semua permukaan ; bekisting rumit.

Lalu lintas selama konstruksi

Kemungkinan terhalang / terganggu oleh perancah bila dilaksanakan cor di tempat, karena pengurangan ruang bebas. Rel pengaman diperlukan untuk melindungi bukaan perancah pada jalur lalu lintas.

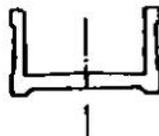
Jangka waktu pelaksanaan konstruksi

Lebih lama dari tipe pelat/slab karena pembekistingan lebih banyak.

Pemeliharaan

Beban pemeliharaan kecil, kecuali pada perletakan engsel yang memerlukan perhatian secara seksama

Bentuk lain dari tipe ini ialah balok-balok *upstand* yang digunakan pada jembatan-jembatan yang memerlukan ruang bebas (space) bawah yang maksimum. Bentuk penampang yang biasa digunakan ialah persegi atau balok I. Sistem ini kurang baik dari sisi estetika dan sesungguhnya hanya cocok untuk struktur-struktur yang sempit.



Gambar 3.23. *Sketsa penampang jembatan 'upstand'*

3.6.1.3. Box-girders

Konstruksi *Box-girders* cocok untuk banyak aplikasi. Pada prinsipnya keunggulan dari sistem konstruksi ini antara lain ialah :

- 1) Ketahanan/kekakuan torsional yang relatif besar
- 2) Sifat ketahanan terhadap momen lentur per bagian yang baik. Perbedaan antara modul bagian atas dan bawah pada bagian yang manapun tidak sebesar pada sistem pelat lantai dengan balok - T. Hal ini mengakibatkan deformasi rayapan yang kecil pada struktur prategang, dan sayap yang lebih bawah memberikan zona tekanan yang lebih besar pada dukungan dan memberikan ruang yang lebih longgar untuk mengakomodasikan perkuatan tegangan pada tengah bentang.
- 3) Berbagai susunan dari bagian-bagian *box* layak untuk menempatkan berbagai lebar *deck*. Tebal *slab* dan jarak jaringan (*web*) yang sesuai dapat divariasikan untuk kesesuaian.
- 4) Kekakuan lentur dan torsional menjadikannya cocok untuk jembatan pada tikungan.

Karena alasan-alasan tersebut di atas, *box-girders* cocok untuk digunakan pada jembatan bentang panjang. Bagian *box* dapat dikonstruksi sebagai suatu *box* tunggal atau *multicellular*, meskipun untuk jembatan-jembatan besar cenderung menggunakan *box cellular* tunggal (*single cellular box*) dengan kantilever pelat lantai yang besar yang dapat diperkaku dengan rusuk-rusuk penyangga.

Sebagai tambahan untuk peran *simple beam*, bagian-bagian *box* tunggal dan ganda atau bagian-bagian *multiple-box*, yang saling dihubungkan dengan pelat lantai, cenderung kepada distorsi dan lenturan/lendutan. Dampak dari geseran susulan, distorsi dan lendutan secara diagramatik dapat dilihat pada gambar 3.24. Sebagaimana dengan sistem balok dan pelat yang lain, dampak geseran susulan harus dipertimbangkan pada sayap (flanges) dari *box-girders*, termasuk pelat *deck* kantilevernya. Pada daerah yang perbedaan temperatur antara bagian dalam dan bagian luar *box* cukup besar ($> 20^{\circ}\text{C}$), maka harus disediakan ventilasi. Perkuatan struktur pada *box-girders* harus cukup teliti untuk meyakinkan keterpaduan antara bagian *webs* dan *slabs*. Panjang bentang yang dapat dilayani berkisar antara 25 - 70 meter.

Penampilan

Terkesan rapi dan bersih dari berbagai sudut pandang ; utiliti, pipa-pipa dan konduit dapat disembunyikan.

Konstruksi

penyelesaian akhir yang kasar sudah cukup untuk permukaan bagian dalam ; bekisting cukup rumit.

Lalulintas selama pelaksanaan konstruksi

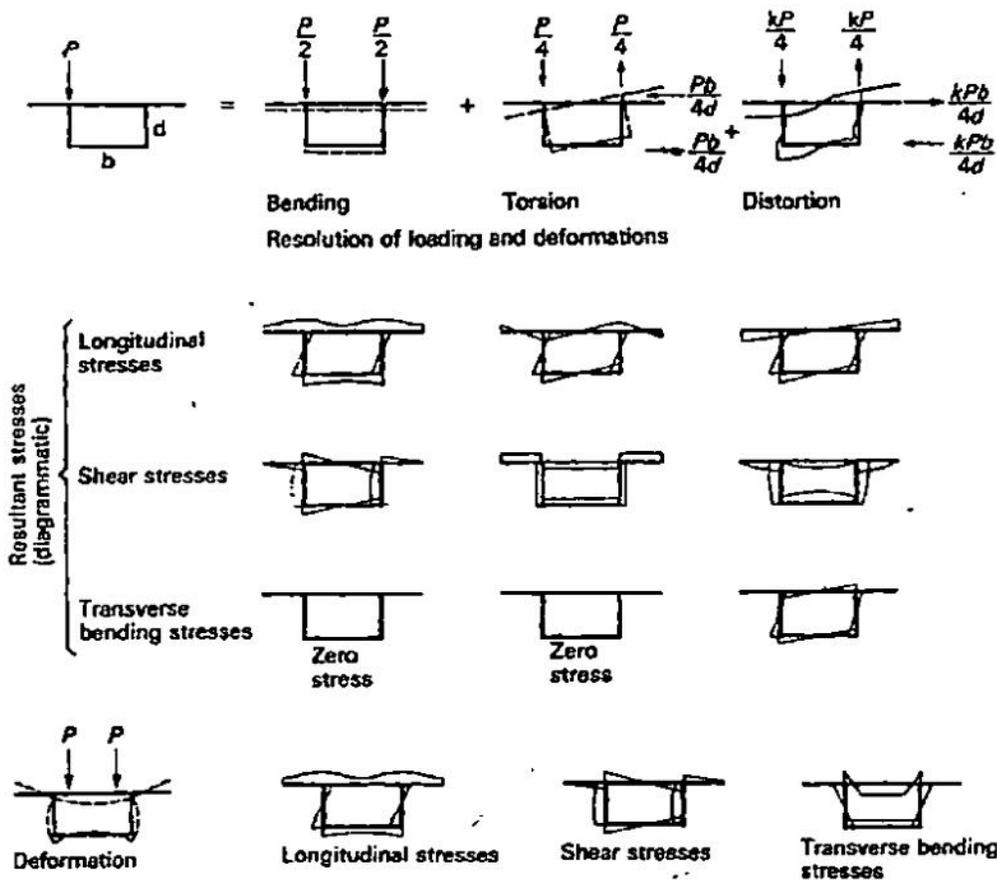
Kemungkinan terhalang / terganggu oleh perancah bila dilaksanakan cor di tempat, karena pengurangan ruang bebas. Rel pengaman diperlukan untuk melindungi bukaan perancah pada jalur lalulintas.

Waktu Pelaksanaan Konstruksi

melebihi waktu pelaksanaan slab atau balok-T karena pentahapan pencoran beton.

Pemeliharaan

Beban pemeliharaan rendah, kecuali pada perletakan engsel. Perlebaran di masa yang akan datang kemungkinan sulit dilakukan.



Gambar 3.24. Pola tegangan dan deformasi pada penampang 'box' (diagrammatik) [12]

3.6.2. Metoda pelaksanaan konstruksi struktur atas jembatan beton untuk jalan layang

Berbagai alternatif teknik pelaksanaan yang memungkinkan untuk diterapkan akan sangat berpengaruh dalam pemilihan tipe struktur atas jembatan yang akan dibangun pada suatu lokasi tertentu. Hal ini karena setiap lokasi akan memberikan kendala-kendala tertentu dalam pelaksanaan konstruksi.

Oleh karenanya pada tahap awal desain para perencana hendaknya mengenal berbagai teknik / metoda pelaksanaan konstruksi berikut keunggulan dan kelemahannya dan memasukkannya sebagai salah satu unsur pertimbangan dalam desain agar dapat menentukan tipe struktur atas jembatan yang paling sesuai dengan kondisi lokasi yang ada, sehingga kendala selama pelaksanaan konstruksi dapat ditekan sekecil-kecilnya, di samping jembatan yang dibangun harus dapat berfungsi maksimal dengan aman dan pada tingkat biaya yang rendah.

Dewasa ini terdapat 3 (tiga) metoda utama dalam pelaksanaan konstruksi beton, yakni :

- 1) Beton cor di tempat, dengan bekisting yang ditempatkan pada posisi di tempat pelaksanaan pekerjaan.
- 2) Beton pracetak, yang dicetak di tempat lain kemudian diangkut ke lokasi pekerjaan dan ditempatkan (dipasang) pada posisi yang sesuai.

- 3) Kombinasi antara bagian-bagian beton yang dicor di tempat dan pracetak.

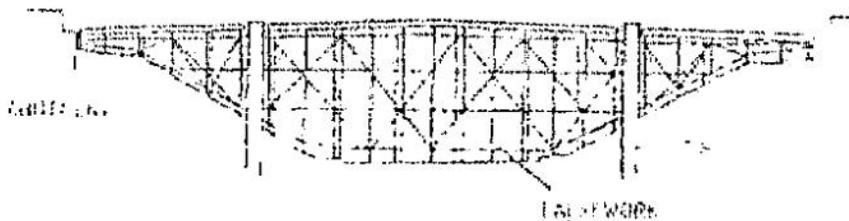
Dalam pelaksanaan konstruksi struktur atas jembatan beton dikenal 4 (empat) macam metoda pelaksanaan yang pokok, yaitu :

- 1) Pelaksanaan pada tengah bentang (*on centering*), yakni dengan cara :
 - (a) menggunakan perancah tetap (*stationary falsework*) yang bertumpu langsung pada permukaan tanah dasar di bawahnya,
 - (b) dengan bentuk *fixed girders* atau pelengkung (*arches*),
 - (c) dengan bantuan *travelling falsework* yang bertumpu pada struktur bawah, atau bila memungkinkan, juga bertumpu di atas *tower* penopang.
- 2) Pelaksanaan secara kantilever dari bagian-bagian sebelumnya atau dari struktur bawah dengan atau tanpa bantuan kabel penggantung.
- 3) Pelaksanaan secara *horizontal incremental jacking*.
- 4) Pelaksanaan dengan penderekan, pengangkatan atau pendongkrakan secara vertikal.

3.6.2.1. Pelaksanaan dengan perancah tetap (*stationary falsework*)

Pelaksanaan konstruksi beton cor di tempat dengan bantuan perancah dan bekisting tetap (*temporary stationary falsework*) (gambar 3.25) merupakan metoda konstruksi struktur beton yang sudah umum dikenal. Metoda ini cocok untuk jembatan bentang pendek hingga menengah, yakni hingga panjang bentang 300 meter dengan ketinggian konstruksi dari permukaan tanah dasar sekitar 10 meter.

Bagian-bagian dan komponen dari *stationary formwork* ini telah diproduksi secara umum dengan menggunakan material baja, yang dilengkapi dengan katalog standar untuk memudahkan pengadaan dan pemasangan serta penggunaannya.



Gambar 3.25. Pelaksanaan dengan 'Stationary Falsework'

Beberapa keunggulan / keuntungan dari *stationary falsework* ini, antara lain ialah :

- 1) dapat dibongkar pasang oleh pekerja berketerampilan sedang dengan pengawasan secukupnya,
- 2) mudah disesuaikan dengan berbagai bentuk geometri struktur atas,
- 3) bentuk bagian-bagian telah distandarkan dan cocok untuk penggunaan secara berulang - ulang,
- 4) ukuran per bagian sudah tertentu dan mudah diangkut / dipindahkan.

Sedangkan kelemahan dari sistem ini, antara lain :

- 1) sistem tidak praktis dan lamban dalam penyiapannya, maka untuk mencapai kecepatan pelaksanaan konstruksi yang memadai, penopang

/ steger harus dipasang untuk satu atau dua bentangan kedepan terhadap bentangan yang sedang dilaksanakan,

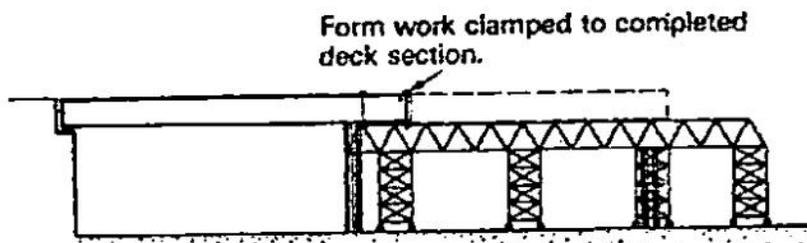
- 2) memerlukan landasan bertumpu yang benar-benar kuat, sehingga pada kondisi lokasi tertentu tidak cocok untuk digunakan, seperti pada penyeberangan sungai yang memungkinkan terjadinya resiko tambahan berupa bahaya banjir,
- 3) pada area-area sibuk memerlukan pengaturan lalulintas tambahan, kecuali bila dibuatkan / diadakan *underpass* alternatif khusus. Namun hal ini akan memerlukan biaya yang relatif lebih banyak di samping menghambat perjalanan arus lalulintas yang lewat, serta resiko tabrakan kendaraan / kecelakaan lalulintas.

Stationary falsework biasa digunakan untuk pekerjaan pembetonan di tempat, namun demikian dapat juga digunakan sebagai alat bantu / penopang untuk pelaksanaan pekerjaan pemasangan komponen-komponen pracetak.

Untuk pelaksanaan konstruksi struktur atas jalan layang, maka metoda pelaksanaan dengan *stationary falsework* ini hanya dapat dilaksanakan bila di sekitar lokasi persimpangan yang dibuatkan jalan layang terdapat lintasan jalan alternatif yang kapasitas layanannya tidak jauh berbeda dengan ruas jalan utama (major) yang terpaksa harus ditutup sementara waktu selama pelaksanaan konstruksi struktur atas berlangsung.

3.6.2.2. Pelaksanaan dengan menggunakan 'travelling falsework'

Beberapa kelemahan pada penggunaan *stationary formwork* dan *falsework* dapat diatasi dengan menggunakan *travelling falsework*. Bentuk yang paling sederhana ialah *travelling formwork* secara longitudinal. Untuk konstruksi dengan panjang yang terbatas, penopang terdiri dari tower *scaffold* dengan balok atau gelagar yang mendukung cetakan (*formwork*). Pada metoda ini diperlukan kondisi permukaan tanah dasar yang keras dan rata. Bila bagian bentangan telah terdukung, maka penopang ditambah untuk dukungan satu bentang berikutnya. Bila suatu struktur atas menerus dikonstruksi secara bertahap, maka *construction joint* diadakan pada titik di mana tidak terjadi momen lentur (pada titik *contraflexure*). Pada saat pasangan cetakan dan dukungan ditransportasikan ke bagian bentang berikutnya, maka cetakan ditambatkan secara kaku pada bagian kantilever bentang terdahulu (sebelumnya). Pada saat pasangan perancah dan bekisting dipindahkan ke bentang berikutnya, ia ditambatkan dengan erat pada kantilever dari bentang sebelumnya, sebagaimana sketsa yang terlihat pada gambar 3.26. berikut ini :



Gambar 3.26. Sketsa pemindahan travelling formwork

Pada kondisi tanah dasar yang jelek, permukaan tanah dasar bervariasi atau jembatan tinggi di atas permukaan tanah dasar, maka balok-balok penopang cetakan yang dapat dipindah-pindahkan yang didudukkan pada struktur bawah atau atas yang permanen merupakan alternatif solusi yang masih dapat dilaksanakan. Terdapat 3 (tiga) tipe balok penopang cetakan, yaitu :

- 1) balok penopang berada di atas struktur atas,
- 2) balok penopang berada di bawah struktur atas,
- 3) balok penopang yang diletakkan di atas dan di bawah struktur atas.

Secara prinsip keunggulan dari solusi dengan 'balok penopang berada di atas' ialah bahwa sistem ini dapat digunakan untuk bentangan yang ketinggiannya dari permukaan tanah dasar rendah. Sistem ini juga cocok untuk peluncuran elemen-elemen beton pracetak. Kelemahan utama dari sistem ini ialah cetakan biasanya memerlukan batang-batang penggantung sementara yang melewati/melintasi struktur atas.

Penyelesaian dengan sistem 'balok penopang berada di bawah' memiliki keuntungan bahwa sistem ini tidak memerlukan batang-batang penggantung yang menembus struktur atas dan area *deck* dapat terbebas dari penghalang / rintangan. Kelemahan pokok ialah bahwa elevasi konstruksi dari permukaan tanah dasar harus melampaui ketinggian cetakan dan jarak elevasi yang diperlukan pilar untuk mendukung peluncuran balok penopang (girder) yang diperkenankan. Apabila bentangan cukup panjang, penggunaan sistem dapat dilakukan dengan

membuat tower-tower bantuan sementara untuk membatasi ketinggian/ketebalan balok penopang, atau balok penopang dapat diperkuat/diperkaku dengan pra-penegangan batang penunjang atau batang miring yang dapat diatur.

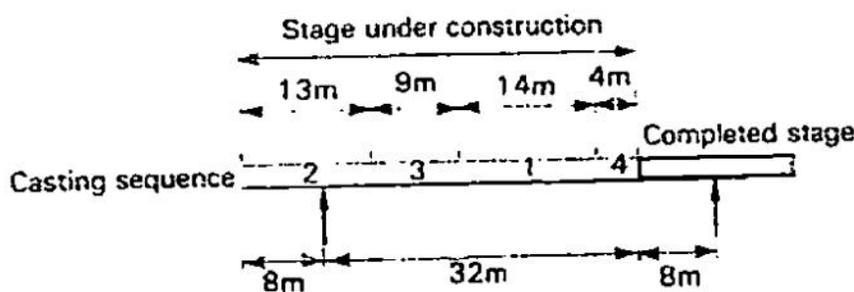
Beberapa keuntungan dari sistem ini antara lain ialah :

- 1) Konstruksi struktur atas dapat dilaksanakan tanpa menghiraukan kondisi permukaan tanah dasar dan berbagai halangan yang ada di bawah struktur atas atau balok penopang.
- 2) Konstruksi struktur atas dapat dilaksanakan dalam waktu singkat, memungkinkan satu tahap per minggu tergantung pada ukuran dan sumber daya, walaupun dua minggu untuk satu tahap atau lebih lama lagi merupakan hal yang wajar.
- 3) Dengan desain penutup balok penopang yang sesuai, struktur atas dapat dikonstruksi pada kondisi lokasi pabrik.

Beberapa kelemahan dari sistem ini antara lain ialah :

- 1) Balok-balok penopang (girder) peluncuran pencoran memerlukan investasi biaya yang cukup tinggi, yang biaya ini sering harus diamortisasi pada satu atau hanya pada suatu struktur yang terbatas. Massa tipikal baja per ton beton ialah antara 300 - 600 kilogram.
- 2) Balok-balok penopang (girder) luncuran tidak selalu siap untuk perubahan-perubahan bentuk penampang struktur atas dan radius lengkung yang tajam.

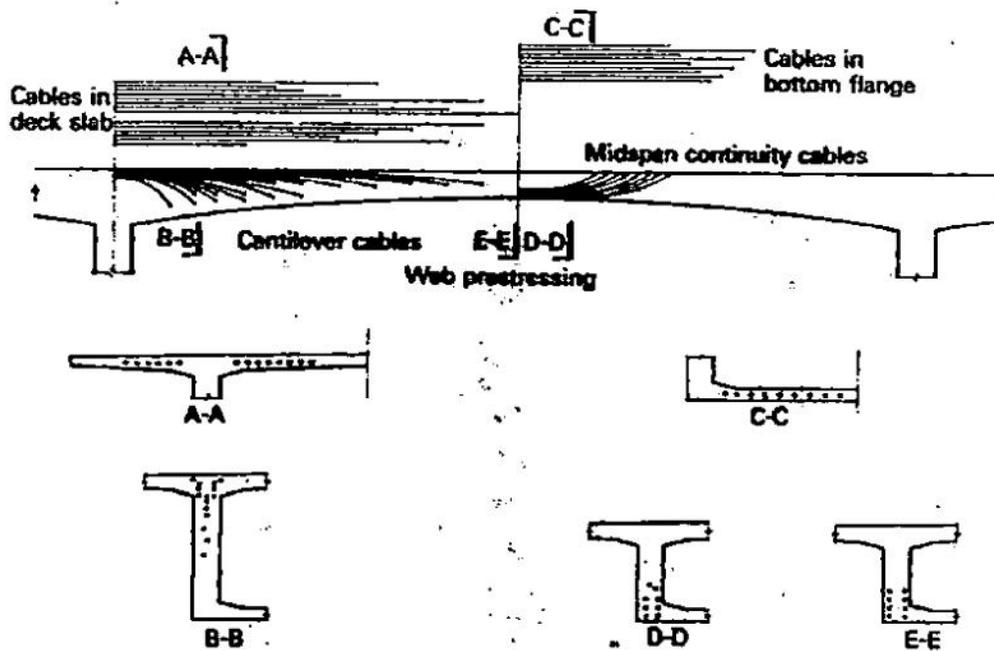
3) Balok-balok penopang (girder) peluncuran pencoran, karena alasan ekonomis, biasanya sangat ditekankan agar fleksibel sesuai dengan struktur atas jembatan. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan hasil akhir yang baik dari profil struktur atas, defleksi yang akan terjadi pada *girder* selama pencoran harus diperkirakan dengan teliti agar dapat diberikan kontra pelengkungan/defleksi awal yang tepat. Pengaruh temperatur, bila cukup berarti, harus ikut diperhitungkan. Prosedur dan urutan pencoran harus dipilih sedemikian rupa agar selama proses pengerasan, beton tidak mengalami kerusakan karena terlalu banyak pengaruh tegangan-tegangan yang mungkin terjadi. Disarankan untuk menggunakan bahan campuran untuk memperlambat pengerasan beton (retarder). Gambar 3.27. memperlihatkan urutan pencoran yang diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut di atas. Dengan urutan seperti tersebut di atas kecepatan pencoran yang dapat dicapai lambat, yakni sekitar 80 m³/hari.



Gambar 3.27. Sketsa urutan pencoran untuk mengurangi pengaruh tegangan pada pelaksanaan selama pengerasan beton

3.6.2.3. Pelaksanaan konstruksi dengan metoda kantilever di tempat (in situ)

Pelaksanaan kantilever dimulai setelah bagian *deck* yang berada tepat di atas pilar selesai dilaksanakan. Setelah itu bagian-bagian kantilever dicor secara bertahap per segmen, simetris terhadap pilar untuk mengendalikan momen ketidakseimbangan yang bekerja pada pilar. Panjang tiap segmen tergantung pada faktor ekonomi yang ditentukan dengan berat beton cor dalam satu siklus dan biaya pengangkutannya. Biasanya panjang segmen yang digunakan berkisar antara 3 - 5 meter. Setelah pengerasan beton, segmen diberi tegangan (post-tensioned) sesuai porsinya untuk mendukung momen kantilever. Pada saat pelaksanaan konstruksi berlangsung, kabel-kabel seterusnya dimasukkan secara bertahap dan ditegangkan melewati setiap segmen. Sebelum pencoran beton terakhir yang menutup celah, kedua kantilever ditambatkan secara bersama-sama dengan beberapa metoda untuk menghindari kerusakan pada pengerasan beton karena pergerakan yang ditimbulkan oleh perubahan temperatur dan/atau pengaruh-pengaruh luar lainnya. Pada saat beton pada celah mengeras, kabel-kabel momen lentur dimasukkan dan ditegangkan secara bertahap (sketsa pada gambar 3.28). Dengan cara ini, proses konstruksi dari bentang ke bentang dan akhirnya struktur dibuat menjadi kontinyu. Suatu keuntungan utama dari metoda konstruksi kantilever di tempat (in situ) ialah kontinuitas perkuatan melalui *construction joints*. Metoda konstruksi ini telah berhasil dilaksanakan untuk bentang hingga sepanjang 240 meter, yakni pada jembatan Hamana - Chasi di Jepang [12].



Gambar 3.28. Sketsa detail prestressing [12]

3.6.2.4. Pelaksanaan konstruksi dengan metoda kantilever segment pracetak

Hasil konstruksi *segmental* pracetak mirip dengan konstruksi kantilever yang dicor di tempat, dengan beberapa perbedaan penting. Struktur atas dibagi menjadi segmen-segmen pracetak dengan ukuran yang sesuai dengan batasan ketentuan pada fasilitas pengangkutan dan penanganan. Segmen-segmen ditransportasikan ke lokasi proyek dan dipasang, dimulai dari bagian yang berada tepat di atas pilar dan dilanjutkan dengan konstruksi kantilever dari kedua sisi pilar. Hal yang penting pada metoda ini ialah perlakuan pada sambungan antara elemen-elemen. Terdapat 2 (dua) metoda yang mendasar, yaitu :

- 1) Sambungan merupakan cor di tempat, dengan ukuran yang memenuhi syarat agar terjadi *overlap* yang cukup untuk kontinuitas efektif dari perkuatan memanjang (longitudinal).
- 2) Bentuk yang paling umum dari perlakuan pada sambungan ialah dengan menggunakan perekat, yang merekatkan segmen-segmen secara bersama-sama membentuk suatu sambungan yang sangat tipis.

Metoda konstruksi ini merupakan metoda yang cepat dan hal ini dapat mengimbangi biaya tambahan untuk penegangan (*prestressing*). Pada kedua metoda konstruksi kantilever baik di tempat maupun pracetak, defleksi yang ditimbulkan oleh pembebanan, rayapan, penyusutan yang berbeda dan temperatur harus diperkirakan secara seksama agar kedua persyaratan (struktural dan geometris) dapat terpenuhi.

3.6.2.5. Pelaksanaan konstruksi dengan metoda peluncuran bertahap (*incremental launching*)

Metoda peluncuran bertahap (*Incremental Launching*) ialah pelaksanaan struktur atas jembatan secara bertahap dengan pencoran segmen-segmen secara berturut-turut dari salah satu sisi jembatan. Panjang segmen-segmen biasanya berkisar antara 15 - 30 meter. Setelah segmen yang dikerjakan telah mencapai kekuatan / kekerasan yang cukup kemudian diprategang (*prestressed*) untuk tahap peluncuran dan bagian-bagian jembatan yang telah diselesaikan meluncur maju satu tahap dan seterusnya prosedur ini berulang. Selama peluncuran, bagian segmen mengalami perubahan / pembalikan tegangan sepenuhnya karena kemajuannya dari suatu

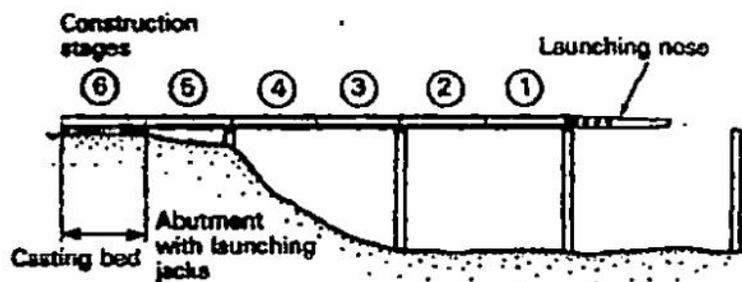
kantilever ke dukungan pertama dan kemudian melalui bentang-bentang berikutnya ke posisi terakhirnya. Karena peluncuran dari satu ujung/sisi, maka bentuk dan ukuran profil struktur atas jembatan harus konstan dan sebaiknya lurus. Namun bentuk lengkung baik horizontal maupun vertikal dengan radius yang konstan dapat diperkenankan dalam batasan-batasan tertentu. Pelat lantai (deck slab) harus memiliki superelevasi yang konstan tanpa bidang-bidang transisi. Variasi kecil pada lebar pelat lantai, terutama dekat ujung-ujung jembatan, dapat diperkenankan.

Karena terjadi perubahan tegangan selama peluncuran, maka kotak (box) dengan bentuk penampang yang hampir simetris merupakan bentuk yang paling efisien untuk metoda ini. Bentuk lainnya, seperti *double T*, telah digunakan. Untuk mengatasi tegangan selama peluncuran, bagian segmen biasanya di *post-tensioned* secara axial dengan kabel-kabel pada kedua sayap (flange) atas dan bawah. Untuk membatasi tegangan kantilever, pada bagian ujung depan biasanya dipasang suatu *launching nose* yang terbuat dari baja struktur yang ringan. Jika bentang cukup panjang atau bervariasi, maka diperlukan tower dukungan sementara. Tower harus didesain sedemikian rupa agar supaya kekakuannya dapat sesuai dengan keperluan peluncuran. Dongkrak dapat digunakan untuk mengontrol reaksi-reaksi dukungan dan juga tegangan - tegangan pada struktur atas jembatan. Kabel-kabel permanen tambahan biasanya disusupkan atau dipasang kemudian dan di *post-tensioned* setelah jembatan telah mencapai posisi finalnya. Beberapa kabel yang diperlukan selama peluncuran dapat diambil kembali, namun kurang ekonomis untuk

dilakukan. Pemasangan akhir kabel, karena pengaruhnya, diperlukan untuk memenuhi batasan tegangan pada struktur lengkap, dan metoda ini memerlukan penegangan lagi. Investasi kapital untuk peralatan yang tidak terlalu besar menjadikan metoda ini terbukti sangat kompetitif.

Gambar 3.29 memperlihatkan sketsa potongan dari suatu jembatan yang sedang dikonstruksi dengan metoda peluncuran bertahap (*incremental launching*). Bagian pertama di proses di atas landasan pencoran yang berada di belakang abutment di atas timbunan. Persyaratan untuk pengontrolan secara akurat permukaan bagian bawah struktur merupakan hal yang penting. Untuk meyakinkan bahwa operasi peluncuran berjalan lancar (*smooth*), maka permukaan bagian bawah dan sisi-sisi struktur atas harus pada profil yang benar tanpa adanya tonjolan-tonjolan dan kesenjangan (*diskontinuitas*) pada permukaannya. Ujung peluncuran (*launching nose*) ditegangkan pada bagian pertama setelah ditegangkan secara aksial pada persiapan peluncuran. Salah satu metoda peluncuran dengan menggunakan dongkrak hidrolik yang dipasang pada abutment, yang menarik segmen-segmen struktur atas jembatan maju ke depan dengan alat batang-batang tegangan yang untuk sementara dipasang pada bagian yang baru diselesaikan. Suatu alternatif metoda dengan menggunakan kemampuan yang ada pada dongkrak yang dapat menjadikan struktur atas pada abutment terangkat dan kemudian didorong maju, diturunkan, dongkrak peluncuran ditarik kembali dan operasi berulang untuk mendorong struktur atas maju pada gerakan-gerakan kecil. Pilar, abutment dan dukungan-dukungan dari bagian-

bagian yang sedang dikonstruksi dilengkapi dengan dukungan geser sementara (temporary sliding bearings) yang terbuat dari baja atau beton dengan permukaan baja anti karat (stainless steel) dan pelat-pelat pengarah samping (side guiding plates) untuk menjaga jembatan agar tetap pada sumbunya. Pelat-pelat dukungan *Neoprene* yang diperkuat dengan baja dengan ketebalan 13 mm dan dilapisi Teflon pada satu sisi untuk memudahkan geseran di atas baja anti karat ditempatkan di setiap dukungan (bearing). Pada saat pelat-pelat bergerak maju, pelat yang baru segera disisipkan di belakangnya. Ketika yang depan terbebas, pelat-pelat tersebut digunakan kembali dari belakang. Koefisien gesekan sekitar 2 %, namun peralatan peluncuran dan struktur harus didesain dengan koefisien gesekan sekurang-kurangnya 4 %. Kalau jembatan pada suatu lereng yang rendah, maka peluncuran juga pada arah ke bawah. Kemiringan lereng lebih besar dari sekitar 2 % memerlukan peralatan pengereman. Pilar-pilar harus didesain sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk melakukan penggantian pelat-pelat dukungan sementara dengan yang permanen. Praktek yang *modern* ialah dengan menjadikan pelat dukungan permanen dapat berfungsi sebagai pelat dukungan geser sementara. Siklus per tahap biasanya sekitar seminggu.



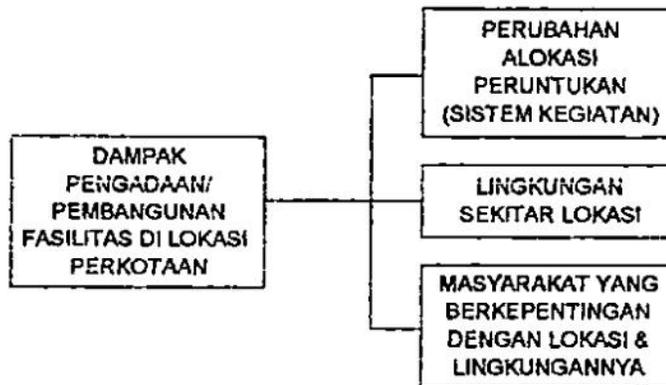
Gambar 3.29. Sketsa pelaksanaan Incremental Launching

3.6.2.6. Penderekan, pengangkatan dan pendongkrakan

Penderekan, pengangkatan atau pendongkrakan vertikal untuk unit-unit balok pracetak sudah biasa dilakukan. Tergantung pada kemudahan pengadaan peralatan dan pertimbangan ekonomi, penggunaan dapat dilakukan dengan kran (cranes) atau dongkrak-dongkrak vertikal yang digabungkan dengan *tower*, *girder* atau *sling*. Balok-balok melintang dan pelat lantai kemudian dapat dicor di tempat atau pracetak dan dengan cara yang sama ditempatkan pada posisinya.

3.7. Faktor/Kendala Lokasi Perkotaan Terhadap Pelaksanaan Konstruksi (Struktur Atas) Jalan Layang

Sebagaimana telah dimaklumi bahwa tata guna lahan (sistem kegiatan) di suatu lokasi perkotaan sudah tertentu sesuai dengan rencana tata ruang kota yang telah dilaksanakan. Sehingga bila terjadi perubahan peruntukan dalam perkembangannya akan membawa dampak yang tidak kecil, baik terhadap tatanan alokasi peruntukan sistem kegiatan, terhadap lingkungan sekitar lokasi yang bersangkutan, maupun terhadap masyarakat kota yang berkepentingan pada suatu lokasi (gambar 3.30).



Gambar 3.30. Dampak Pembangunan Fasilitas di Lokasi Perkotaan

Pembangunan suatu fasilitas umum seperti jalan layang tak terkecuali akan memberikan dampak seperti tersebut di atas karena akan mempengaruhi peruntukan atau tatanan situasi lokasi serta kondisi lingkungan yang sudah ada untuk kepentingan-kepentingan :

- penyediaan lahan untuk memposisikan atau meletakkan bangunan / jalan layang yang dimaksud pada alokasi yang sesuai yang sifatnya tetap / permanen selama bangunan berdiri
- penyediaan lahan untuk kepentingan kegiatan pelaksanaan konstruksi bangunan yang bersangkutan, yang kebutuhannya bersifat sementara, yakni hanya selama berlangsungnya kegiatan pelaksanaan konstruksi saja.

Di samping itu pembangunan suatu ruas jalan layang yang baru tentu akan menimbulkan perubahan-perubahan pada tatanan lingkungan, seperti timbulnya pengaruh pada ketenangan dan kenyamanan serta kesehatan pada lingkungan sekitarnya karena bertambahnya polusi

(suara, getaran dan udara), baik selama pelaksanaan konstruksi maupun pada masa operasi jalan layang seterusnya. Dampak ini akan dialami oleh masyarakat yang berkepentingan pada lokasi dan lingkungan sekitarnya, yang pada akhirnya akan berdampak pada kehidupan sosial dan ekonominya.

3.7.1. Kegiatan pada pelaksanaan konstruksi jalan layang dan sifat/status kebutuhan lahan

Kegiatan-kegiatan yang terdapat pada proses pelaksanaan konstruksi suatu jalan layang secara garis besar terdiri dari :

- 1) Pekerjaan persiapan, yang meliputi kegiatan-kegiatan : penyediaan atau pembebasan dan pembersihan lahan baik untuk kepentingan perletakan bangunan maupun untuk kepentingan pelaksanaan konstruksi termasuk untuk jalan akses eksternal dan internal; mobilisasi personil, peralatan, material dan komponen struktur bangunan; penyediaan / pengadaan kantor proyek, barak kerja dan pekerja, tempat (gudang atau pelataran) untuk penyimpanan peralatan, material dan komponen struktur bangunan; penyediaan pelataran untuk produksi material atau komponen bangunan / *plant* (bila diperlukan); penyiapan instalasi-instalasi sementara yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan konstruksi; serta pekerjaan-pekerjaan pengamanan yang diperlukan selama pelaksanaan konstruksi berlangsung.
- 2) Pekerjaan fondasi, yang kegiatannya tergantung pada desain yang telah dihasilkan.

- 3) Pekerjaan struktur bawah berikut pelat-pelat dukungan (bearings), macam kegiatan tergantung pada tipe yang ditentukan oleh desain.
- 4) Pekerjaan struktur atas, kegiatan tergantung pada tipe yang dihasilkan dari desain
- 5) Pekerjaan penyelesaian akhir berikut pemasangan perlengkapan dan komponen-komponen pengamanan operasional.
- 6) Pekerjaan pemeliharaan / perawatan.

Luasan lahan yang harus disediakan untuk kepentingan perletakan struktur jalan layang secara keseluruhan terdiri dari luasan blok atau proyeksi dari trase jalan layang ditambah luasan untuk kepentingan ditur untuk jalur bagi arus lalu lintas yang lewat berikut lebar penguasaannya. Selanjutnya (jangka panjang) ditur berikut lebar penguasaannya ini akan digunakan sebagai jalur untuk gerakan memisah atau bergabung bagi lalu lintas yang akan berjalan ke dan/atau datang dari jalan *minor*. Sehingga kebutuhan luasan ini bersifat tetap/permanen. Luasan untuk ditur ini tidak diperlukan bila kedua ruas jalan yang bersilangan memang didesain untuk tidak saling berhubungan pada lokasi yang bersangkutan. Hal ini dapat terjadi jika telah terdapat jalan akses (penghubung) antara kedua ruas jalan tersebut yang memadai untuk difungsikan di lokasi lainnya atau ruas jalan layang merupakan bagian dari ruas lintasan jalan baru yang didesain tidak berhubungan langsung dengan jalan (*minor*) yang dilintasinya.

Dengan demikian kebutuhan luasan lahan yang sifatnya sementara semata-mata untuk kepentingan pelaksanaan konstruksi, ialah semua kebutuhan di luar luasan untuk keperluan perletakan struktur dan ditur seperti yang telah diuraikan di atas.

3.7.2. Dampak pelaksanaan konstruksi jalan layang terhadap lokasi dan lingkungannya

Adapun dampak pelaksanaan konstruksi jalan layang terhadap lokasi dan lingkungannya dapat dirinci sebagai berikut:

1) Terhadap *areal* lokasi dan lingkungan :

(a) pengurangan daerah penghijauan

(b) terjadinya pembebasan dan penggusuran tanah, yang akan membawa konsekwensi sosial dan ekonomi

Hal ini tentunya memang suatu konsekwensi yang tak terhindarkan dan memang harus terjadi untuk kegiatan pelaksanaan konstruksi secara keseluruhan, yaitu untuk keperluan lokasi kantor proyek, jalan akses proyek dan jalur jalan sementara (ditur) bagi arus lalu lintas yang lewat, pekerjaan persiapan (barak kerja) dan penempatan material, peralatan serta komponen struktur; yang dimulai dari pelaksanaan fondasi dan struktur bawah.

Khusus untuk pelaksanaan konstruksi struktur atas, luasan diperlukan untuk kepentingan-kepentingan :

- penempatan *batching plant* (untuk pelaksanaan dengan beton cast in situ)

- penempatan material konstruksi
- penempatan dan sirkulasi/mobilitas peralatan konstruksi
- penempatan/penyimpanan komponen struktur (bila dengan sistem pracetak)
- pemasangan dukungan dan pengamanan areal selama pelaksanaan konstruksi (pemasangan) gelagar dan pelat lantai pada bentangan struktur atas.

2) Terhadap *ketenangan, kenyamanan dan kesehatan kehidupan* yang terdapat di sekitar lingkungan lokasi :

Terjadinya polusi, baik polusi suara (penambahan kebisingan) dan getaran maupun polusi udara (penambahan gas racun CO). Hal ini diakibatkan oleh :

(a) kesibukan kegiatan pelaksanaan konstruksi, meliputi :

- kesibukan oleh kegiatan keluar - masuk lokasi proyek
- kesibukan yang terjadi karena kegiatan di dalam lokasi proyek

(b) kesibukan karena adanya kegiatan operasi peralatan konstruksi

3) Terhadap *kegiatan pengguna jalan (lalulintas)* yang lewat di sekitar lokasi karena adanya hambatan atau pengalihan rute perjalanan bagi arus lalulintas yang melintas di sekitar lokasi pelaksanaan proyek. Hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan, yakni :

(a) jalan *minor* ditutup / dipersempit sementara untuk keperluan pelaksanaan struktur atas / pemasangan gelagar

- (b) jalan *minor* ditutup total (khusus pada saat pelaksanaan konstruksi struktur atas), sehingga arus lalu lintas dialihkan sementara ke route terdekat, yang kapasitasnya mendekati atau sama dengan kapasitas jalan *minor* yang ditutup
- (c) jalan *major* dialihkan ke jalur yang telah dipersiapkan sebelumnya dengan pembebasan luasan areal kiri/kanan jalan *major* sebelumnya atau ke route terdekat yang ada (sejak pelaksanaan konstruksi fondasi dan struktur bawah), yang kapasitasnya mendekati atau sama dengan sebelumnya
- (d) terjadi pengaturan sementara perjalanan terhadap arus lalu lintas yang lewat selama pelaksanaan konstruksi, sehingga kapasitas jalan menjadi berkurang dan pada jam-jam sibuk terjadi antrian arus lalu lintas di sana - sini

Hal-hal tersebut di atas akan berakibat pada :

- biaya dan waktu perjalanan para pengguna jalan yang lewat di sekitar lokasi menjadi bertambah
- kenyamanan perjalanan menjadi berkurang

Pada pelaksanaan konstruksi tertentu (yang relatif berat) perlu mempertimbangkan waktu pelaksanaan di luar waktu puncak kesibukan arus lalu lintas, agar kondisi saling mengganggu akan dapat dikurangi.

- 4) Terhadap *kegiatan sosial ekonomi masyarakat* di sekitar lokasi, yakni akses ke tempat kegiatan sosial ekonomi masyarakat di sekitar lokasi pelaksanaan proyek menjadi terganggu / terhambat atau bahkan hilang sama sekali. Hal ini dapat terjadi, karena :
- (a) terjadinya pembebasan lahan untuk *base camp*, kantor proyek, dan barak kerja. Base camp meliputi peruntukan tempat penyimpanan peralatan, material, komponen struktur, dan penginapan pekerja (dapat pada lingkungan ruas jalan *major* dan/atau *minor*)
 - (b) adanya pembebasan luasan lahan untuk penyediaan ditur pada sisi-sisi ruas jalan *major*
 - (c) kepentingan pengamanan lokasi selama pelaksanaan konstruksi
 - (d) adanya kesibukan kegiatan pelaksanaan konstruksi
 - (e) keperluan penyediaan jalan akses ke lokasi pelaksanaan pekerjaan



BAB IV

PENERAPAN *CONSTRUCTABILITY* PADA DESAIN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG

BAB IV
PENERAPAN *CONSTRUCTABILITY*
PADA DESAIN STRUKTUR ATAS JALAN LAYANG

4.1. U m u m

Salah satu tahap kegiatan dalam proses desain suatu konstruksi bangunan ialah tahap penentuan tipe struktur yang paling layak untuk diimplementasikan. Hal ini menjadi penting karena dalam penentuan tipe struktur tersebut banyak faktor pengaruh yang harus dipertimbangkan, yang berkaitan dengan upaya pencapaian sasaran dari desain struktur yang menghendaki semaksimal mungkin memenuhi kriteria sebagai berikut :

- secara fungsional efektif dalam pengoperasian
- aman, baik dalam pelaksanaan konstruksi maupun pada masa pengoperasian / pemanfaatan
- mudah dalam pelaksanaan konstruksi
- biaya yang relatif rendah, baik pelaksanaan konstruksi maupun pemeliharaan / perawatan
- estetika baik dan serasi terhadap lingkungan lokasi

Tentu saja tidak mudah untuk mencapai kondisi yang ideal, yakni kriteria-kriteria tersebut di atas kesemuanya tercapai secara penuh (maksimal). Oleh karenanya perlu diupayakan suatu keseimbangan dalam pencapaian sasaran, melalui analisis perbandingan berbagai alternatif

desain struktur yang memungkinkan untuk diimplementasikan pada berbagai kondisi faktor pengaruh yang dihadapi.

Hal tersebut di atas berlaku pula pada proses desain jalan layang untuk persimpangan di lokasi perkotaan, terutama pada desain struktur atas yang akan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya.

Dewasa ini terdapat banyak alternatif desain/tipe struktur atas jembatan beton yang dapat dimanfaatkan untuk jalan layang, yang masing-masing alternatif tipe tersebut pelaksanaan konstruksinya dimungkinkan dengan beberapa alternatif metoda. Sama seperti penentuan desain/tipe struktur atas, maka penentuan metoda konstruksi harus pula mempertimbangkan berbagai faktor yang berpengaruh, terutama yang berkaitan dengan kondisi situasi dan kesibukan yang terdapat pada lokasi dan lingkungan pembangunannya. Dengan demikian diharapkan proses kegiatan pelaksanaan konstruksi tidak terlalu banyak menimbulkan kondisi saling pengaruh dengan lokasi dan lingkungannya. Gambar 3.19 yang terdapat pada bab III menunjukkan keterkaitan antara tipe struktur atas dan metoda konstruksi dalam upaya untuk menghasilkan desain struktur atas jalan layang yang efektif.

Untuk mencapai keseimbangan pencapaian sasaran tujuan dari desain yang dimaksud maka perlu dilakukan penentuan tipe struktur atas dengan pendekatan *Constructability*. Adapun aspek yang dipertimbangkan pada bahasan ini hanya terbatas pada salah satu aspek dari prinsip

Constructability pada tahap desain, yakni kesesuaian Metoda Konstruksi dan kondisi situasi lokasi dan lingkungan.

Tipe struktur atas jembatan beton untuk jalan layang yang dipertimbangkan dibatasi hanya untuk tipe perletakan bentang sederhana (simple span) dan bentang menerus (continuous span).

Selanjutnya bab ini akan memuat uraian bahasan tentang penyusunan Model Pemilihan Tipe Struktur Atas, Alternatif Tipe Struktur Atas dan Metoda Konstruksi, Faktor-faktor yang mempengaruhi *Constructability* dan Metoda Konstruksi yang perlu dipertimbangkan, serta Implementasi Analisis Morfologikal dalam Pemilihan Tipe Struktur Atas dengan Pertimbangan *Constructability*.

4.2. Model Pemilihan Tipe Struktur Atas

Untuk memudahkan proses pendekatan *Constructability* dalam pemilihan dan penentuan tipe struktur atas yang paling sesuai untuk diimplementasikan, maka perlu adanya suatu model pemilihan dan sistem penilaian agar dapat dilakukan penyusunan skala prioritas dari alternatif-alternatif yang dipilih, untuk selanjutnya ditentukan satu tipe yang akan digunakan, yakni yang dianggap paling unggul bila dibandingkan dengan alternatif-alternatif lainnya.

Metoda perbandingan alternatif akan menggunakan analisis Morfologikal dengan sistem penilaian yang menggunakan metoda pembobotan dengan skala angka.

4.2.1. Analisis morfologikal

Analisis Morfologikal yang juga dikenal sebagai Analisis Matrik atau Kotak Morfologikal pertama kali dikemukakan oleh Zwicky dan kemudian dikembangkan oleh Allen [20]. Teknik ini secara luas telah digunakan pada banyak bidang, antara lain untuk kepentingan analisis desain produk, inovasi teknologi, riset pasar, dan juga pada permasalahan sosial.

Analisis ini merupakan suatu pendekatan yang pada prinsipnya merupakan suatu metoda pemilihan terhadap sejumlah alternatif penyelesaian masalah yang memungkinkan. Adapun tolok ukur yang digunakan ialah kekuatan hubungan antar faktor-faktor yang saling berpengaruh dalam mencapai hasil (sasaran) penyelesaian permasalahan yang sebaik-baiknya berdasarkan parameter-parameter atau dimensi-dimensi utama (major) yang diuraikan / dipecah menjadi bentuk-bentuk sub-divisi dari dimensi-dimensi aslinya. Setiap sub-divisi dari parameter / dimensi yang dipertimbangkan dipasangkan / dikombinasikan secara bersama-sama dan diuji untuk mendapatkan solusi-solusi yang memungkinkan pada suatu persoalan.

Meskipun berbagai dimensi persoalan utama (major) dapat digunakan, pendekatan tipikalnya ialah dengan mem*break-down* suatu persoalan ke dalam dua atau tiga dimensi. Untuk persoalan rumit yang melibatkan empat atau lebih dimensi, Analisis Morfologikal dilakukan dengan suatu metoda khusus yang dikenal dengan *Allen Morphologizers*, yakni yang melibatkan banyak faktor untuk menyelesaikannya dan dilakukan secara

multidimensional. Namun demikian prosedur dasar dari pembagian / penguraian (penyusunan subdivisi) suatu persoalan adalah tetap sama. Perbedaan yang ada pada pendekatan-pendekatan Morfologikal hanya dalam hal jumlah dimensi dari persoalan yang digunakan dan prosedur-prosedur spesifik yang dilibatkan dalam mengkonstruksi dan memilah subdivisi dari persoalan.

Langkah - langkah Analisis

Langkah-langkah analisis yang harus dijalankan untuk menyelesaikan suatu persoalan, meliputi :

1. Penentuan persoalan utama, unsur-unsur persoalan dan tujuan-tujuannya
2. Identifikasi dimensi yang perlu dipertimbangkan dari persoalan utama (major) atau unsur persoalan, yakni dapat terdiri dari 2(dua) atau 3(tiga) dimensi, atau n dimensi
3. Penyusunan (dalam daftar) semua subdivisi yang relevan untuk setiap dimensi
4. Pembuatan suatu matrik (untuk 2 dimensi) atau suatu kubus (untuk 3 dimensi), atau tabel n kolom yang dapat digeser-geser (untuk n dimensi) dengan menuliskan subdivisi-subdivisi yang telah terinventarisir untuk masing-masing dimensi. Pola ini dapat dilihat pada gambar 4.1.a, b, dan c.
5. Tinjauan kombinasi tiap-tiap subdivisi dari dimensi - dimensi yang dipertimbangkan.

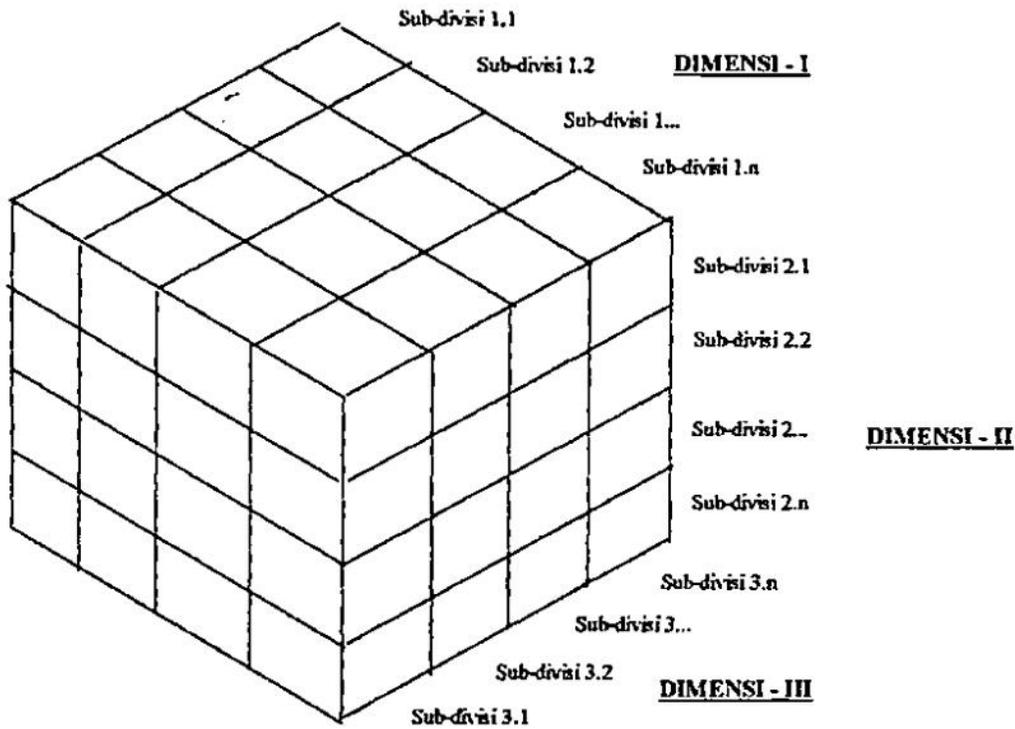
6. Evaluasi setiap kombinasi subdivisi yang terjadi terhadap potensinya dalam mencapai suatu penyelesaian masalah.
7. Eliminasi / penghapusan kombinasi-kombinasi yang tidak konsisten dengan tujuan-tujuan persoalan atau yang sangat tidak praktis dalam pengimplementasiannya.
8. Penentuan kombinasi yang dinilai paling berpotensi akan memberikan penyelesaian persoalan yang terbaik berdasarkan kriteria yang telah dikembangkan sebelumnya.

DIMENSI - I

Sub-divisi 1.1	Sub-divisi 1.2	Sub-divisi 1.3	Sub-divisi 1.n	
				Sub-divisi 2.1
				Sub-divisi 2.2
				Sub-divisi 2.3
				Sub-divisi 2.n

DIMENSI - II

Gambar 4.1.a. Pola Matrik 2-Dimensi [20]



Gambar 4.1.b. Pola Matrik 3-Dimensi [20]

	DIMENSI - I	DIMENSI - II		DIMENSI - n
DIMENSI - I	sub-divisi 2.1	sub-divisi 3.1		sub-divisi n.1
sub-divisi 1.1	sub-divisi 2.2	sub-divisi 3.2		sub-divisi n.2
sub-divisi 1.2	sub-divisi 2....	sub-divisi 3....	DIMENSI -	sub-divisi n....
sub-divisi 1...	sub-divisi 2.n	sub-divisi 3.n	sub-divisi1	sub-divisi n.n
sub-divisi 1.n			sub-divisi2	
			sub-divisi	
			sub-divisin	

Gambar 4.1.c. Pola Matrik n-Dimensi (Allen Morphologizers) [20]

Definisi dan susunan secara hirarki permasalahan, unsur permasalahan, dimensi (parameter), dan subdivisi dapat dilihat pada tabel 4.1.

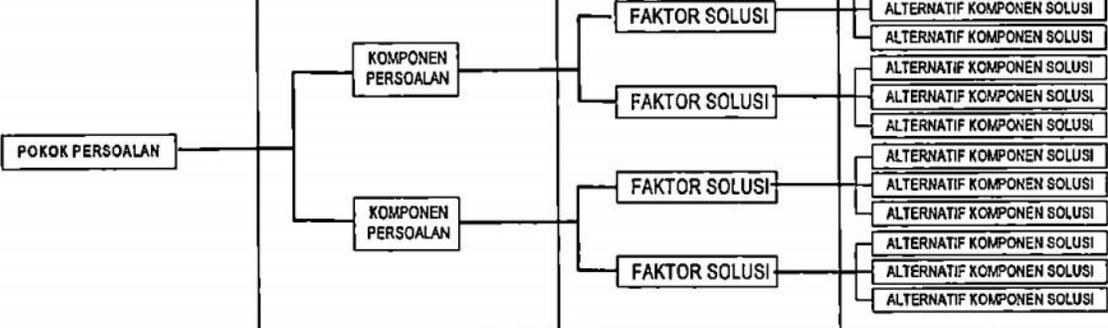
4.2.2. Metoda penilaian

Penilaian terhadap kombinasi-kombinasi yang terbentuk dari subdivisi-subdivisi yang ditinjau pada Analisis Morfologikal didasarkan pada kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan kriteria-kriteria yang dimaksud selanjutnya dinilai sejauhmana potensi suatu kombinasi dalam mencapai sasaran penyelesaian masalah. Dengan kata lain penilaian diberikan terhadap tingkat pencapaian sasaran penyelesaian masalah yang terdapat pada suatu kombinasi berdasarkan kriteria yang ditinjau.

Secara garis besar terdapat 2(dua) macam nilai yang dapat digunakan untuk menilai kombinasi-kombinasi pada Analisis Morfologikal, yaitu :

- 1) Nilai kuantitatif yang menunjukkan besaran jumlah, ukuran, potensi, atau kapasitas yang sesungguhnya dari kombinasi yang ditinjau, yang diwujudkan dengan besaran angka (numerik) yang pasti. Nilai biasanya didapat dari hasil penelitian, survai, atau ketentuan-ketentuan yang baku. Contoh dari penilaian ini ialah kisaran panjang bentang yang dapat didukung oleh suatu kombinasi tipe struktur atas jembatan dan tipe struktur betonnya.
- 2) Nilai kualitatif yang menunjukkan potensi / kekuatan suatu kombinasi dalam pencapaian sasaran penyelesaian masalah. Dalam hal ini ter-

Tabel 4.1. Definisi Permasalahan, Unsur, Dimensi, dan Subdivisi

PERMASALAHAN	UNSUR PERMASALAHAN	DIMENSI (PARAMETER)	SUBDIVISI
			
<p>Persoalan utama yang akan dicari solusi terbaiknya</p>	<p>Bagian/komponen persoalan utama sesuai faktor yang ditinjau, yang gabungan solusinya merupakan solusi persoalan utama. Jumlah komponen persoalan tergantung pada persoalan yang dihadapi dan faktor yang ditinjau.</p>	<p>Aspek pertimbangan dari komponen persoalan yang jumlahnya tergantung pada faktor penting yang perlu dipertimbangkan pada masing-masing komponen persoalan.</p>	<p>Alternatif komponen solusi yang terdapat pada setiap faktor solusi yang merupakan atribut yang harus dipertimbangkan / dinilai kekuatan kombinasinya dalam mencapai solusi yang terbaik.</p>

dapat 4(empat) macam cara pemberian nilai yang sering digunakan, yakni :

- a) Nilai yang digunakan untuk menentukan suatu kepastian apakah kombinasi dari subdivisi mungkin/layak atau tidak mungkin/tidak layak untuk diimplementasikan dalam upaya mencapai sasaran penyelesaian masalah, yang dinyatakan dengan ungkapan ya/tidak, layak/tidak layak, mungkin/tidak mungkin, dapat/tidak dapat.
- b) Nilai yang dinyatakan dengan angka (numerik) yang sebelumnya telah didefinisikan / dideskripsi terlebih dulu terhadap berbagai kemungkinan tingkat potensi penyelesaian masalah yang akan dijumpai dalam tinjauan.
- c) Nilai yang dinyatakan dengan huruf (alfabetik) sesuai definisi / deskripsi yang telah ditentukan sebelumnya.
- d) Nilai yang dinyatakan dengan komentar secara deskriptif, menurut besaran spektrum potensi yang dihasilkan oleh kombinasi-kombinasi subdivisi yang diperoleh dari proses Analisis Morfologikal, seperti : baik, sedang, kurang ; tinggi, sedang, rendah ; atau : kuat, sedang, lemah.

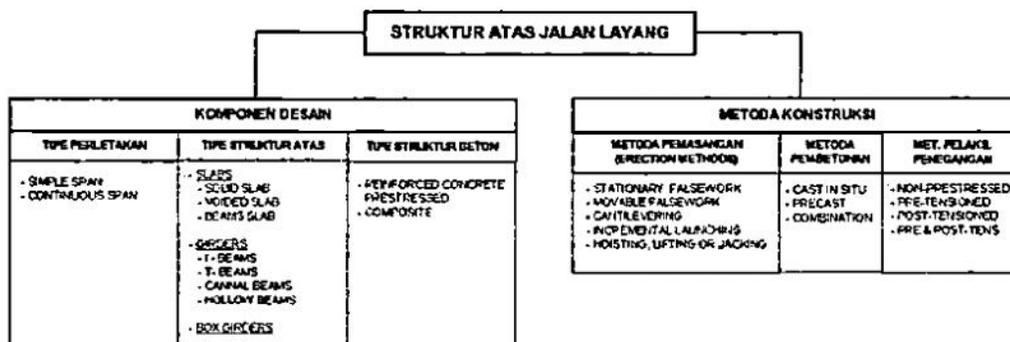
Selain berbagai cara pemberian nilai kualitatif seperti yang telah disebutkan di atas, masih banyak lagi cara pemberian nilai yang dapat digunakan, seperti : penggunaan simbol-simbol tertentu, warna, dan lain sebagainya. Oleh karenanya penggunaan cara pemberian nilai perlu mempertimbangkan kesesuaiannya dengan permasalahan yang

dihadapi, agar proses penilaian dan penyelesaian masalah selanjutnya dapat dengan mudah dilakukan.

4.3. Alternatif Tipe Struktur Atas dan Metoda Konstruksi

Sebagaimana yang telah diuraikan pada bab III butir 3.6, untuk keperluan konstruksi jalan layang terdapat beberapa alternatif desain/tipe struktur atas dan metoda pelaksanaan konstruksi yang dapat digunakan.

Jika diuraikan (break down), maka terdapat beberapa komponen desain struktur atas dan metoda pelaksanaan konstruksi sebagai dimensi-dimensi yang perlu dipertimbangkan dengan metoda Analisis Morfologikal pada saat pemilihan tipe struktur atas dan metoda pelaksanaan konstruksi yang akan digunakan, agar hasil desain dapat semaksimal mungkin efektif sebagaimana yang diharapkan. Adapun uraian komponen yang dimaksud dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Uraian komponen (break down) desain Struktur Atas Jalan Layang dan Metoda Konstruksi

Sebagai langkah awal proses analisis untuk pemilihan tersebut, maka perlu dilakukan terlebih dahulu Analisis Morfologikal terhadap komponen dari masing-masing uraian yang dimaksud sebagai subdivisi agar kombinasi dari komponen (subdivisi) yang tidak mungkin dilaksanakan / diterapkan sejak awal sudah dapat dihilangkan / dieliminir terlebih dahulu agar proses analisis selanjutnya dapat menjadi lebih sederhana.

4.3.1. Tipe-tipe struktur atas yang dapat diimplementasikan

Pada bab III butir 3.6.1 telah diuraikan tipe-tipe struktur atas jembatan berikut batasan panjang bentang yang dapat dimanfaatkan untuk konstruksi jalan layang. Di samping itu dari butir 3.5.3 secara geometris dapat diketahui bahwa ruas jalan *major* (utama) yang umumnya layak dihubungkan dengan jalan layang terdiri dari tipe I kelas I (tertinggi) hingga tipe II kelas I (terendah). Sedangkan ruas jalan *minor* yang berpeluang dilintasi oleh jalan layang ialah semua tipe dan kelas jalan yang ada. Namun untuk mengantisipasi kemungkinan dilakukannya peningkatan kelas jalan (minor) di masa yang akan datang karena tuntutan pertumbuhan volume lalu lintas, maka dalam menentukan posisi pilar-pilar untuk jalan layang sebaiknya perlu mempertimbangkan hal tersebut sehingga letak pilar terhadap ruas jalan *minor* harus sedemikian rupa agar ruang bebas yang terjadi antara 2(dua) pilar cukup untuk mengakomodasikan kemungkinan perkembangan/peningkatan kelas yang dimaksud.

Dengan demikian panjang bentang utama (jarak antara dua pilar) ruas jalan layang yang berada tepat pada persimpangan jalan sebaiknya dibuat minimal 35,00 meter pada ruas jalan *minor* dari kelas terendah. Untuk ruas jalan *minor* dengan kelas yang lebih tinggi jarak pilar disesuaikan dengan ruang bebas yang harus disediakan. Namun demikian penentuan jarak pilar pada persimpangan sebaiknya mengacu pada rencana induk (master plan) yang berkaitan dengan rencana pengembangan/peningkatan kelas (geometri) ruas jalan agar letak/posisi pilar yang ditentukan tidak menimbulkan kesulitan pada pelaksanaan pengembangan/pembangunan di kemudian hari.

Gambar 4.3.a menunjukkan suatu matriks 2-dimensi untuk keperluan inventarisasi sekaligus penyajian data tentang panjang bentang yang dapat didukung oleh kombinasi antara tipe struktur atas pada satu dimensi dan tipe struktur beton pada dimensi yang lainnya, untuk tipe perletakan sederhana (simple spans).

Tipe Struktur Atas 	Tipe Struktur Beton							
	Solid slab	Voided Slab	Beams Slab	I - Beams	II - Beams	Cannal Beams	Hollow Beams	Box Girders
Reinforced Concrete	5 - 10	6 - 16	12 - 20	12 - 35	6 - 25	5 - 13	10 - 20	12 - 30
Prestressed	6 - 12	10 - 18	12 - 20	12 - 35	20 - 45	15 - 40	10 - 20	20 - 50
Composite (RC & PSC)				16 - 25			8 - 20	18 - 40

Gambar 4.3.a. *Matriks 2-dimensi Tipe Struktur Atas dan Tipe Struktur Beton untuk data panjang bentang dengan jenis perletakan sederhana*

Untuk tipe perletakan menerus (continuous spans) data panjang bentang yang dapat didukung oleh kombinasi tipe struktur atas dan tipe struktur beton dapat dilihat pada matriks sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.3.b.

Tipe Struktur Atas Tipe Struktur Beton	Solid slab	Voided slab	Beams Slab	I - Beams	T - Beams	Cannal Beams	Hollow Beams	Box Girders
Reinforced Concrete								
Prestressed			15 - 35		15 - 50			6 - 150
Composite (RC & PSC)				20 - 40				

Gambar 4.3.b. *Matriks 2-dimensi Tipe Struktur Atas dan Tipe Struktur Beton untuk data panjang bentang dengan jenis perletakan menerus*

Dengan menggunakan matrik seperti di atas, maka perubahan-perubahan data dapat dilakukan dengan mudah bila di masa yang akan datang terdapat perubahan atau tambahan data sebagai masukan dari hasil peneltian dan / atau perkembangan teknologi konstruksi yang mutakhir.

Dari data tersebut di atas terlihat bahwa tidak semua tipe struktur atas dapat digunakan untuk bentang utama. Adapun tipe-tipe yang dapat digunakan untuk bentang utama dapat dilihat pada tabel 4.2.

Selain untuk bentang utama, tipe-tipe yang terdapat pada tabel 4.2 tersebut dan juga tipe-tipe yang lainnya dapat juga digunakan untuk struktur atas pada bagian *ramp*.

Tabel 4.2. Tipe Struktur Atas dan Struktur Beton untuk Bentang Utama

No.	Tipe Struktur Atas	Tipe Struktur Beton	Panjang Bentang (m)
I	Tipe Perletakan Bentang Sederhana		
1.	I - Beams	Prestressed Concrete	12 - 35
2.	T - Beams	Prestressed Concrete	20 - 45
3.	Cannal Beams	Prestressed Concrete	15 - 40
4.	Box Girders	Prestressed Concrete	20 - 50
5.		Composite (RC & PSC)	18 - 40
II	Tipe Perletakan Bentang Menerus		
1.	Beams Slab	Prestressed Concrete	15 - 35
2.	I - Beams	Composite (RC & PSC)	20 - 40
3.	T - Beams	Prestressed Concrete	15 - 50
4.	Box Girders	Prestressed Concrete	6 - 150

4.3.2. Alternatif metoda konstruksi yang dapat dilaksanakan

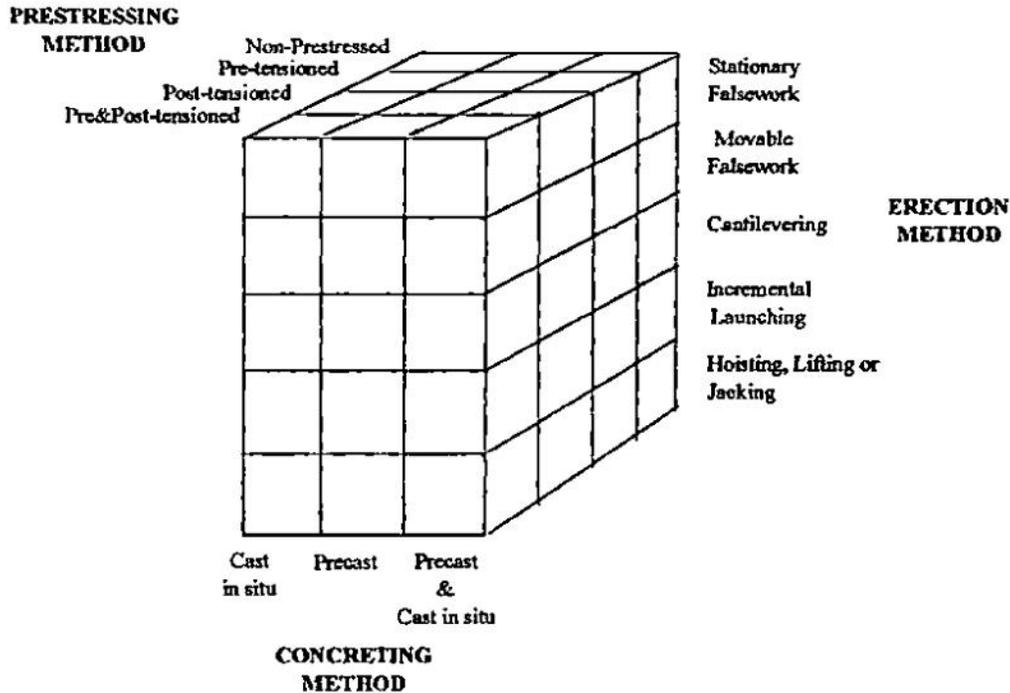
Pelaksanaan konstruksi struktur atas jembatan beton untuk jalan layang sebagaimana yang telah diterangkan pada bab III butir 3.6.2 bila diuraikan terdiri dari 3(tiga) komponen kegiatan utama, yakni:

- 1) Pemasangan bentang struktur atas, yang alternatif metoda (erection method) meliputi :
 - a) *stationary falsework*
 - b) *movable falsework*
 - c) *cantilever*
 - d) *incremental launching*
 - e) *hoisting, lifting or jacking*

- 2) Pembetonan, dengan alternatif metoda (concreting method) terdiri dari :
 - a) *cast in situ*
 - b) *precast*
 - c) *combination (cast in situ dan precast)*
- 3) Penegangan struktur beton, khususnya untuk struktur beton *prestressed*, dengan alternatif metoda (tensioning method) meliputi :
 - a) *non-prestressed*
 - b) *pre-tensioned*
 - c) *post-tensioned*
 - d) *pre & post-tensioned*

Untuk menentukan metoda konstruksi yang akan digunakan, maka langkah pertama yang perlu dilakukan ialah Analisis Morfologikal untuk mengetahui kombinasi metoda pelaksanaan yang memungkinkan untuk digunakan. Sedangkan kombinasi metoda yang tidak mungkin untuk dilaksanakan dapat segera diidentifikasi dan tidak perlu diikuti dalam analisis-analisis pemilihan selanjutnya.

Dalam hal ini terdapat 3(tiga) dimensi yang harus dianalisis alternatif kombinasi subdivisinya. Ketiga dimensi tersebut ialah : *erection method*, *concreting method*, dan *prestressing method* yang subdivisi-subdivisinya sebagaimana yang telah disebutkan di atas akan membentuk matriks Morfologikal 3(tiga) dimensi (gambar 4.4).



Gambar 4.4. *Matriks Morfologikal 3-Dimensi Metoda Pelaksanaan*

Dari matriks tersebut kemudian dibuatkan tabel guna menginventarisasi alternatif-alternatif kombinasi subdivisi yang terbentuk, untuk kemudian dilakukan identifikasi alternatif kombinasi yang memungkinkan dan tidak memungkinkan untuk diterapkan. Alternatif kombinasi subdivisi yang teridentifikasi tidak memungkinkan untuk diterapkan tidak perlu diikuti dalam analisis-analisis Morfologikal selanjutnya. Dalam hal ini akan terbentuk 60(enampuluh) alternatif kombinasi yang berasal dari (5 x 3 x 4) subdivisi yang dikombinasikan.

Selanjutnya pada lampiran 3 dapat dilihat kombinasi-kombinasi yang terbentuk dari matriks tersebut di atas berikut identifikasinya.

Hasil identifikasi (lampiran 3) menunjukkan bahwa dari 60(enampuluh) alternatif kombinasi metoda pelaksanaan konstruksi yang ada, ternyata 25 (duapuluh lima) di antaranya secara teknis tidak mungkin dilaksanakan, sehingga tidak perlu diikutkan dalam analisis-analisis selanjutnya. Dengan demikian jumlah alternatif kombinasi pelaksanaan konstruksi yang akan diikutkan dalam analisis-analisis selanjutnya ialah sebanyak 35 (tigapuluh lima) alternatif kombinasi. Pada proses identifikasi ini baru dilakukan pemisahan / penyaringan antara kombinasi-kombinasi yang layak dilaksanakan dan yang tidak layak dilaksanakan guna menyederhanakan jumlah alternatif kombinasi yang perlu diikutkan pada analisis selanjutnya. Dengan demikian penilaian kualitatif terhadap alternatif kombinasi yang terbentuk belum dilakukan. Penilaian akan dilakukan sesuai dengan kriteria yang dipertimbangkan pada analisis-analisis selanjutnya.

4.3.3. Matriks tipe struktur atas dan metoda konstruksi

Dari hasil analisis dan penyaringan dengan menggunakan matrik 2-dimensi terhadap kombinasi antara tipe struktur atas dan tipe struktur beton diketahui terdapat 20(duapuluh) alternatif kombinasi yang dapat digunakan, yakni terdiri dari 16(enambelas) alternatif untuk tipe perletakan sederhana (simple span) dan 4(empat) alternatif untuk tipe perletakan menerus (continuous span) beserta masing-masing batasan panjang bentang yang dapat didukungnya.

Sedangkan dari hasil penyaringan awal dengan analisis yang menggunakan matriks 3-dimensi terhadap alternatif metoda pelaksanaan konstruksi yang dikenal, diperoleh sejumlah 35(tigapuluh lima) alternatif metoda pelaksanaan konstruksi yang memungkinkan untuk digunakan.

Dengan demikian penyaringan untuk menentukan kesesuaian antara metoda pelaksanaan konstruksi dan tipe struktur atas akan dilakukan dengan analisis menggunakan matriks 2-dimensi yang akan menguji sebanyak 700(tujuh ratus) alternatif kombinasi dari subdivisi tipe struktur atas (20 subdivisi) terhadap metoda pelaksanaan konstruksi (35 subdivisi).

Alternatif kombinasi yang terbentuk dari matriks 2-dimensi yang dimaksud berikut hasil penilaiannya dapat dilihat pada lampiran 4. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 700(tujuh ratus) kombinasi yang terjadi ternyata hanya 204(duaratus empat) alternatif kombinasi yang memungkinkan dan layak untuk diimplementasikan, yang terdiri dari 152(seratus limapuluh dua) alternatif untuk perletakan bentang sederhana dan 52(limapuluh dua) alternatif untuk perletakan bentang menerus. Selanjutnya pemilihan dan penentuan alternatif yang paling layak untuk diimplementasikan dalam pembangunan jalan layang di lokasi perkotaan akan dilakukan dengan analisis kelayakan terhadap pengaruh faktor-faktor *Constructability* yang dipertimbangkan.

4.4. Faktor - faktor *Constructability* yang perlu dipertimbangkan

Tujuan dari pendekatan *Constructability* pada tahap desain ialah agar desain yang dihasilkan benar-benar efektif dalam mewujudkan keseimbangan antara pencapaian sasaran proyek yang semaksimal mungkin dan kendala lokasi dan lingkungan yang seminimal mungkin. Dengan demikian desain yang dihasilkan hendaknya selain dapat memenuhi kebutuhan fungsional, aman dalam pengoperasian, estetika baik dan serasi serta masih dalam batasan biaya yang memadai, juga konstruksinya harus dapat dilaksanakan dengan mudah, aman dan biaya yang rendah. Untuk itu hal penting yang perlu dilakukan ialah menyertakan prinsip-prinsip *Constructability* sebagai unsur pertimbangan dalam menentukan tipe desain yang akan digunakan.

Sebagaimana yang telah disampaikan pada bab II (2.7. Implementasi Prinsip-prinsip *Constructability*), paling tidak terdapat 4(empat) prinsip yang harus dipertimbangkan pada tahap desain, yakni : Metoda Konstruksi, Spesifikasi, Aksesibilitas, dan Kecakapan Tim Pelaksana, yang masing-masing saling terkait dan saling mempengaruhi. Namun dari keempat prinsip tersebut, Metoda Konstruksi merupakan prinsip yang paling berpengaruh dan menentukan bagi keberhasilan suatu pelaksanaan konstruksi, karena perannya yang bersifat interaktif terhadap hasil desain dan kendala-kendala lokasi serta lingkungan dalam pelaksanaan konstruksi. Sehingga dengan mengetahui kendala lokasi yang ada, akan dapat ditentukan metoda konstruksi yang paling sesuai untuk digunakan. Dengan demikian tipe struktur atas jalan layang yang paling layak digunakan dapat ditentukan.

Adapun kendala-kendala lokasi dan lingkungan yang merupakan faktor pengaruh *Constructability* serta perlu dipertimbangkan dalam menentukan metoda konstruksi yang akan digunakan, meliputi :

- 1) Ukuran / luasan Site, yakni luasan areal yang harus disediakan khusus untuk mengakomodasi kegiatan pelaksanaan konstruksi struktur atas, yang meliputi keperluan untuk :
 - a) penempatan material konstruksi
 - b) penempatan *batching plant* (jika diperlukan) untuk beton cor dan/atau pracetak di tempat
 - c) areal bagi mobilisasi, penempatan dan manuver peralatan konstruksi
 - d) penempatan atau penyimpanan komponen struktur (beton pracetak)
 - e) pengamanan area selama berlangsungnya kegiatan pelaksanaan konstruksi (pemasangan) gelagar dan pelat lantai.

Pengadaan luasan/area untuk memenuhi kebutuhan pelaksanaan konstruksi ini kemungkinan dilakukan dengan 3(tiga) alternatif cara, yakni :

- pengurangan daerah penghijauan
- dengan penyewaan / pembebasan / penggusuran area
- gabungan kedua cara tersebut di atas

- 2) Situasi lokasi Site dan keadaan umum Topografi, yang meliputi :

- a) tata guna lahan, berkaitan dengan gangguan pada ketenangan, kenyamanan dan kesehatan lingkungan di sekitar lokasi pelaksanaan konstruksi karena terjadinya polusi suara, getaran dan

udara yang ditimbulkan oleh kegiatan pelaksanaan konstruksi, yang meliputi :

- kesibukan kegiatan keluar/masuk lokasi proyek
 - kesibukan kegiatan dan operasi peralatan konstruksi di dalam lokasi proyek
- b) kegiatan sosial ekonomi masyarakat yang berada di sekitar lokasi kemungkinan terganggu sehingga dapat berubah, karena terpengaruh oleh perubahan-perubahan situasi yang terjadi, baik selama pelaksanaan konstruksi maupun untuk seterusnya.
- c) sistem jaringan jalan dan utilitas, meliputi :
- kemungkinan pengalihan sebagian / seluruh arus lalu lintas yang lewat pada persimpangan untuk sementara waktu selama berlangsungnya kegiatan pelaksanaan konstruksi, untuk mengurangi hambatan yang mungkin terjadi baik terhadap proses kegiatan pelaksanaan konstruksi maupun bagi para pemakai jalan. Namun demikian pengaturan sebaiknya mempertimbangkan juga dampak bagi para pemakai jalan, yakni perubahan terhadap keamanan, kenyamanan, biaya dan waktu perjalanan.
 - kemungkinan pengamanan / pengalihan jaringan utilitas yang harus dilakukan selama pelaksanaan konstruksi, seperti jaringan kabel listrik dan telepon.
- d) kelandaian yang terdapat di sekitar lokasi tempat pelaksanaan konstruksi yang dapat berpengaruh pada : kesesuaian metoda

konstruksi, penggunaan peralatan, dan pengaturan sistem drainase lokasi tempat pelaksanaan konstruksi.

- 3) Kondisi Site termasuk kondisi Geoteknik, meliputi kondisi umum lahan yang terdapat pada lokasi tempat pelaksanaan konstruksi dan sekitarnya, yang dapat berpengaruh pada macam dan urutan kegiatan yang harus dilakukan, serta peralatan yang harus digunakan.
- 4) Peraturan / Persyaratan & Batasan-batasan setempat yang relevan, meliputi peraturan, persyaratan dan batasan perijinan yang berkaitan dengan kegiatan pelaksanaan konstruksi pada suatu lokasi dan akses yang digunakan, antara lain :
 - a) batasan ukuran dan berat muatan material dan/atau komponen struktur serta peralatan konstruksi yang diperkenankan melewati jalan akses
 - b) batasan jam kerja yang diperkenankan untuk kegiatan pelaksanaan konstruksi
 - c) syarat-syarat pengamanan lokasi tempat pelaksanaan konstruksi
- 5) Kondisi Iklim dan Cuaca, meliputi kondisi suhu dan kelembaban udara, serta kondisi cuaca yang umum berlaku di lokasi tempat pelaksanaan konstruksi.
- 6) Potensi Sumberdaya, gambaran kemudahan / ketersediaan sumberdaya pelaksanaan konstruksi, seperti : tenaga kerja, material, peralatan, dan komponen struktur yang terdapat di sekitar lokasi tempat pelaksanaan konstruksi

- 7) Potensi Kecelakaan, gambaran tentang peluang terjadinya kecelakaan di lokasi dan sekitarnya sehubungan dengan kegiatan pelaksanaan konstruksi, baik kecelakaan internal maupun eksternal yang melibatkan pihak-pihak di luar lingkungan kegiatan pelaksanaan, seperti warga masyarakat dan pengguna jalan serta harta benda yang kebetulan berada di sekitar tempat pelaksanaan konstruksi.

4.5. Implementasi Analisis Morfologikal Pemilihan Tipe Struktur Atas dengan Pertimbangan *Constructability*

Analisis Morfologikal dalam pemilihan tipe struktur atas jembatan untuk jalan layang pada persimpangan di lokasi perkotaan dengan menyertakan faktor lokasi yang berpengaruh terhadap *Constructability* pada prinsipnya merupakan analisis matrik berdimensi banyak (multidimensi) yang mencakup dimensi-dimensi sebagai berikut (gambar 4.5):

- 1) Desain/Tipe Struktur Atas, dengan dimensi / parameter :
 - a) tipe perletakan, meliputi subdivisi:
 - i. perletakan bentang sederhana (simple spans)
 - ii. perletakan bentang menerus (continuous spans)
 - b) tipe struktur , meliputi subdivisi:
 - i. *solid slab*
 - ii. *voided slab*
 - iii. *beams slab*
 - iv. *I - beams*
 - v. *T - beams*
 - vi. *Canal Beams*

vii. Hollow Beams

viii. Box Girders

c) tipe struktur beton, meliputi subdivisi:

i. reinforced concrete

ii. prestressed concrete

iii. composite RC & PSC

2) Metoda Konstruksi, dengan dimensi / parameter :

a) *erection method*, meliputi subdivisi:

i. stationary falsework

ii. movable falsework

iii. cantilevering

iv. incremental launching

v. hoisting, lifting or jacking

b) *concreting method*, meliputi subdivisi:

i. cast in situ

ii. precast

iii. precast & cast in situ

c) *prestressing method*, meliputi subdivisi:

i. non-prestressed

ii. pre-tensioning

iii. post-tensioning

iv. pre & post-tensioning

3) Faktor lokasi dengan dimensi / parameter kendala yang mempengaruhi *Constructability* meliputi:

- a) ukuran / luasan *site*
- b) situasi lokasi *site* dan keadaan umum topografi
- c) kondisi *site* termasuk kondisi geoteknik
- d) peraturan dan persyaratan
- e) kondisi iklim dan cuaca
- f) potensi sumberdaya
- g) potensi kecelakaan

Adapun susunan permasalahan secara hirarki dapat dilihat pada tabel 4.3.

Dengan demikian jika proses pembentukan kombinasi subdivisi dilakukan sekaligus akan terbentuk sebanyak 2.880 (dua ribu delapan ratus delapan puluh) alternatif kombinasi tipe struktur atas dan metoda konstruksi yang masing-masing harus dinilai kelayakannya terhadap faktor-faktor kendala lokasi yang berpengaruh pada *Constructability*. Faktor kendala lokasi sendiri terdiri dari 7 (tujuh) kriteria penilaian seperti yang telah disebutkan di atas.

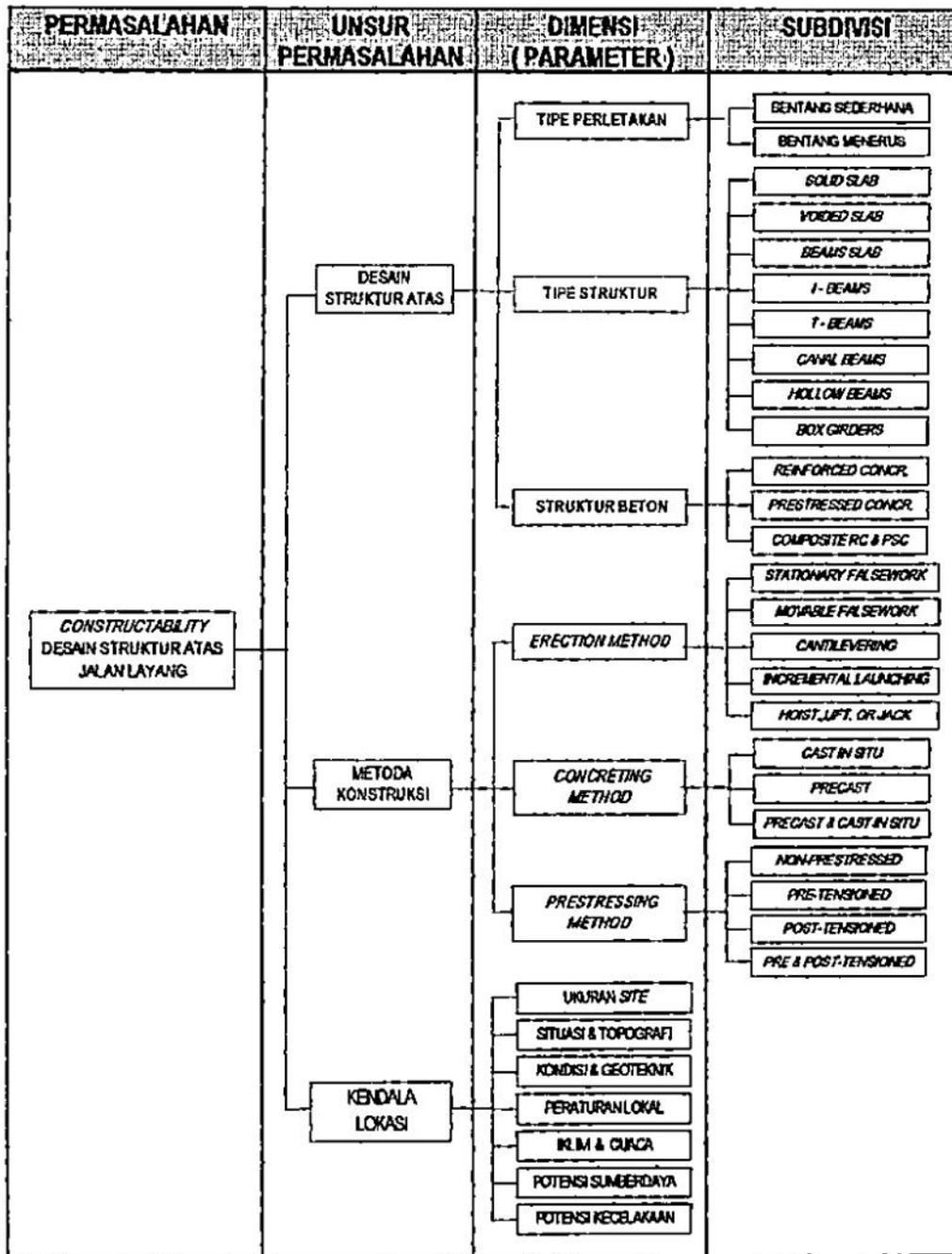
Namun demikian dari sejumlah alternatif kombinasi yang terbentuk tidak semuanya memungkinkan untuk diimplementasikan. Hal ini dikarenakan oleh 2 (dua) sebab, yakni :

- a) secara teknis tidak dapat dilaksanakan
- b) secara teknis dapat dilaksanakan, namun sudah jelas tidak layak atau tidak menguntungkan untuk dilaksanakan.

STRUKTUR ATAS			METODA KONSTRUKSI			PENGARUH FAKTOR LOKASI
TIPE PERLETAKAN	TIPE STRUKTUR	STRUKTUR BETON	ERECTION METHOD	CONCRETING METHOD	PRESTRESSING METHOD	
	Solid Slab					Ukuran Site Situasi Lokasi Site & Topografi Kondisi Site & Geoteknik Peraturan & Persyaratan Kondisi Iklim & Cuaca Potensi Sumberdaya Potensi Kecelakaan
	Voided Slab					
	Beams Slab					
	I-Beams					
	T-Beams					
	Canal Beams					
Hollow Beams	Prestressed Concr.	Cantilevering	Precast	Pre-Tensioned		
Bentang Sederhana	Box Girders	Composite RC&PSC	Incremental Launching	Precast & Cast in situ	Post-Tensioned	Potensi Kecelakaan
Bentang Menerus			Hoist, Lift, or Jack.		Pre & Post-Tensioned	

Gambar 4.5. Matrik Multi Dimensi Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi - Faktor Lokasi

Tabel 4.3. Permasalahan, Unsur, Dimensi dan Subdivisi pada Implementasi Constructability Desain Struktur Atas Jalan Layang



Dengan demikian untuk menyederhanakan analisis, maka pada tahap awal dilakukan penyaringan terlebih dahulu terhadap tipe struktur atas dan metoda konstruksi yang tidak memungkinkan untuk diimplementasikan tersebut. Sehingga yang akan diikuti dalam analisis selanjutnya benar-benar alternatif yang layak dan dapat diimplementasikan.

Hasil penyaringan ini sebagaimana yang telah dilakukan pada butir 4.3.3. (Matrik tipe struktur atas dan metoda konstruksi) menunjukkan bahwa terdapat 202(duaratus dua) alternatif kombinasi yang memungkinkan untuk diimplementasikan, yang terdiri atas 152(seratus limapuluh dua) alternatif untuk tipe perletakan bentang sederhana dan 52(limapuluh dua) alternatif untuk tipe perletakan bentang menerus.

4.5.1. Mekanisme penilaian dan skala nilai kesesuaian

Penilaian terhadap masing-masing alternatif kombinasi yang memungkinkan untuk diimplementasikan dilakukan dengan pembobotan kesesuaiannya terhadap kondisi / kendala lokasi untuk masing-masing kriteria/faktor lokasi (terdapat 7 faktor/kriteria) yang dinilai.

Selanjutnya terhadap masing-masing alternatif kombinasi yang dinilai tersebut, ketujuh bobot nilai yang diperoleh dijumlahkan untuk memperoleh bobot nilai kumulatif, yang kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Pemilihan dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata yang dimiliki oleh masing-masing alternatif kombinasi, dan alternatif kombinasi yang terpilih ditentukan berdasarkan nilai rata-rata yang terbesar.

Penilaian untuk masing-masing kriteria/faktor lokasi yang berpengaruh didasarkan pada prinsip peningkatan efektifitas desain, yakni peningkatan kemudahan, keamanan dan efisiensi pelaksanaan konstruksi. Sehingga dalam hal ini tiap-tiap kombinasi tipe struktur atas dan metoda konstruksi yang menjadi alternatif perlu diuraikan (breakdown) terlebih dulu atas elemen-elemen pelaksanaan utama, yakni : kegiatan utama, peralatan utama, dan material / komponen struktur utama yang dilibatkan.

Data *existing* kondisi dan situasi lokasi serta lingkungan tempat pelaksanaan konstruksi yang menunjukkan kendala sesuai kriteria penilaian dapat diperoleh dari hasil survai dan investigasi yang telah dilakukan sebelumnya untuk keperluan desain.

Sehingga penilaian dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sejauhmana suatu alternatif metoda memberikan kemudahan, keamanan dan efisiensi pelaksanaan konstruksi pada suatu lokasi.

4.5.1.1. Mekanisme penilaian

Mekanisme dan langkah-langkah penilaian ialah sebagai berikut :

- 1) Tentukan alternatif tipe struktur atas yang memenuhi panjang bentang yang disyaratkan (skema panjang bentang pada lampiran 2)
- 2) Dari alternatif tipe struktur atas yang diperoleh, kemudian dilakukan inventarisasi alternatif kombinasi metoda konstruksi yang memungkinkan untuk diimplementasikan dari tabel hasil analisis matrik Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi (lampiran 4)

- 3) Setiap alternatif kombinasi Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi yang terinventarisasi selanjutnya diidentifikasi elemen - elemen pelaksanaan utamanya, sehingga dapat diperoleh gambaran umum tentang kegiatan pelaksanaan, material/komponen struktur, dan peralatan utama yang dilibatkan sebagai atribut utama yang harus dipertimbangkan.
- 4) Dari data elemen pelaksanaan utama yang didapat kemudian dinilai kesesuaiannya terhadap 7(tujuh) faktor/kendala lokasi yang ada, yang data dari kondisi lokasi *existing* didapat dari hasil survai dan investigasi lokasi dan lingkungan tempat pelaksanaan konstruksi. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan matrik 2-dimensi, dengan faktor/kendala lokasi pada satu dimensi (terdiri dari 7-subdivisi) dan elemen pelaksanaan utama pada dimensi lainnya (terdiri dari 3-subdivisi) (gambar 4.6).
- 5) Besaran nilai kesesuaian dari tiap-tiap komponen penilaian yang didapat kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya komponen nilai, yakni 21 (7-subdivisi kendala lokasi x 3-subdivisi elemen pelaksanaan utama) agar didapat nilai rata-rata dari masing-masing alternatif kombinasi tipe struktur atas dan metoda konstruksi yang dinilai.
- 6) Penentuan alternatif yang terpilih dilakukan dengan memilih nilai rata-rata terbesar. Jika terdapat lebih dari satu nilai rata-rata terbesar yang sama, maka penentuan dilakukan dengan meninjau kembali komposisi

komponen nilai, penentuan kemudian didasarkan pada nilai terbesar dari subtotal nilai faktor/kendala yang lebih diutamakan.

Untuk jelasnya bagan alir analisis dan penilaian dapat dilihat pada lampiran 5.

				FAKTOR/KENDALA LOKASI
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Ukuran <i>Site</i>
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Situasi & Topografi
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Kondisi & Geoteknik
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Peraturan Setempat
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Iklim & Cuaca
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Potensi Sumberdaya
Subtotal Nilai	Nilai	Nilai	Nilai	Potensi Tidak Terjadi Kecelakaan
Nilai Total	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen Utama	
ELEMEN PELAKSANAAN UTAMA				

$$\text{Nilai Rata-rata} = \frac{\text{Nilai Total}}{21}$$

Gambar 4.6. Matrik Penilaian Kesesuaian Elemen Pelaksanaan - Faktor/Kendala Lokasi

4.5.1.2. Skala nilai kesesuaian

Untuk menilai kesesuaian antara elemen pelaksanaan utama dan kendala lokasi digunakan skala angka 1 - 5, yakni dari kondisi yang tidak sesuai hingga yang sangat sesuai, dengan perincian deskripsi sebagaimana yang tertera pada tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4. *Bobot Nilai, Predikat dan Deskripsi Kondisi Kesesuaian*

Bobot Nilai	Predikat Kesesuaian	Deskripsi Kondisi Kesesuaian antara Elemen Pelaksanaan Konstruksi dan Kendala Lokasi
1	Tidak Sesuai	Elemen pelaksanaan konstruksi sama sekali tidak sesuai dengan kendala yang ada di lokasi dan lingkungan
2	Kurang Sesuai	Elemen pelaksanaan konstruksi lebih cenderung tidak sesuai dengan kendala yang ada di lokasi dan lingkungan
3	Cukup Sesuai	Terjadi keseimbangan antara jumlah elemen pelaksanaan konstruksi yang sesuai dan tidak sesuai dengan kendala yang ada di lokasi dan lingkungan
4	Sesuai	Elemen pelaksanaan konstruksi lebih cenderung sesuai dengan kendala yang ada di lokasi dan lingkungan
5	Sangat Sesuai	Elemen pelaksanaan konstruksi sama sekali sesuai dengan kendala yang ada di lokasi dan lingkungan

4.5.2. Analisis kesesuaian tipe struktur atas - metoda konstruksi - lokasi (contoh kasus)

Analisis kesesuaian kombinasi tipe struktur atas - metoda konstruksi dan faktor/kendala lokasi dimaksudkan untuk mempertimbangkan sejauh

mana faktor-faktor yang terdapat pada kombinasi yang bersangkutan bersesuaian dengan faktor kendala lokasi yang ada. Untuk lebih jelasnya hal ini, maka uraian selanjutnya akan menggunakan contoh kasus dengan data kendala lokasi dan kriteria desain dari Proyek Senen *Fly-Over* Jakarta Pusat (lampiran 7).

a. Kriteria desain

Adapun data kriteria desain struktur atas yang dapat diidentifikasi ialah sebagai berikut :

- Panjang bentang antar pilar : 35,00 meter
- Alinemen horizontal : lurus
- Alinemen vertikal : relatif datar / rata
(bentang utama)
- Prasyarat desain : diperlukan kesan struktur yang rapi dan bersih, mengingat lokasi berada di tengah kota (area kegiatan perdagangan dan perkantoran)

b. Identifikasi alternatif tipe struktur atas

Dari kriteria desain yang ada, maka tipe struktur atas yang cocok digunakan ialah tipe *box girders* struktur beton *prestressed* atau *composite RC & PSC*, dengan perletakan bentang sederhana. Selanjutnya dari lampiran 4 (hasil analisis matrik alternatif kombinasi tipe struktur atas dan metoda konstruksi), dapat diketahui bahwa alternatif metoda konstruksi yang dapat digunakan untuk kombinasi tipe struktur atas tersebut meliputi : *Stationary Falsework*, *Movable Falsework*,

Cantilever, dan *Incremental Launching* (alternatif ke 129 sampai dengan 152, sebanyak 24 alternatif dari lampiran 4).

c. Data faktor/kendala lokasi

- *Ukuran Site*
 - *Site* dimungkinkan untuk dikembangkan memanjang arah Utara - Selatan pada jalan Pasar Senen di Utara persimpangan, dengan pelebaran ruas jalan di kiri dan kanan, untuk keperluan pengalihan arus lalu lintas selama pelaksanaan konstruksi dan merupakan ruas jalan alternatif untuk penggunaan seterusnya.
 - Untuk keperluan pekerjaan persiapan dan fasilitas penunjang pelaksanaan seperti kantor proyek, barak pekerja, gudang material dan peralatan penunjang dimungkinkan menggunakan lahan yang terdapat pada segitiga Senen dan sebagian jalur hijau pada ruas jalan Kwitang.
- *Situasi dan Topografi Lokasi*
 - Lokasi umumnya datar
 - Sistem kegiatan yang berada di sekitar lokasi sebagian besar ialah perdagangan dan perkantoran, pada area lokasi terdapat terminal angkutan umum, halte bis kota dan jalan/gerbang keluar/masuk ke area pusat perdagangan Senen
 - Arus lalu lintas cukup padat, dengan volume lalu lintas untuk kedua ruas jalan (major dan minor) rata-rata 150 kendaraan per menit
 - terdapat beberapa lintasan jaringan utilitas, seperti jaringan listrik, telepon, air minum, serta saluran drainase kota

- di sebelah Selatan persimpangan terdapat jalan tembus dari jalan Kramat Raya ke jalan Kwitang, sedangkan dari persimpangan ke arah Utara bersebelahan dengan jalan Pasar Senen terdapat ruas jalan Senen Raya yang hanya dipisah oleh segitiga Senen
- **Kondisi Site dan Geoteknik**
Kondisi *site* yang nampak ialah permukaan tanah sebagian besar tertutup aspal, dan tanah di sekitar lokasi umumnya padat
- **Peraturan Setempat**
 - kegiatan konstruksi dapat dilakukan setiap saat, namun terdapat rute-rute tertentu yang menuju ke arah lokasi dibatasi dan tidak boleh dilalui kendaraan berat
 - kegiatan mobilisasi/demobilisasi peralatan konstruksi (alat berat), diperkenankan dilakukan pada malam hari dengan ijin khusus dari instansi yang berwenang
- **Kondisi Iklim dan Cuaca**
Iklim kota Jakarta sebagaimana daerah Indonesia pada umumnya adalah Tropis dan cuaca pada saat pelaksanaan konstruksi sebagian besar masih dalam masa musim Kemarau
- **Potensi Sumberdaya**
 - Tenaga Kerja cukup mudah didapat
 - Peralatan Berat dapat diperoleh dari daerah Tangerang atau Bekasi

- Beton *Ready Mix* didatangkan dari daerah Kebon Nanas (lokasi *Batching Plant*) yang ke lokasi tempat pelaksanaan konstruksi berjarak rata-rata 9,0 - 9,5 kilometer.
- Komponen *precast* (jika harus didatangkan dari pabrik) dapat didatangkan dari Cibinong atau Bekasi.
- Potensi Kecelakaan
Karena lokasi berada di tengah-tengah kesibukan lalu lintas dan masyarakat kota, maka untuk kegiatan yang banyak menggunakan manuver peralatan, kecelakaan cukup berpotensi terjadi terhadap suasana kesibukan di sekitar tempat pelaksanaan konstruksi.

d. Analisis pendahuluan

Dari data kendala lokasi yang ada, maka dapat dipastikan bahwa pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan metoda *cantilever* dan *falsework* baik *stationary* maupun *movable* jelas tidak mungkin dilakukan. Hal ini disebabkan 2(dua) hal :

- kondisi situasi dengan kesibukan sistem kegiatan yang ada serta volume arus lalu lintas yang demikian padat, sehingga saling pengaruh dengan kegiatan pelaksanaan konstruksi harus diminimumkan.
- peluang / potensi terjadinya kecelakaan yang berkaitan dengan lalu lintas yang lewat (pada jalan minor) cukup besar

Dengan demikian kemungkinan metoda konstruksi yang dapat digunakan hanya *Incremental Launching* dengan menggunakan *Launching Girders*, dengan pengaturan/pengamanan lalu lintas selama pelaksanaan konstruksi menggunakan teknik-teknik manajemen lalu lintas.

e. Analisis lanjutan

Jika metoda konstruksi yang diimplementasikan *Incremental Launching* dengan menggunakan *Launching Girders*, maka hanya terdapat 4(empat) alternatif kombinasi yang mungkin dilaksanakan, yaitu :

1. *Box Girders - Prestressed Concrete - cast in situ - post tensioning*
2. *Box Girders - Prestressed Concrete - precast - post tensioning (precasting di tempat)*
3. *Box Girders - Prestressed Concrete - precast - pre & post tensioning (precasting di pabrik)*
4. *Box Girders - Composite RC & PSC - precast & cast in situ - post tensioning & non-prestressed (precasting di tempat)*

Dengan demikian keempat alternatif tersebut di atas akan dianalisis dan dinilai kesesuaiannya, sehingga dapat ditentukan alternatif yang paling sesuai dengan kendala lokasi yang ada dan layak untuk digunakan.

- *Breakdown* elemen pelaksanaan utama :

Uraian (*breakdown*) elemen pelaksanaan utama untuk masing-masing alternatif kombinasi seperti yang terlihat pada tabel 4.5.

- Analisis kegiatan pelaksanaan :

- Alternatif 1 : kegiatan produksi segmen *box* tak dapat dilakukan secara simultan dengan kegiatan *launching*, sehingga waktu pelaksanaan akan relatif lebih lama dan hal ini mengakibatkan pengaruh pada kendala lokasi akan berlangsung lebih lama pula.

Tabel 4.5. Breakdown elemen pelaksanaan utama

Alt.	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen	Catatan
1	<i>Launching & Comp.Prod.</i>	<i>Launching Girders/Concr.Pump</i>	Beton Ready Mix	
2	<i>Launching & Comp.Prod.</i>	<i>Launching Girders/Crane</i>	Beton Ready Mix	Crane berat
3	<i>Launching & Comp.Proc.</i>	<i>Launching Girders/Crane</i>	Segmen Box Pracetak	Crane berat
4	<i>Launching & Components Producing</i>	<i>Launching Girders/Crane/ Concr.Pump</i>	Beton Ready Mix	Crane ringan/ sedang

- Alternatif 2 : meskipun produksi komponen dapat dilakukan secara simultan dengan kegiatan *launching*, namun komponen / segmen *box* yang dicetak di lokasi relatif lebih besar dimensinya, sehingga perlu *casting yard* yang lebih luas dan *crane* angkat yang lebih berat kapasitasnya untuk pekerjaan pemindahan dari *casting yard* ke tempat peluncuran.
- Alternatif 3 : kendala terdapat pada proses pengangkutan dari pabrik ke lokasi pelaksanaan karena adanya peraturan yang membatasi dan tingkat resiko yang tinggi baik terhadap keselamatan komponen sendiri maupun terhadap lingkungan sekitar kegiatan (pengangkutan dan bongkar/muat). Selain itu dimensi komponen yang relatif besar akan memerlukan

crane angkat berkapasitas besar / berat pada lokasi pelaksanaan.

- Alternatif 4 : kegiatan produksi komponen pracetak dapat dilakukan secara simultan dengan kegiatan *launching*, dimensi komponen pracetak relatif lebih kecil karena hanya bagian *web* dari *box* saja, sehingga hanya memerlukan *casting yard* yang tidak terlalu luas dan *crane* angkat berkapasitas ringan /sedang saja.
- Hasil analisis dan penilaian kesesuaian :

Hasil analisis dan penilaian kesesuaian alternatif kombinasi - kendala lokasi dapat dilihat pada lampiran 6. Dari hasil tersebut dapat diketahui hasil nilai kesesuaian dari masing-masing alternatif ialah sebagai berikut (Tabel 4.6) :

Tabel 4.6. Hasil Nilai Kesesuaian

Alternatif	Nilai Kesesuaian
1	3,90
2	3,71
3	3,38
4	4,05

Dengan demikian alternatif kombinasi yang paling sesuai ialah alternatif 4, dengan komposisi kombinasi terdiri dari :

I. Desain Struktur Atas

- Tipe struktur atas : *Box Girders*
- Tipe perletakan : *Bentang Sederhana*
- Struktur Beton : *Komposit Prestressed Concrete* pada bagian *Web* dan *Reinforced Concrete* pada bagian *Slab*

II. Metoda Konstruksi

- *Erection method* : *Incremental Launching* dengan menggunakan *Launching Girder*
- *Concreting method* : *Precast* di lokasi untuk bagian *Web*, *Cast in Situ* untuk bagian *Slab*
- *Prestressing method* : *Post-Tensioning* untuk bagian *Web*, dan *Non-Prestressed* untuk bagian *Slab*



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari telaah yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pendekatan *Constructability* pada manajemen proyek konstruksi merupakan upaya antisipatif yang dilakukan seawal mungkin terhadap kemungkinan terjadinya resiko kegagalan atau kesalahan, baik yang dialami oleh proyek sendiri maupun lingkungan/kalangan eksternal yang terkait secara langsung maupun tidak langsung dengan kegiatan proyek.
2. Pendekatan *Constructability* pada desain jalan layang adalah usaha menjadikan desain efektif, yakni di samping memenuhi persyaratan fungsional, keamanan, estetika dan biaya, desain juga harus dapat dilaksanakan dengan mudah, aman, dan biaya yang rendah
3. Penggunaan metoda Analisis Morfologikal di samping untuk mengembangkan alternatif-alternatif, dengan penerapan suatu metoda penilaian kesesuaian akan dapat menghindari proses *trial and error* dalam proses pemilihan / penentuan alternatif solusi yang akan digunakan.
4. Matrik yang digunakan pada Analisis Morfologikal dapat juga digunakan sebagai wadah inventarisasi data hasil desain atau survai /

Yushar Kadir - 250 95 026

penelitian, yang bila terjadi perkembangan data akan dapat disesuaikan dengan mudah.

5. Mengkonstruksi matrik Morfologikal adalah mudah meskipun perlu keahlian terutama dalam mengembangkan dimensi dan subdivisi, namun membuat evaluasi terhadap solusi-solusi yang memungkinkan adalah lebih sulit karena memerlukan wawasan, pengetahuan dan pengalaman serta data pendukung yang cukup terhadap persoalan yang dihadapi.
6. Dari kajian kombinasi desain struktur atas jalan layang dan metoda konstruksi, ternyata terdapat 204(duaratus empat) alternatif kombinasi yang memungkinkan untuk diimplementasikan, yang terdiri dari 152(seratus limapuluh dua) alternatif untuk tipe perletakan bentang sederhana dan 52(limapuluh dua) alternatif untuk tipe perletakan bentang menerus, yang pengimplementasiannya harus sesuai dengan kriteria / persyaratan desain dan faktor kendala lokasi.
7. Kesesuaian metoda konstruksi dan desain/tipe struktur atas jalan layang untuk persimpangan di lokasi perkotaan dapat dinilai dari kesesuaian elemen-elemen pelaksanaan utamanya terhadap faktor / kendala lokasi dan lingkungan yang terdapat di sekitar tempat pelaksanaan konstruksi.
8. Untuk dapat menilai kesesuaian tersebut (butir 7) dengan seksama, ternyata diperlukan data dan pengetahuan serta pengalaman yang cukup memadai terhadap metoda penilaian, lingkungan lokasi, serta metoda konstruksi dan karakteristik desain/tipe struktur atas

jembatan. Jika hal ini kurang memadai, maka penilaian cenderung bersifat subyektif.

9. Kajian ini adalah suatu tinjauan awal yang hasilnya baru merupakan kerangka dari Model *Constructability* Jalan Layang untuk Persimpangan di Lokasi Perkotaan, sehingga perlu ditindaklanjuti dan dikembangkan dengan penelitian-penelitian pendukung untuk melengkapinya.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil telaah yang telah dilakukan ialah sebagai berikut :

1. Pendekatan *Constructability* perlu disertakan pada setiap manajemen proyek konstruksi, agar resiko yang sering terjadi pada saat pelaksanaan konstruksi, yang antara lain diakibatkan oleh perencanaan dan desain yang kurang sesuai dengan kondisi situasi (kendala) lokasi yang ada dan kurang tercermati sejak awal, dapat dihindarkan atau paling tidak dapat ditekan seminimal mungkin.
2. Analisis Morfologikal yang digunakan dalam kajian ini merupakan salah satu alternatif metoda analisis yang dapat diaplikasikan dalam Model *Constructability* Jalan Layang untuk Persimpangan di Lokasi Perkotaan, sehingga di masa mendatang masih perlu dilakukan penjajagan terhadap aplikasi metoda analisis yang lain, yang mungkin

dapat lebih meningkatkan efektifitas, obyektifitas dan konsistensi dari Model.

3. Untuk lebih memudahkan dalam penggunaan serta agar hasil/solusi yang dicapai dapat seobyektif dan sekonsisten mungkin, maka model *Constructability* desain Struktur Atas Jalan Layang dengan menggunakan metoda Analisis Morfologikal perlu dilengkapi dengan aturan yang baku sebagai *manual* prosedur penggunaan, terutama dalam penentuan serta pengembangan permasalahan, unsur permasalahan, dimensi dan subdivisi.
4. Untuk keperluan tersebut di atas (butir 3), maka perlu dilakukan riset-riset pendukung yang lebih mendetail terhadap alternatif-altermatif kombinasi Desain/Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi yang ada berikut elemen-elemen pelaksanaan utamanya, seperti :
 - kegiatan utama pelaksanaan
 - peralatan utama yang digunakan
 - material / komponen struktur utama

Selanjutnya perlu diteliti pula secara mendetail keterkaitan / korelasi antara elemen-elemen pelaksanaan utama tersebut di atas terhadap 7(tujuh) faktor kendala lokasi yang menjadi dasar penilaian kesesuaian kombinasi, yakni : ukuran *site*, situasi dan topografi, kondisi dan geoteknik, peraturan lokal/setempat, iklim dan cuaca, potensi sumber daya, dan potensi kecelakaan.

5. Sebagai penyempurnaan lebih lanjut dari Hasil Analisis Matrik Alternatif Kombinasi Desain/Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi

(lampiran 4), maka perlu diadakan *database* dan *knowledge base* yang sistematis terhadap hasil penelitian yang diperoleh (butir 4), agar dimasa mendatang pengimplementasian model dan penyesuaian data (karena adanya masukan data terbaru/mutakhir) dapat dilakukan dengan mudah dan konsisten.

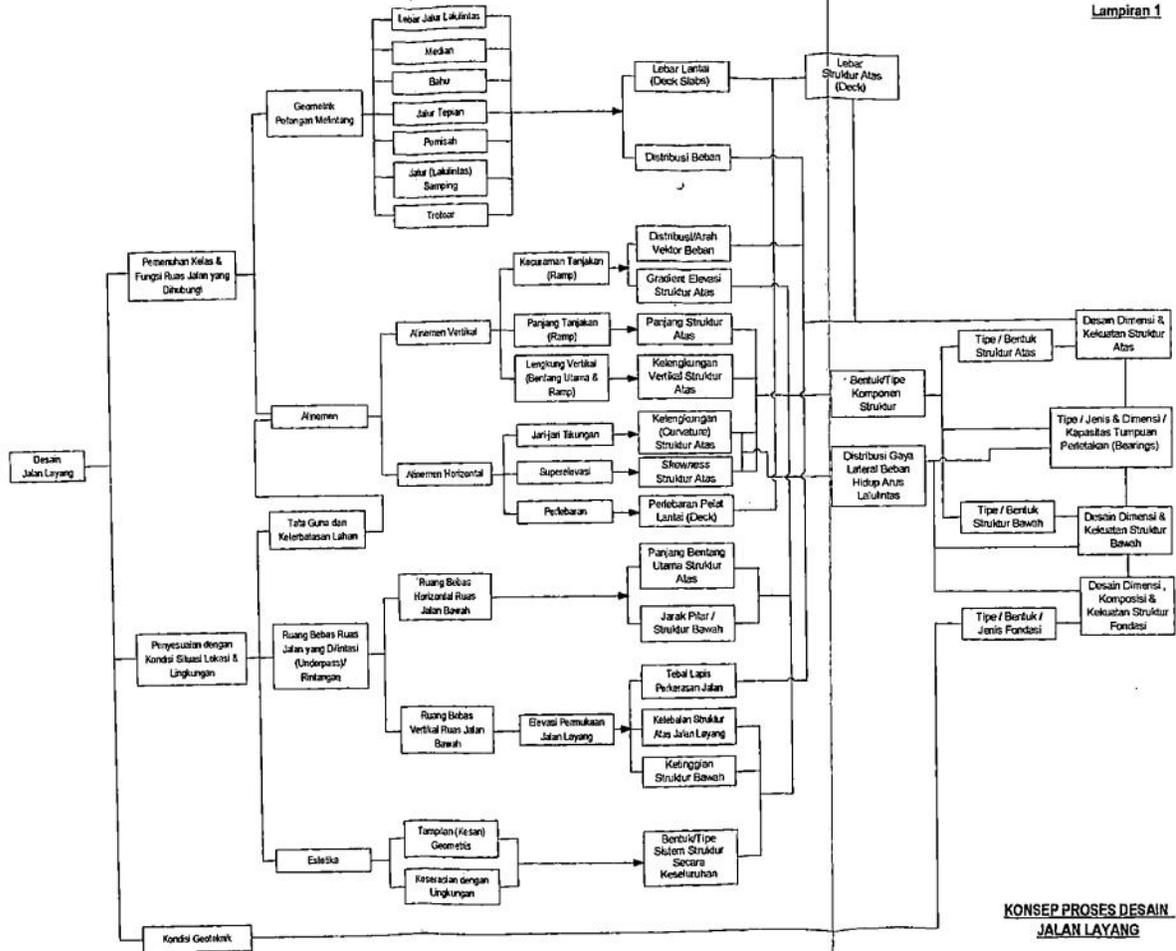
6. Implementasi model *Constructability* dengan menggunakan metoda Analisis Morfologikal sebaiknya dilakukan oleh orang yang selain memiliki pengetahuan, wawasan serta pengalaman yang cukup terhadap persoalan yang dihadapi, juga harus didukung dengan data yang cukup, agar analisis dan penilaian yang dilakukan dapat memberikan solusi yang benar-benar obyektif.

DAFTAR PUSTAKA

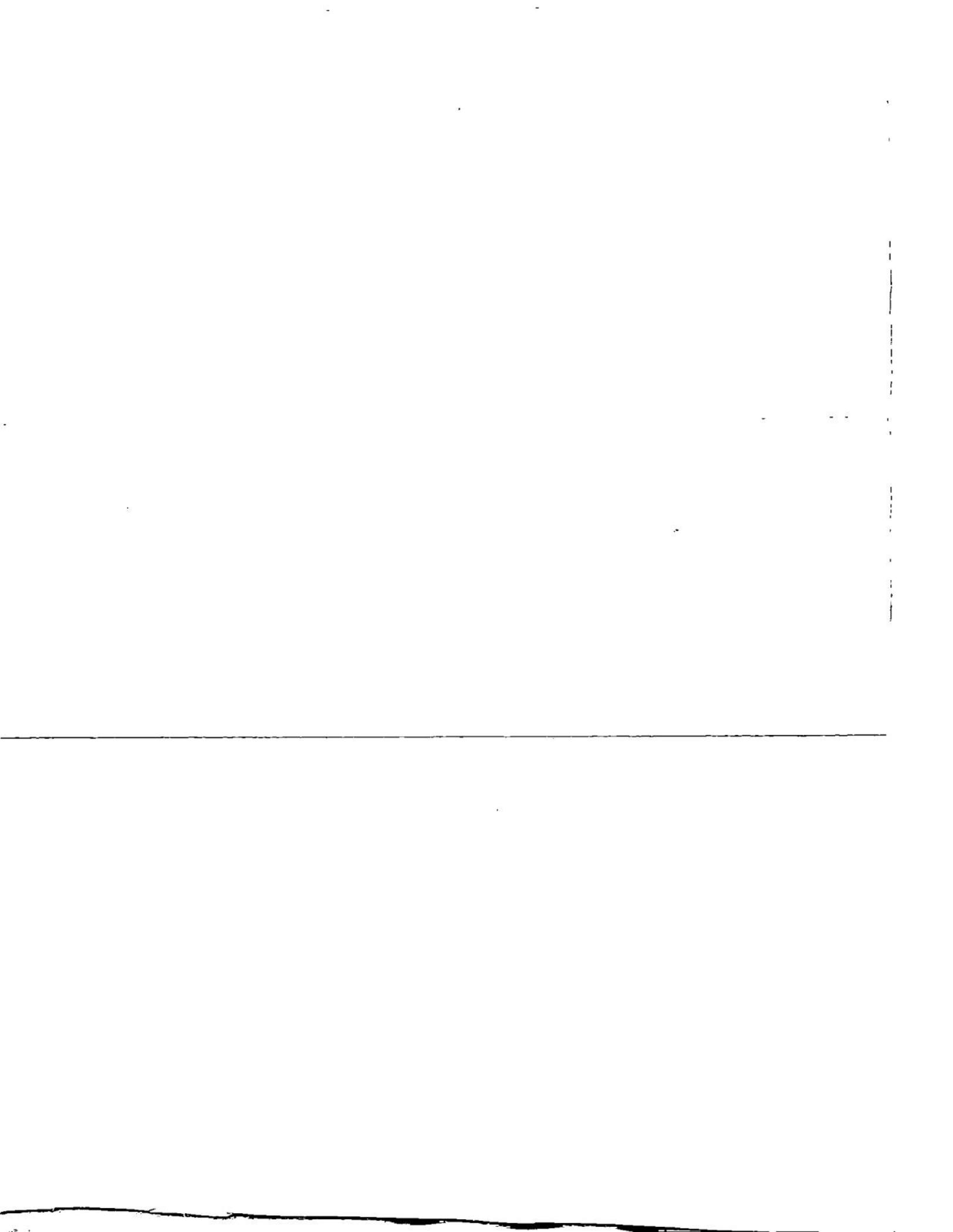
1. Anonim, *Dokumen Pelaksanaan 'The First Jabotabek Urban Development Project, Construction of Senen Fly Over, Jupco Code DR.11, Loan No. 2932- IND'*, Dinas PU Pemda DKI Jakarta, Jakarta, 1994.
2. Anonim, *Highway Capacity Manual*, Departemen Pekerjaan Umum R.I., 1993.
3. Anonim, *Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Raya Perkotaan*, Departemen Pekerjaan Umum R.I., 1988.
4. Barker, Richard M. dan Puckett, Jay A., *Design of Highway Bridges*, Wiley Interscience, Toronto, 1997
5. Barrie, Donald S. dan Paulson, Boyd C., Jr., *Professional Construction Management, Third Edition*, McGraw-Hill, New York, 1994.
6. Bridge Management System, *Bridge Design Manual*, Directorate General of Highways Ministry of Public Works Republic of Indonesia, Jakarta, 1992
7. Fisher, Deborah J. dan Rajan, Naveen, *Automatic Constructability Analysis of Work-Zone Traffic-Control Planning*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, March 1996.
8. Griffith, A. dan Sidwell, C.C., *Constructability in Building and Engineering Projects*, Macmillan, London, 1995

9. Hanlon, Eric J. dan Sanvido, Victor E., *Constructability Information Classification Scheme*, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, December 1995.
10. Harjotirto, Damar, *Studi Lalulintas untuk Simpang Susun pada Simpang Sebidang Jombor*, Konferensi Regional Teknik Jalan Ke-5, Yogyakarta, September 1997.
11. Harris, Frank, *Modern Construction and Ground Engineering Equipment and Methods*, Longman, London, 1994
12. Liebenberg, A.C., *Concrete Bridges: Design and Construction*, Longman, United Kingdom, 1992
13. Manuals and Reports on Engineering Practice No.73, *Quality in the Constructed Project, A Guide for Owners, Designers and Constructors Volume 1*, ASCE, New York, 1988.
14. Oberlender, Garold D., *Project Management for Engineering and Construction*, McGraw-Hill, New York, 1993.
15. Raina, V.K., *Concrete Bridge Practice, Analysis, design and Economics*, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 1994
16. Soekirno, Purnomo, *Metoda dan Teknologi Konstruksi*, Materi Kuliah Program Studi Teknik Sipil - Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, Program Pascasarjana - ITB, Bandung, 1996.
17. Suharto, Iman, *Manajemen Proyek, Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.
18. Tamin, O.Z., *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung, 1997.

19. Tonia, Demetrios E., *Bridge Engineering*, McGraw-Hill, New York, 1995
 20. VanGundy, Arthur B., *Techniques of Structured Problem Solving, Second Edition*, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1988.
-



KONSEP PROSES DESAIN JALAN LAYANG





LAMPIRAN 1

Konsep Proses Desain Jalan Layang



LAMPIRAN 2

Data Panjang Bentang Tipe Struktur Atas



LAMPIRAN 3

**Hasil Analisis Matrik Metoda Konstruksi
Alternatif Kombinasi : *Erection Method –
Concreting Method – Prestressing Method***

Lampiran 3. Identifikasi Kombinasi Subdivisi Metoda Pelaksanaan Konstruksi

No.	Erection Method	Concreting Method	Tensioning Method	Ident.
1	Sta. Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	■
2			Pre-Tensioning	□
3			Post-Tensioning	■
4			Pre&Post Tens.	□
5		Precast	Non-Prestressed	■
6			Pre-Tensioning	■
7			Post-Tensioning	■
8			Pre&Post Tens.	■
9		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	■
10			Pre-Tensioning	□
11			Post-Tensioning	■
12			Pre&Post Tens.	■
13	Mov. Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	■
14			Pre-Tensioning	□
15			Post-Tensioning	■
16			Pre&Post Tens.	□
17		Precast	Non-Prestressed	■
18			Pre-Tensioning	■
19			Post-Tensioning	■
20			Pre&Post Tens.	■
21		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	■
22			Pre-Tensioning	□
23			Post-Tensioning	■
24			Pre&Post Tens.	■
25	Cantilever	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	□
26			Pre-Tensioning	□
27			Post-Tensioning	■
28			Pre&Post Tens.	□
29		Precast	Non-Prestressed	□
30			Pre-Tensioning	□
31			Post-Tensioning	■
32			Pre&Post Tens.	■
33		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	□
34			Pre-Tensioning	□
35			Post-Tensioning	■
36			Pre&Post Tens.	■
37	Incr. Launching	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	□
38			Pre-Tensioning	□
39			Post-Tensioning	■
40			Pre&Post Tens.	□

No.	Erection Method	Concreting Method	Tensioning Method	Ident.
41	Incr. Launching	Precast	Non-Prestressed	<input type="checkbox"/>
42			Pre-Tensioning	<input type="checkbox"/>
43			Post-Tensioning	<input checked="" type="checkbox"/>
44			Pre&Post Tens.	<input checked="" type="checkbox"/>
45		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	<input type="checkbox"/>
46			Pre-Tensioning	<input type="checkbox"/>
47			Post-Tensioning	<input checked="" type="checkbox"/>
48			Pre&Post Tens.	<input checked="" type="checkbox"/>
49	Hoist, Lift, or Jack.	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	<input type="checkbox"/>
50			Pre-Tensioning	<input type="checkbox"/>
51			Post-Tensioning	<input type="checkbox"/>
52			Pre&Post Tens.	<input type="checkbox"/>
53		Precast	Non-Prestressed	<input checked="" type="checkbox"/>
54			Pre-Tensioning	<input checked="" type="checkbox"/>
55			Post-Tensioning	<input checked="" type="checkbox"/>
56			Pre&Post Tens.	<input checked="" type="checkbox"/>
57		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	<input checked="" type="checkbox"/>
58			Pre-Tensioning	<input type="checkbox"/>
59			Post-Tensioning	<input checked="" type="checkbox"/>
60			Pre&Post Tens.	<input checked="" type="checkbox"/>

Catatan : - memungkinkan untuk diterapkan
 - tidak mungkin diterapkan

**HASIL PENYARINGAN ALTERNATIF METODA KONSTRUKSI
YANG DAPAT DILAKSANAKAN**

No.	Erection Method	Concreting Method	Tensioning Method	
1	Sta. Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
2			Post-Tensioning	
3			Non-Prestressed	
4		Precast	Pre-Tensioning	
5			Post-Tensioning	
6			Pre&Post. Tens.	
7			Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed
8				Post-Tensioning
9				Pre&Post. Tens.
10	Mov. Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
11			Post-Tensioning	
12			Non-Prestressed	
13		Precast	Pre-Tensioning	
14			Post-Tensioning	
15			Pre&Post. Tens.	
16			Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed
17				Post-Tensioning
18				Pre&Post. Tens.
19	Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
20		Precast	Post-Tensioning	
21		Pre&Post. Tens.		
22		Prec. & Cast in Situ	Post-Tensioning	
23	Pre&Post. Tens.			
24	Incr. Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
25		Precast	Post-Tensioning	
26		Pre&Post. Tens.		
27		Prec. & Cast in Situ	Post-Tensioning	
28	Pre&Post. Tens.			
29	Hoist, Lift or Jack	Precast	Non-Prestressed	
30			Pre-Tensioning	
31			Post-Tensioning	
32			Pre&Post. Tens.	
33		Prec. & Cast in Situ	Non-Prestressed	
34			Post-Tensioning	
35	Pre&Post. Tens.			



LAMPIRAN 4

**Hasil Analisis Matrik
Alternatif Kombinasi
Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi**

ALTERNATIF KOMBINASI TIPE STRUKTUR ATAS - METODA KONSTRUKSI

Bentang Sederhana

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi		
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method
1	Solid Slab	Reinforced Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
2			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Non-Prestressed
3		Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
4				Precast	Post-Tensioning
5				Pre & Post.-Tensioning	
6			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
7				Precast	Post-Tensioning
8					Pre & Post.-Tensioning
9				Hoist, Lift. or Jack.	Precast
10	Voided Slab	Reinforced Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
11			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Non-Prestressed
12		Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
13				Precast	Post-Tensioning
14				Pre & Post.-Tensioning	
15			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
16				Precast	Post-Tensioning
17					Pre & Post.-Tensioning
18				Hoist, Lift. or Jack.	Precast
19	Beams Slab	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
20				Precast	Post-Tensioning

Bentang Sederhana

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi				
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method		
21	Beams Slab	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Precast	Pre & Post.-Tensioning		
22			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning		
23				Precast	Post-Tensioning		
24			Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning		
25				Pre & Cast in Situ	Post-Tensioning		
26					Pre & Post.-Tensioning		
27			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning		
28				Pre & Cast in Situ	Post-Tensioning		
29			Hoist, Lift. or Jack.	Cast-in-Situ	Post-Tensioning		
30				Pre & Cast in Situ	Post-Tensioning		
31				Pre & Post.-Tensioning			
32			I - Beams	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
33					Movable Falsework	Precast	Post-Tensioning
34	Pre & Post.-Tensioning						
35	Cast-in-Situ	Post-Tensioning					
36	Pre & Cast in Situ	Post-Tensioning					
37		Pre & Post.-Tensioning					
38	Cantilever	Cast-in-Situ			Post-Tensioning		
39		Precast			Post-Tensioning		
40		Pre & Post.-Tensioning					
41	Incremental Launching	Cast-in-Situ			Post-Tensioning		
42		Precast			Post-Tensioning		
43							

Bentang Sederhana

No	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi			
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method	
44	I - Beams	Prestressed Concrete	Incremental Launching	Precast	Pre & Post.-Tensioning	
45			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Pre-Tensioning	
46					Post-Tensioning	
47	I - Beams	Composite RC & PSC	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
48						Post-Tensioning
49				Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed	
50						Post-Tensioning
51						Pre & Post.-Tensioning
52				Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
53					Post-Tensioning	
54			Precast & Cast in Situ		Non-Prestressed	
55						Post-Tensioning
56				Pre & Post.-Tensioning		
57			Hoist, Lift. or Jack.	Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed	
58						Post-Tensioning
59						Pre & Post.-Tensioning
60			T - Beams	Reinforced Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ
61	Movable Falsework	Cast-in-Situ			Non-Prestressed	
62	Hoist, Lift. or Jack.	Precast			Non-Prestressed	
63		Precast & Cast in Situ			Non-Prestressed	
64	Prestressed Concrete	Stationary Falsework		Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
65					Precast	Post-Tensioning
66						Pre & Post.-Tensioning

Bentang Sederhana

No	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi		
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method
67	T - Beams	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning
68					Pre & Post.-Tensioning
69			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
70				Precast	Post-Tensioning
71		Prestressed Concrete	Movable Falsework	Precast	Pre & Post.-Tensioning
72				Cantilever	Cast-in-Situ
73			Precast		Post-Tensioning
74			Pre & Post.-Tensioning		
75			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
76				Precast	Post-Tensioning
77				Pre & Post.-Tensioning	
78			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Pre-Tensioning
79	Post-Tensioning				
80	Canal Beams	Reinforced Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
81				Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed
82			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
83				Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed
84				Hoist, Lift. or Jack.	Precast
85	Canal Beams	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
86				Precast	Post-Tensioning
87			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Pre & Post.-Tensioning
88					Post-Tensioning
89					Precast

Bentang Sederhana

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi		
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method
90	Canal Beams	Prestressed Concrete	Movable Falsework	Precast	Pre & Post.-Tensioning
91			Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
92				Precast	Post-Tensioning
93					Pre & Post.-Tensioning
94			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
95				Precast	Post-Tensioning
96					Pre & Post.-Tensioning
97			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Pre-Tensioning
98					Post-Tensioning
99	Hollow Beams	Stationary Falsework		Cast-in-Situ	Post-Tensioning
100				Precast	Post-Tensioning
101				Pre & Post.-Tensioning	
102		Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
103			Precast	Post-Tensioning	
104				Pre & Post.-Tensioning	
105		Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
106			Precast	Post-Tensioning	
107				Pre & Post.-Tensioning	
108		Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
109			Precast	Post-Tensioning	
110				Pre & Post.-Tensioning	
111	Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Pre-Tensioning		
112			Post-Tensioning		

Bentang Sederhana

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi		
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method
113	Hollow Beams	Composite RC & PSC	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
114					Post-Tensioning
115				Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed
116					Post-Tensioning
117			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
118					Post-Tensioning
119				Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed
120					Post-Tensioning
121					Pre & Post.-Tensioning
122					Pre & Post.-Tensioning
123			Hoist, Lift. or Jack.	Precast & Cast in Situ	Non-Prestressed
124					Pre-Tensioning
125					Post-Tensioning
126					Pre & Post.-Tensioning
127	Box Girders	Reinforced Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
128			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
129		Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
130				Precast	Post-Tensioning
131				Pre & Post.-Tensioning	
132			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
133				Precast	Post-Tensioning
134				Pre & Post.-Tensioning	
135				Cantilever	Cast-in-Situ

Bentang Sederhana

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi			
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method	
136	Box Girders	Prestressed Concrete	Cantilever	Precast	Post-Tensioning	
137					Pre & Post.-Tensioning	
138			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
139					Post-Tensioning	
140			Composite RC & PSC	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
141						Post-Tensioning
142		Pre & Post.-Tensioning				
143				Pre & Post.-Tensioning		
144		Pre & Post.-Tensioning				
145			Pre & Post.-Tensioning			
146		Movable Falsework		Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
147			Post-Tensioning			
148			Pre & Post.-Tensioning			
149				Non-Prestressed		
150		Pre & Post.-Tensioning				
151			Incremental Launching	Pre & Post.-Tensioning		
152		Non-Prestressed				
					Post-Tensioning	

Bentang Menerus

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi			
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method	
1	Beams Slab	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
2				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
3			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Pre & Post.-Tensioning	
4				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
5			Cantilever	Cast-in-Situ	Pre & Post.-Tensioning	
6				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
7			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Pre & Post.-Tensioning	
8				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
9			Hoist, Lift. or Jack.	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
10				Precast & Cast in Situ	Pre & Post.-Tensioning	
11			Stationary Falsework	Composite RC & PSC	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
12					Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning
13			Movable Falsework	Composite RC & PSC	Cast-in-Situ	Non-Prestressed
14					Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning
15	I - Beams	Composite RC & PSC	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
16				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
17	I - Beams	Composite RC & PSC	Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
18				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
19	I - Beams	Composite RC & PSC	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
20				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	
21	I - Beams	Composite RC & PSC	Movable Falsework	Cast-in-Situ	Non-Prestressed	
22				Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning	

Bentang Menerus

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi		
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method
23	I - Beams	Composite RC & PSC	Movable Falsework	Precast & Cast in Situ	Post-Tensioning
24					Pre & Post.-Tensioning
25	T - Beams	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
26				Precast	Post-Tensioning
27			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
28					Precast
29				Pre & Post.-Tensioning	
30					
31			Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
32				Precast	Post-Tensioning
33			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
34					Precast
35				Pre & Post.-Tensioning	
36					
37			Hoist, Lift. or Jack.	Precast	Pre-Tensioning
38					Post-Tensioning
39	Box Girders	Prestressed Concrete	Stationary Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning
40				Precast	Post-Tensioning
41				Precast & Cast in Situ	Pre & Post.-Tensioning
42			Post-Tensioning		
43			Pre & Post.-Tensioning		
44			Movable Falsework	Cast-in-Situ	Post-Tensioning

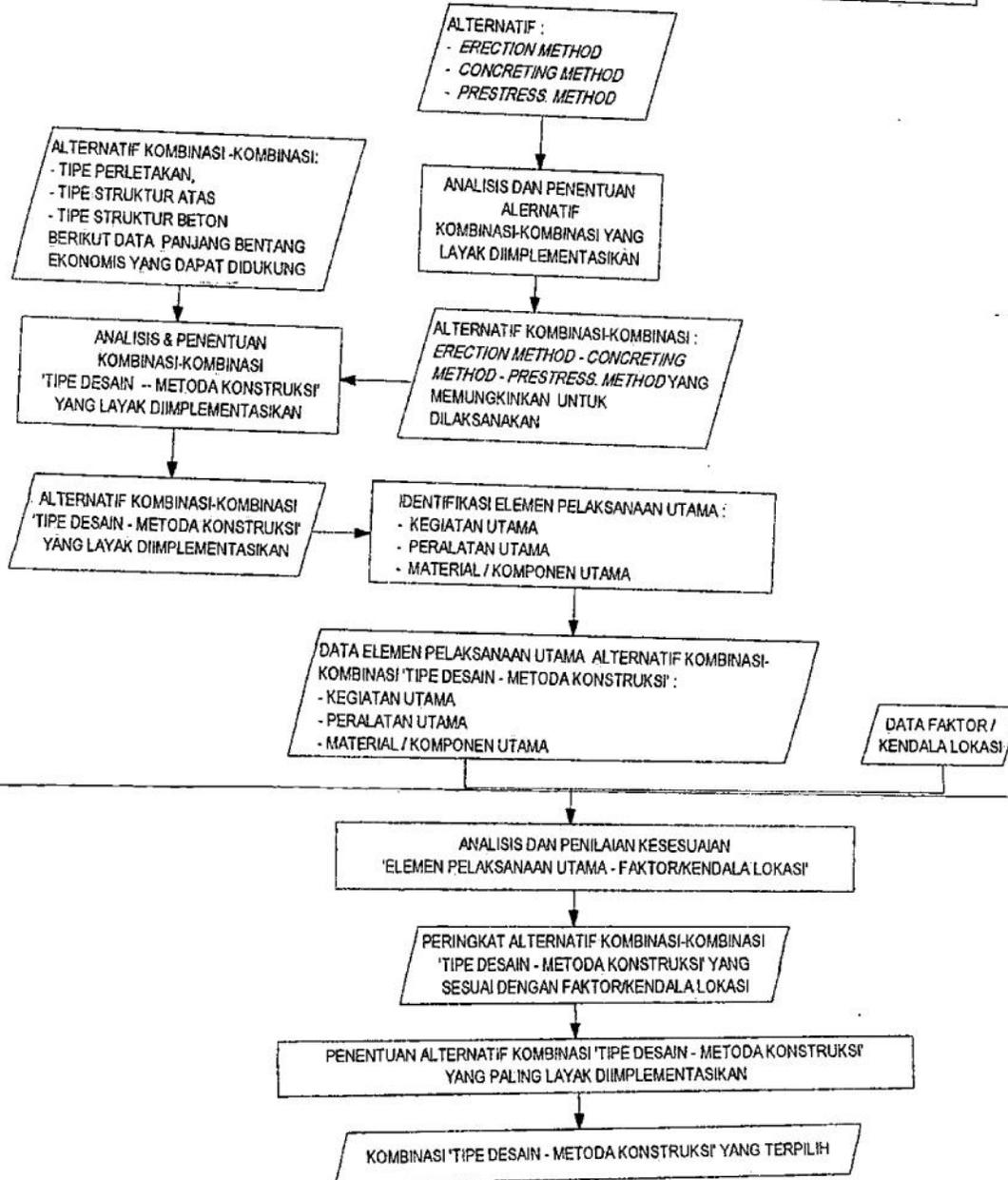
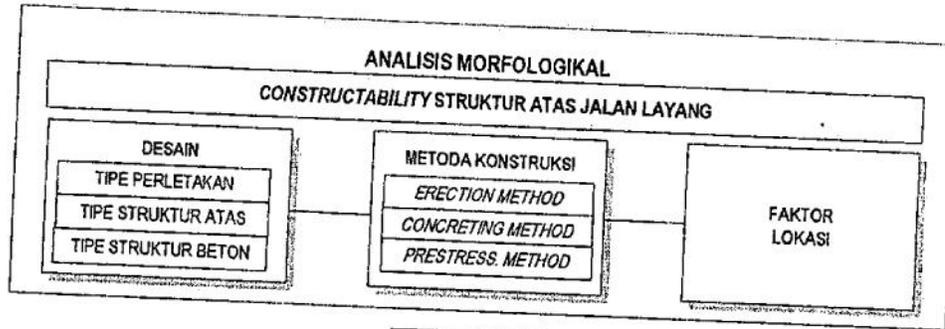
Bentang Menerus

No.	Tipe Desain		Metoda Pelaksanaan Konstruksi			
	Struktur Atas	Struktur Beton	Erection Method	Concreting Method	Prestressing Method	
45	Box Girders	Prestressed Concrete	Movable Falsework	Precast	Post-Tensioning	
46					Pre & Post.-Tensioning	
47			Cantilever	Cast-in-Situ	Post-Tensioning	
48					Precast	Post-Tensioning
49			Incremental Launching	Cast-in-Situ	Pre & Post.-Tensioning	
50					Post-Tensioning	
51					Precast	Post-Tensioning
52					Pre & Post.-Tensioning	



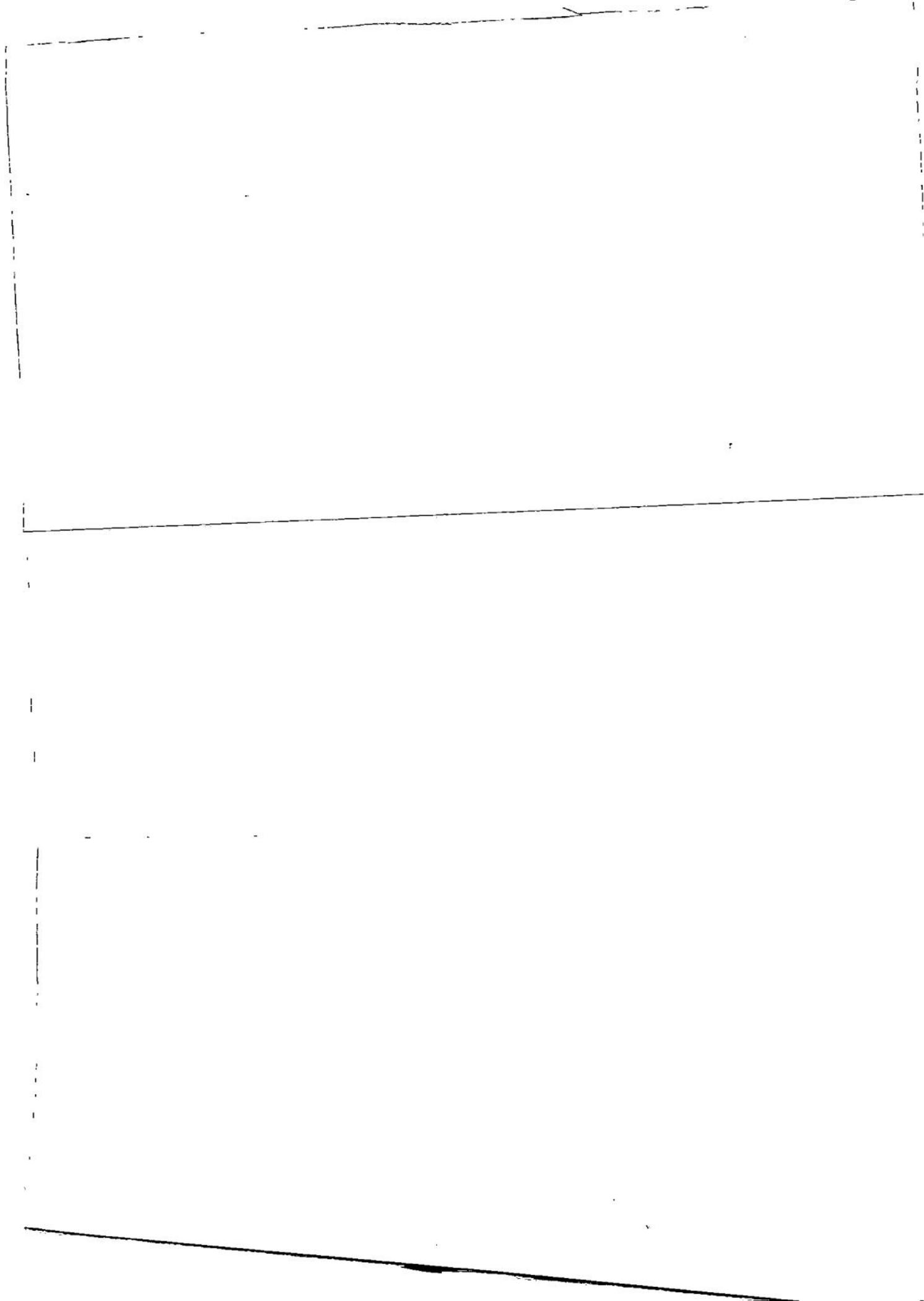
LAMPIRAN 5

**Bagan Alir
Analisis dan Penilaian Kesesuaian
Kombinasi
Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi
dan Faktor / Kendala Lokasi**



Lampiran 5

Bagan Alir Analisis & Penilaian Kesesuaian Kombinasi Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi dan Faktor / Kendala Lokasi





LAMPIRAN 6

**Matrik Hasil
Analisis dan Penilaian Kesesuaian
Elemen Pelaksanaan Utama -
Faktor / Kendala Lokasi**

Lampiran 6

**Matrik Hasil Penilaian Kesesuaian
Elemen Pelaksanaan Utama Alternatif Kombinasi
Tipe Struktur Atas - Metoda Konstruksi
dengan
Faktor Kendala Lokasi**

ALTERNATIF 1

**FAKTOR/KENDALA
LOKASI**

12	3	5	4
10	2	4	4
13	5	4	4
12	5	4	3
13	4	4	5
11	4	3	4
11	4	4	3
82	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen Utama

Ukuran *Site*

Situasi & Topografi

Kondisi & Geoteknik

Peraturan Setempat

Iklim & Cuaca

Potensi Sumberdaya

Potensi Tidak Terjadi
Kecelakaan

ELEMEN PELAKSANAAN UTAMA

Nilai Rata-rata = $82/21 = 3,90$

ALTERNATIF 2

**FAKTOR/KENDALA
LOKASI**

8	2	4	2
11	3	4	4
12	5	3	4
12	5	4	3
13	4	4	5
11	4	3	4
11	4	4	3
78	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen Utama

Ukuran *Site*

Situasi & Topografi

Kondisi & Geoteknik

Peraturan Setempat

Iklim & Cuaca

Potensi Sumberdaya

Potensi Tidak Terjadi
Kecelakaan

ELEMEN PELAKSANAAN UTAMA

Nilai Rata-rata = $78/21 = 3,71$

ALTERNATIF 3

**FAKTOR/KENDALA
LOKASI**

11	4	4	3
9	2	4	3
12	5	3	4
8	2	4	2
14	5	4	5
9	3	3	3
8	2	4	2
71	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen Utama

Ukuran *Site*

Situasi & Topografi

Kondisi & Geoteknik

Peraturan Setempat

Iklim & Cuaca

Potensi Sumberdaya

Potensi Tidak Terjadi
Kecelakaan

ELEMEN PELAKSANAAN UTAMA

Nilai Rata-rata = $71/21 = 3,38$

ALTERNATIF 4

**FAKTOR/KENDALA
LOKASI**

12	4	4	4
12	4	4	4
13	5	4	4
12	5	4	3
13	4	4	5
11	4	3	4
12	5	4	3
85	Kegiatan Utama	Peralatan Utama	Material/Komponen Utama

Ukuran *Site*

Situasi & Topografi

Kondisi & Geoteknik

Peraturan Setempat

Iklim & Cuaca

Potensi Sumberdaya

Potensi Tidak Terjadi
Kecelakaan

ELEMEN PELAKSANAAN UTAMA

Nilai Rata-rata = $85/21 = 4,05$



LAMPIRAN 7

**Data Pelaksanaan
Proyek Senen *Fly-Over*
Jakarta Pusat**

Lampiran

DATA PELAKSANAAN
PROYEK "SENEN FLY - OVER"
JAKARTA PUSAT

Nama Proyek :

*The First Jabotabek Urban Development Project
Construction of Senen Fly Over
Jupco Code DR. 11
Loan No. 2932 - IND*

Pemilik Proyek :

*Dinas Pekerjaan Umum
Pemerintah Daerah DKI Jakarta*

Kontraktor :

*Joint Operation :
Indian Railway Construction, New Delhi - India
PT. Sumber Mitra Jaya, Jakarta - Indonesia*

Konsultan Teknik dan Perencana :

PT. Perencana Djaya, Jakarta - Indonesia

Konsultan Supervisi :

*Pacific Consultants International (PCI)
TPO Sullivan & Partners
PT. Pamintori Cipta*

Nilai Proyek : *US\$ 1,305,122.00 + Rp.10.571.488.197,20*

Nomer Kontrak : 27.575/1.712.3/11 Januari 1993

Jangka Waktu Kontrak : 456 hari kalender (15 bulan), terhitung dari tanggal 17 Februari 1993 hingga 17 Mei 1994.

Data Konstruksi

Lingkup pekerjaan proyek meliputi :

- Jembatan layang sepanjang 585 meter, terdiri dari :
 - ⇒ Struktur bentang utama sepanjang : 232,65 meter
 - ⇒ Hollow ramps sepanjang : 150,35 meter
 - ⇒ Approach ramps sepanjang : 202,00 meter

Lebar jembatan layang : 16,00 meter, terdiri dari 4 jalur

- Perlebaran ruas jalan di bawah jembatan layang sepanjang 1.845 meter

Struktur utama :

Struktur utama terdiri dari 7 bentang, yang setiap bentang terdiri dari 6 gelagar beton berbentuk V berongga (pada bagian web) pracetak prategang *post-tensioned*.

Setiap pilar (beton bertulang) berdiri di atas 4 buah fondasi *bored piles* dengan diameter 160 cm sedalam ± 40 meter di bawah *planned ground level*.

Lantai jembatan dikonstruksi dengan beton bertulang cor di tempat yang bekerja secara komposit dengan gelagar dengan ikatan *shear connector*.

Hollow ramps :

Hollow ramps berada pada kedua ujung struktur utama, terbuat dari balok dan pelat beton bertulang cor di tempat yang bertumpu pada kolom penyangga yang sekaligus sebagai fondasi. Kolom penyangga berupa tiang pancang bulat beton pracetak dengan diameter 60 cm.

Approach ramps :

Approach ramps menggunakan struktur dinding penahan tanah beton bertulang cor di tempat.

Situasi Lokasi Proyek

Jembatan layang yang dibangun menghubungkan jalan Pasar Senen dan jalan Kramat Raya, yang melintas di atas kesibukan arus lalu lintas perkotaan di sekitar Pasar Senen.

Kepadatan arus lalu lintas rata-rata ± 150 kendaraan per menit (untuk dua arah), baik searah as jembatan maupun arah yang dilintasi jembatan.

Peruntukan pada lingkungan sekitar lokasi proyek ialah kegiatan perkantoran dan perdagangan.

Metoda Pelaksanaan Struktur Atas

- Gelagar difabrikasi pada *fabrication yard* di sisi Utara lokasi proyek, pemasangan secara *incremental launching* dari sisi Utara (jalan Pasar Senen) dengan bantuan *launching girder* ke arah Selatan (jalan Kramat Raya).
- Lantai jembatan berikut *wall guard* dicor di tempat (cast in situ)

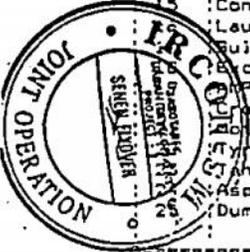
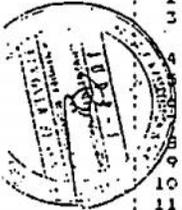
Kendala selama Pelaksanaan Konstruksi

1. Pemindahan pipa air minum yang ada di lokasi proyek oleh PAM terlambat, sehingga mengakibatkan terlambatnya pekerjaan fondasi pada posisi P4 (pilar nomer 4)
2. Pemindahan jaringan listrik tegangan tinggi yang melintasi lokasi proyek oleh PLN terlambat,
3. Keterlambatan pembebasan lahan pembangunan,
4. Redesain sistem drainase lantai jembatan
5. *Lead time* dari *expansion joint*

Karena kendala-kendala tersebut di atas, maka berdasarkan Addendum Kontrak nomer 1 waktu pelaksanaan konstruksi diperpanjang selama 133 hari (hingga 27 September 1994), tanpa penambahan nilai kontrak atau penalty terhadap kontraktor.

CONTRACTOR: INDIAN RAILWAY CONSTRUCTION CO. LTD. P.T SUMBER MITRA JAYA JOINT OPERATION	CLIENT: PEMERINTAH DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA DINAS PEKERJAAN UMUM, JUDP - 1	CONSULTANT: PT. PERENT JANA DJAJA P C INTERNATIONAL PT. PAMINTORI CIPTA TPO SULLIVAN
CONTRACT No. 37.575/1.7123 dt-11 JANUARY 93 JUPCO CODE DR. 11 IBRD LOAN No. 2932 Ind.	PROJECT: CONSTRUCTION OF SENEN FLY OVER CONSTRUCTION PLANT AND EQUIPMENT LIST	

NO	DESCRIPTION	MANUFACTURING AND MODEL	CAPACITY	QUANTITY		REMARK
				Bid proposal	Mob. Programme	
1	Concrete pump	CIFA	30 M3/HR	1	1	HIRE
2	Air compressor	ATLAS COPO	360 CPM	2	1	IRCON
3	Pressstesting jack with pump	FRESSINET	350 MT	2	2	IRCON
4	Crane 20 T	COLES	20 T	1	1	HIRE
5	Grouting pump	FRESSINET		1	1	IRCON
6	Needle vibrator	KILLICK	1200 RPM	4	4	IRCON
7	Shuttering vibrator	KILLICK	3000 RPM	12	12	IRCON
8	Frequency convertor	KILLICK	200 HZ	1	1	IRCON
9	Welding transformer	ADVANI		1	1	IRCON
10	Generator set	DANYO	100 KVA	2	1	IRCON
11	Water pump	KIRLOSKAR	3 HP	2	2	IRCON
12	Bar bending machine	STEINWEG		1	1	IRCON
13	Bar cutting machine	WEELS		1	1	IRCON
14	Piling rig			1	1	IRCON
15	Concrete bucket	CIFA	0.5 M3	3	3	SUBCONTRACTED
16	Launching girder			1	1	IRCON
17	Excavator D60E	KOMATSU	125 HP	1	1	SMJ
18	Excavator PC200-3	KOMATSU	80 HP	1	1	SMJ
19	Motor grader	NIIGATA	40 T /Hr	1	1	SMJ
20	Washing plant	PATRIA	60 T /Hr	2	2	SMJ
21	Motor grader	KOMATSU	125 HP	1	1	SMJ
22	Tyre roller	SAKAI	80 HP	1	1	SMJ
23	Tandem roller	SAKAI	60 HP	1	1	SMJ
24	Asphalt finisher	NIIGATA	40 T /Hr	1	1	SMJ
25	Dump truck	MITSUBISI	12 T	8	8	SMJ



DIRECTOR RAILWAY CONSTRUCTION CO LTD PT SUMBER MITRA JAYA JOINT OPERATION	CLIENT PERUMHUTAN DAN KAWASAN BUKIT BARU JAKARTA (PERSERIKAHAN PERUMHUTAN, JKP - 1)	CONSULTANT PT PERENCANA DUAJAJA P-C INTERNATIONAL PT PAMHUTORI CIPTA TPO SIKLIVAN
PROJECT No. ST 57/1 7123 & 11 JANUARY 93 CO CODE, DM, 11 DLOAN No 2952 Ind	PROJECT CONSTRUCTION OF SENEN FLYOVER DETAIL OF ACIATED LINER TRUCK TRANSPORTATION	

I. Alternative Of Transportation

1. - Kebon Nanas ---> Pemuda Intersection (Via By Pass)
 ---> Pramuka Intersection ---> Senen Flyover Project.
2. - Kebon Nanas ---> Prumpung Intersection ---> Jati
 Negara --> Senen Flyover.
3. - Kebon Nanas --> Asia Nakmur Intersection ---> Senen
 Flyover Project.

II. Calculation Of Transportation

1. Alternative Of Transportation (1-1)
 - Distance 8.3 Km (Batching Plant)
 - Speed A.T.M = 20 Km/h
 - $T = 8.3/20 \times 60 = 24.9$ Minutes.
 - T = 30 Minutes

Total Of Cycle Time	= 10	Minutes
-Time Of Loading	= 30	Minutes
-Time Of Transportation	= 30	Minutes
-Time Of Concreting By Concrete Pump	= 5	Minutes
-Time Of Returning	= 30	Minutes

Grand Total
 = 10 + 30 + 5 + 30
 = 75 Minutes

2. Alternative Of Transportation (1-2)
 - Distance = 9.2 Km/h
 - $T = 9.2/20 \times 60 = 27.6$ Minutes
 - T = 30 Minutes

Total Of Cycle Time	= 10	Minutes
Time Of Loading	= 30	Minutes
Time Of Transportation	= 30	Minutes
Time Of Concreting	= 5	Minutes
Time Of Returning	= 30	Minutes

Grand Total
 = 10 + 30 + 5 + 30
 = 75 Minutes



3. Alternative Of Transportation (1-3)
 - Distance = 9 Km/h
 - $T = 9/20 \times 60 = 30$ Minutes

Total Of Cycle Time	= 10	Minutes
Time Of Loading	= 30	Minutes
Time Of Transportation	= 30	Minutes
Time Of Concreting	= 5	Minutes
Time Of Returning	= 30	Minutes

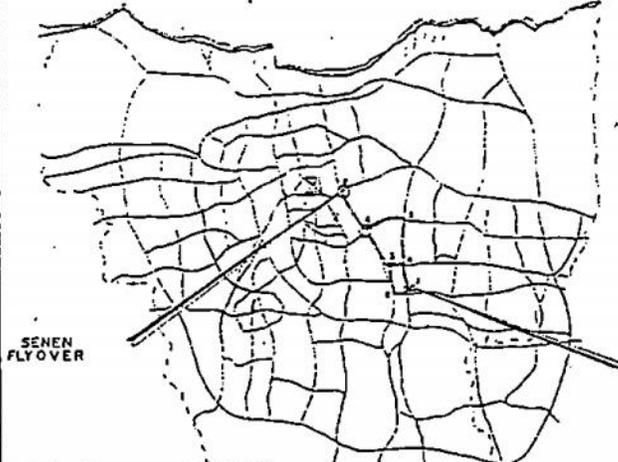
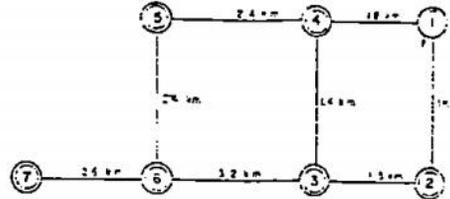
Grand Total
 = 10 + 30 + 5 + 30
 = 75 Minutes



ALTERNATIVE ROUTE OF CONCRETE SUPPLY

REMARKS

- 1 KEDONKARAN BACHING PLANT PT JAYA MCI
- 2 ASIA MAKMUR INTERSECTION
- 3 JATIHESARA
- 4 PRUMPING INTERSECTION
- 5 PEMUDA INTERSECTION
- 6 PRAMUKA INTERSECTION
- 7 SENEN FLYOVER PROJECT

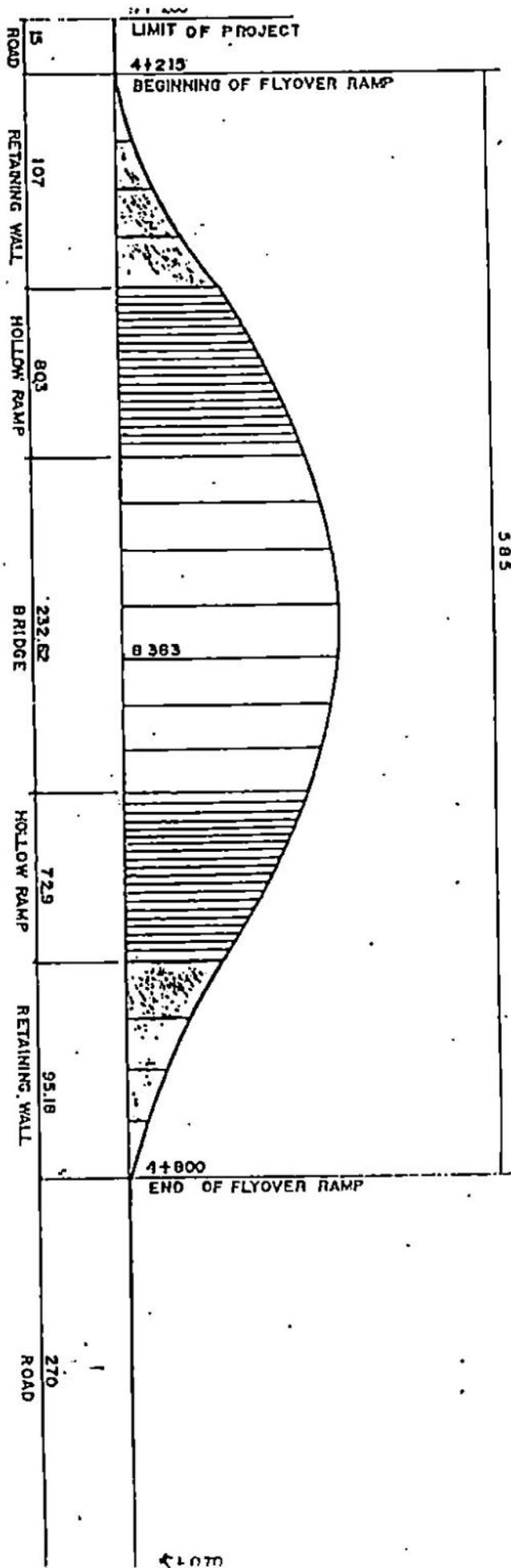


ALTERNATIVE ROUTE

I	1 - 2 - 3 - 6 - 7	18.2 KM
II	1 - 4 - 3 - 5 - 7	18 KM
III	1 - 4 - 5 - 6 - 7	18.2 KM



SENEN FLYOVER



**SENEH FLY OVER PROJECT
TRAFFIC MANAGEMENT**

01senenolan-ii

TABLE-I

STAGE	ROADS NAMES	WORKING AREA	WORKS TO BE EXECUTE	TRAFFIC FLOW CONDITION
1	Pasar Senen & Kramat bunder	1	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Pasar Senen	2	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement 4. Precasting yard	1. Existing lanes maintained
	Pasar senen & Senen raya	3	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Site office construction	1. Existing lanes maintained
	Pasar senen & Kramat bunder	4	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Kramat bunder Medan	5	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement 4. Removal of High tension lines	1. Existing lanes maintained
	Pasar Senen Senen raya	6	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Prapatan Senen Raya	7	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Prapatan Kwitang	8	1. Shifting of High tension lines	1. Existing lanes maintained
	Prapatan Kwitang	9	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Kramat Raya	10	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained

**SENEN FLY OVER PROJECT
TRAFFIC MANAGEMENT**

c:\senen\plan-ii

TABLE-I

STAGE	ROADS NAMES	WORKING AREA	WORKS TO BE EXECUTE	TRAFFIC FLOW CONDITION
	Kramat Raya	11	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
II	Pasar Senen	1	1. Drainage works	1. Existing lanes maintained
	Pasar Senen	2	1. Main bridge foundations P6 P7 P8 2. Sub structure P6 P7 P8 3. Hollowramp and retaining wall 4. Superstructure	1. Existing number of lanes maintained excepting at neck formation at 4+800 where are lane will be reduced
	Pasar senen Senen Raya	3	1. Same as stage I	1. Same as stage I
	Pasar Senen Kramat bunder	4	1. New modified island	1. Modified island
	Medan Kramat Bunder	5	1. Shifting of High tension Power lines 2. Modified traffic island	1. Modified island
	Prapatan Kwitang	8	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Prapatan Kwitang	9	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Kramat Raya	12	1. Main bridge foundations P6 P7 P8 2. Sub structure P6 P7 P8 3. Hollowramp and retaining wall 4. Superstructure	1. Existing no of lanes will be maintained
	Pasar Senen	13	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
	Prapatan	14	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained

**SENEGAL FLY OVER PROJECT
TRAFFIC MANAGEMENT**

Senegal-plan-tr

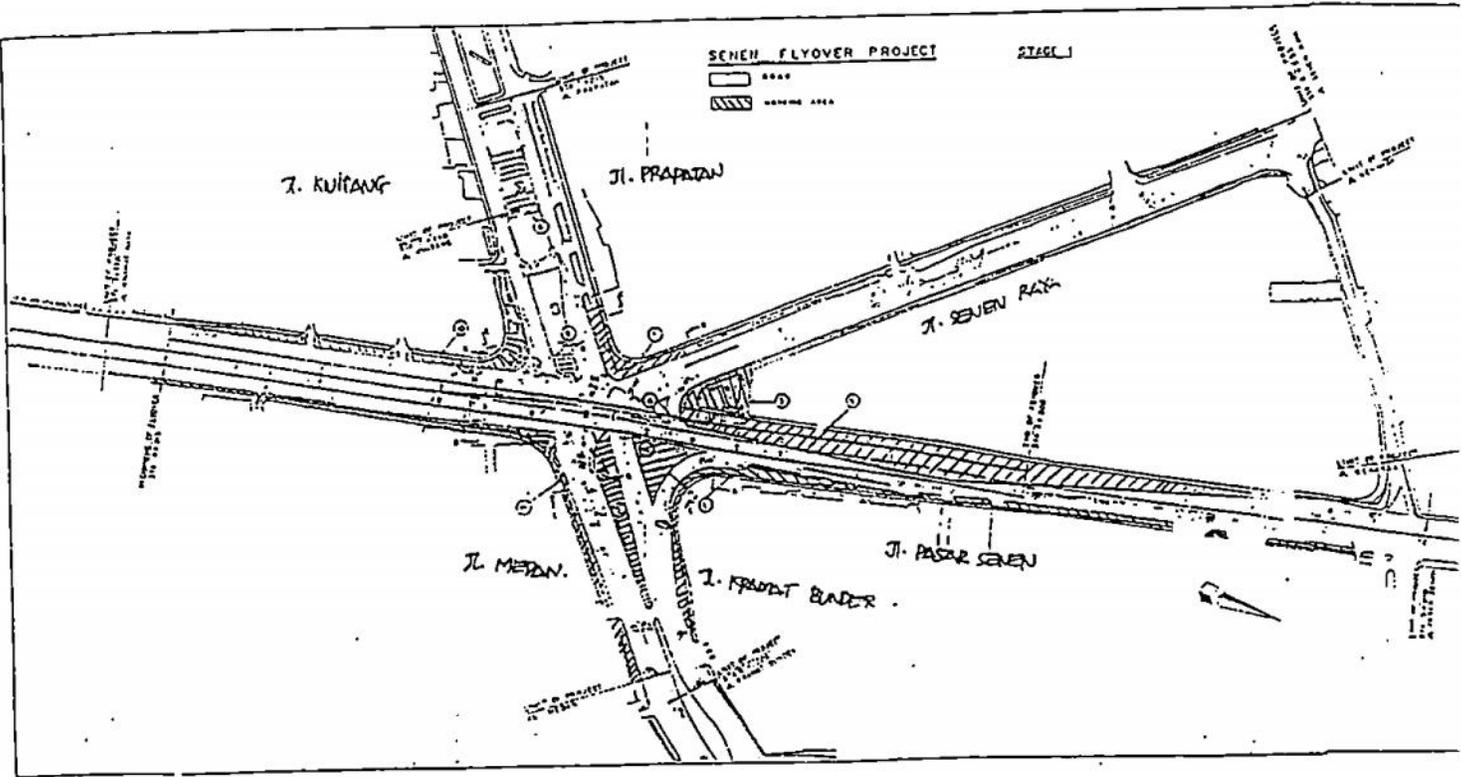
TABLE-1

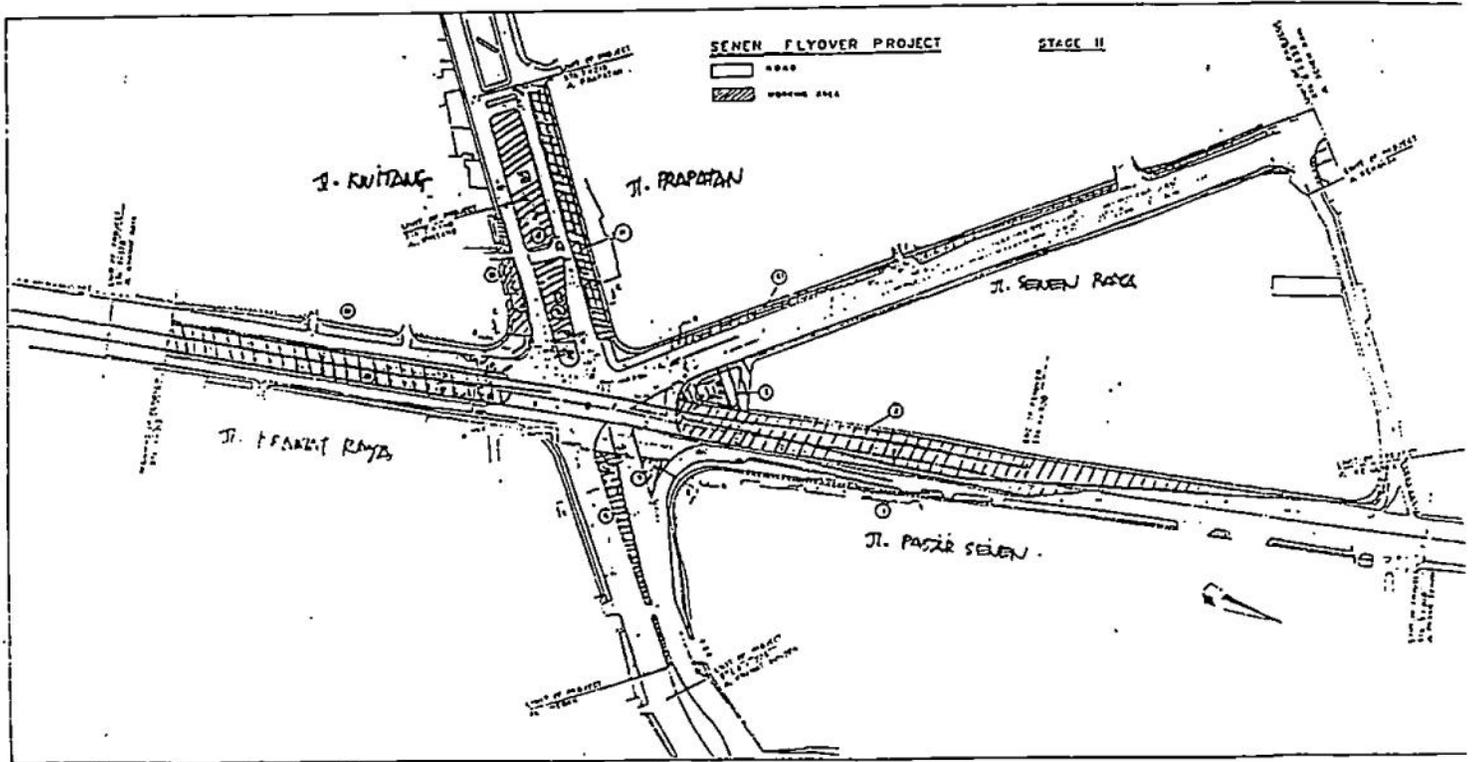
STAGE	ROADS NAMES	WORKING AREA	WORKS TO BE EXECUTE	TRAFFIC FLOW CONDITION
	Kramat Raya Kwitang	15	1. Clearing of area 2. Shifting of Utilities 3. Widening of road to suit working area requirement	1. Existing lanes maintained
III	Pasar Senen	2	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Pasar Senen Senen raya	3	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Kramat Bunder Medan	4	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Kramat Bunder	5	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Kramat Raya	12	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Senen raya	13	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Prapatan	14	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Kwitang	15	1. Same as stage II	1. Same as stage II
	Junction	16	1. Foundation and substructure P4	1. Will act as traffic rotary 2. 25 m radius area taken
IV	Pasar Senen	2	1. As explained in stage III	1. As explained in Stage III
	Pasar Senen Senen Raya	3	1. As explained in stage III	1. As explained in Stage III
	Pasar Senen Kramat Bunder	4	1. As explained in stage III	1. As explained in Stage III
	Kramat Bunder Medan	5	1. As explained in stage III	1. As explained in Stage III
	Pasar Senen Senen Raya	6	1. Foundation and substructure P5	1. Clear distance of 15 m will be maintained for traffic
	Kramat Raya	12	1. As explained in stage III including similar works for P3	1. As explained in Stage III
	Senen Raya	13	Construction of footpath and drainage	Traffic width increase
	Prapatan	14	Construction of footpath and drainage	Traffic width increase
	Kwitang	15	Construction of footpath and drainage	Traffic width increase
		Junction	16	Substructure and superstructure

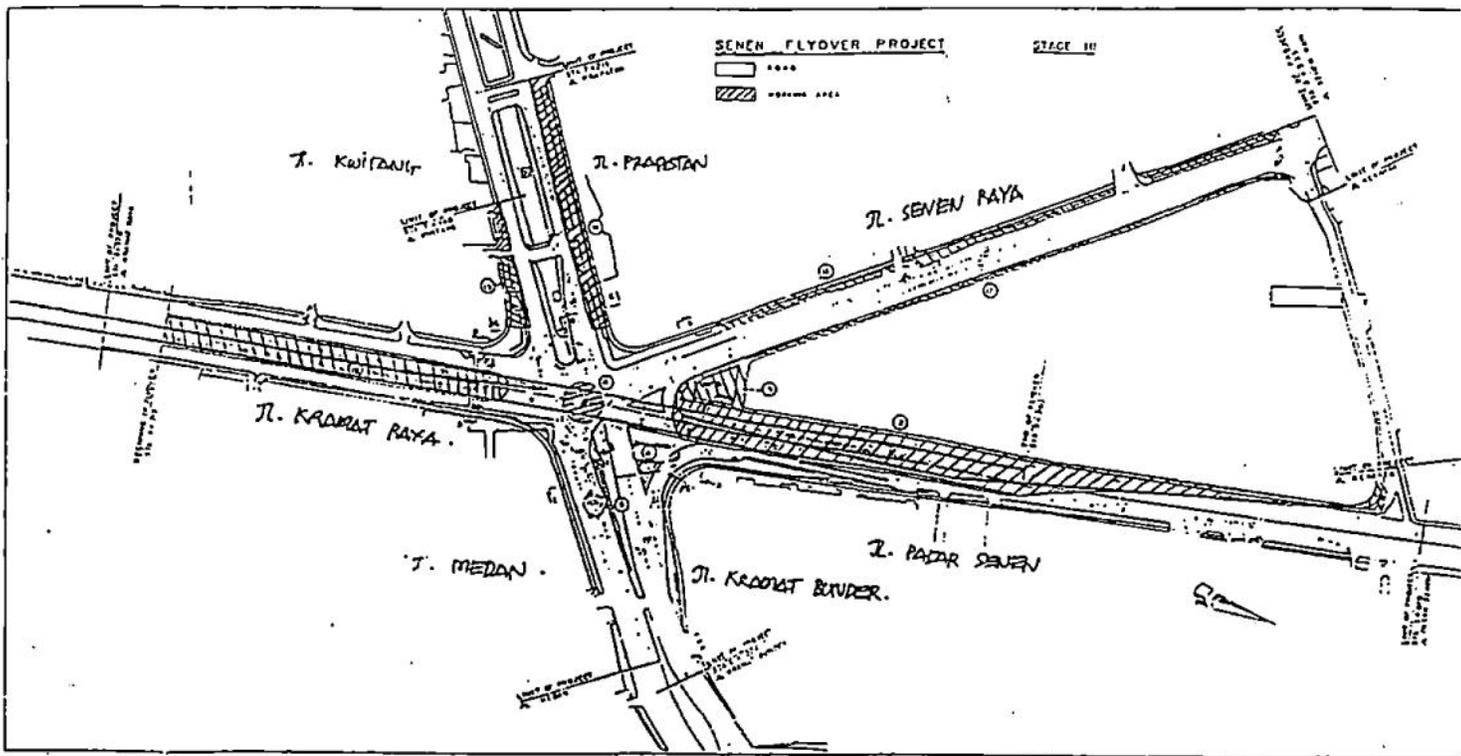
SEKEN FLYOVER PROJECT

STAGE 1

ROAD
WORKING AREA

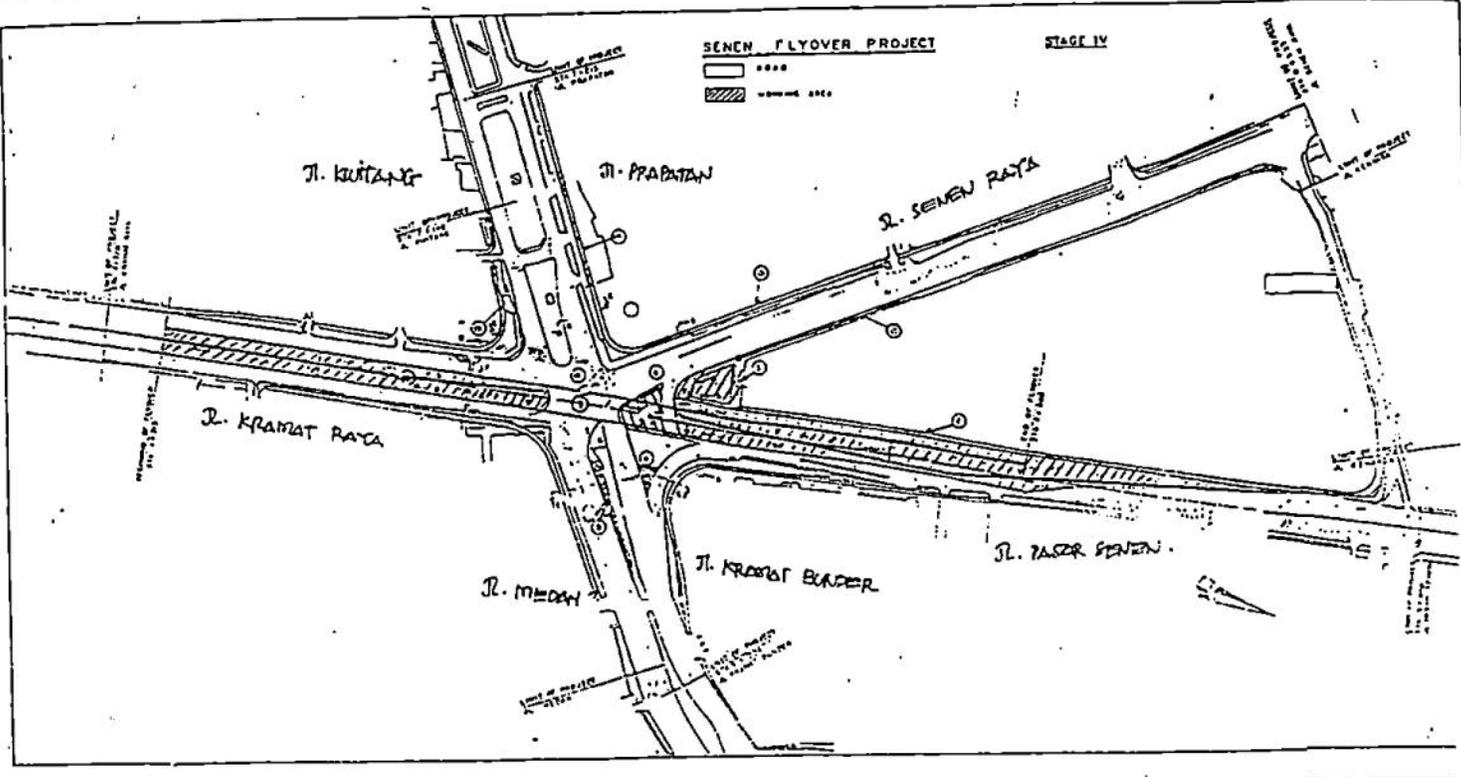






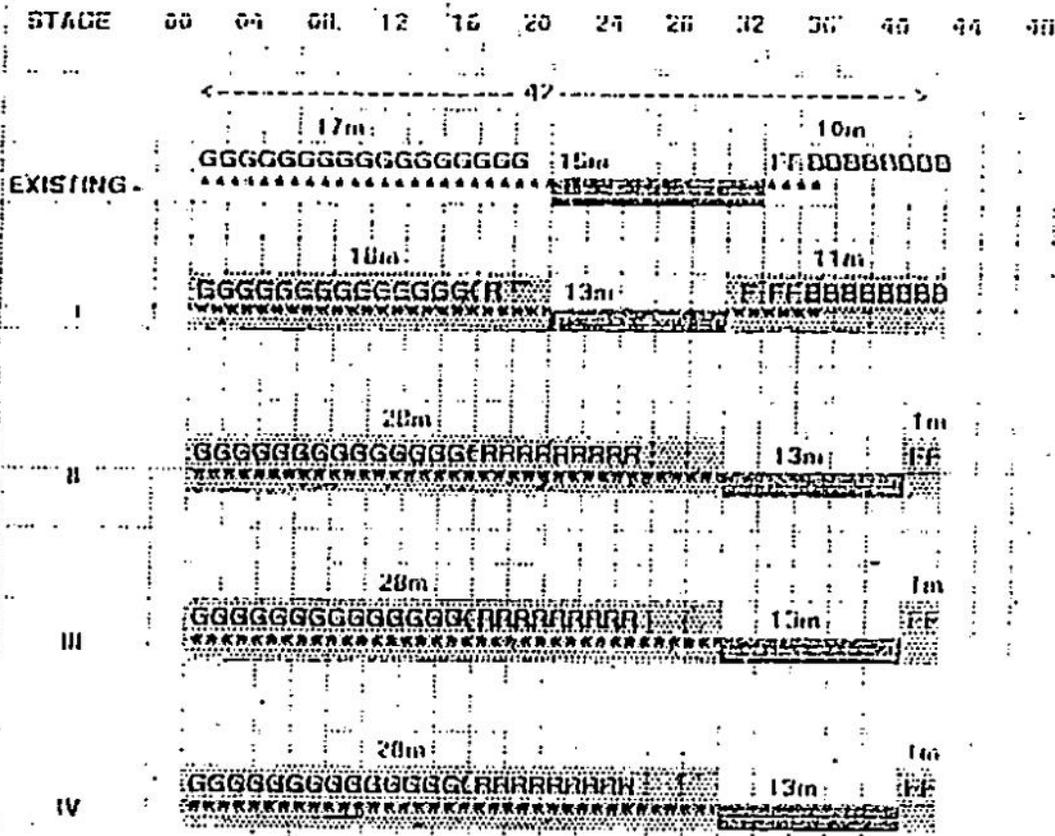
SENEG FLYOVER PROJECT

STAGE IV



subfig

TABLE - IV
OPEN FLOWED TRAFFIC MANAGEMENT PROBLEMS
PASAR SENEN A - A

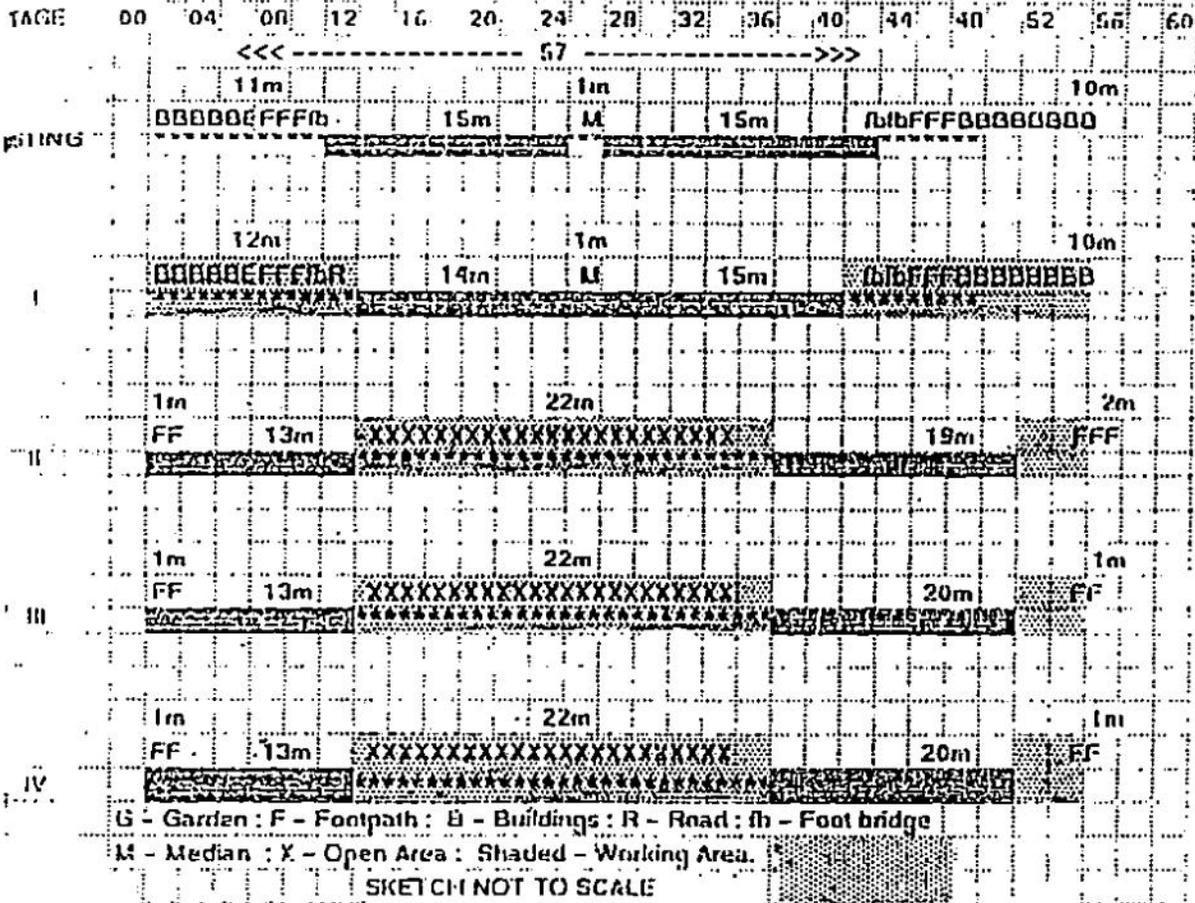


G - Garden : F - Footpath : B - Buildings : R - Road
 M - Median : X - Open Area : Shaded - Working Area.
 SKETCH NOT TO SCALE

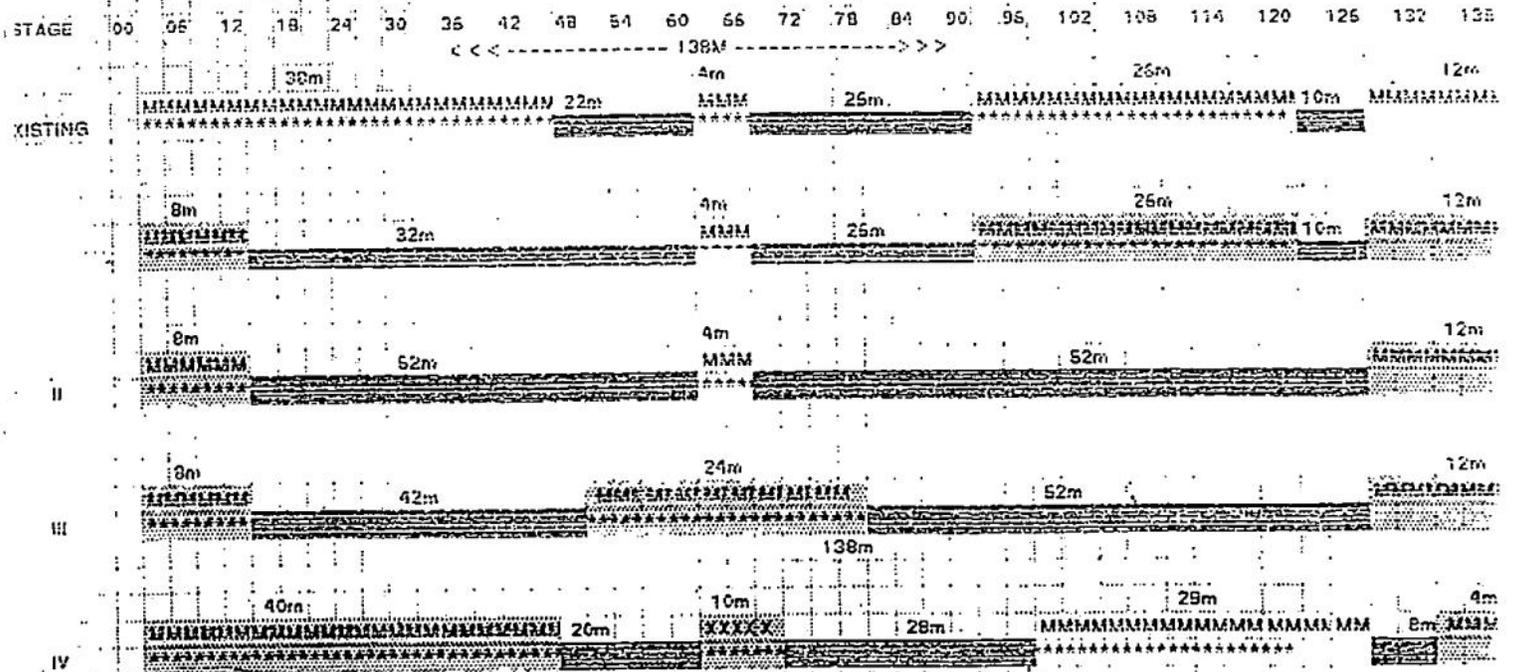
TABLE - IV

SENEN FLYOVER TRAFIC MANAGEMENT PROGRAME

KARAWAT RAYA D - D



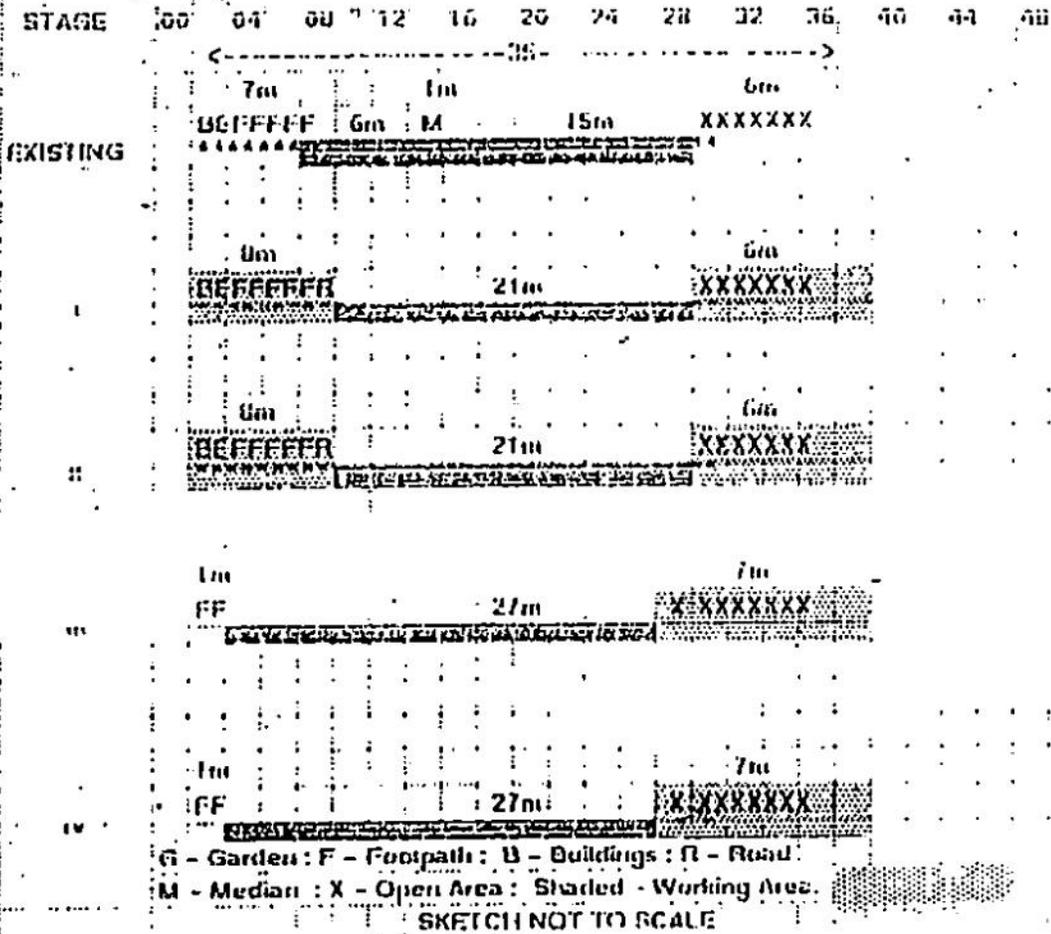
SEKEN FLYOVER TRAFIC MANAGEMENT PROGRAME
KARAMAT RAYA PASAR SEKEN F - F



G - Garden : F - Footpath : B - Buildings : R - Road : fb - Foot bridge
M - Median : X - Open Area : Shaded - Working Area.
SKETCH NOT TO SCALE

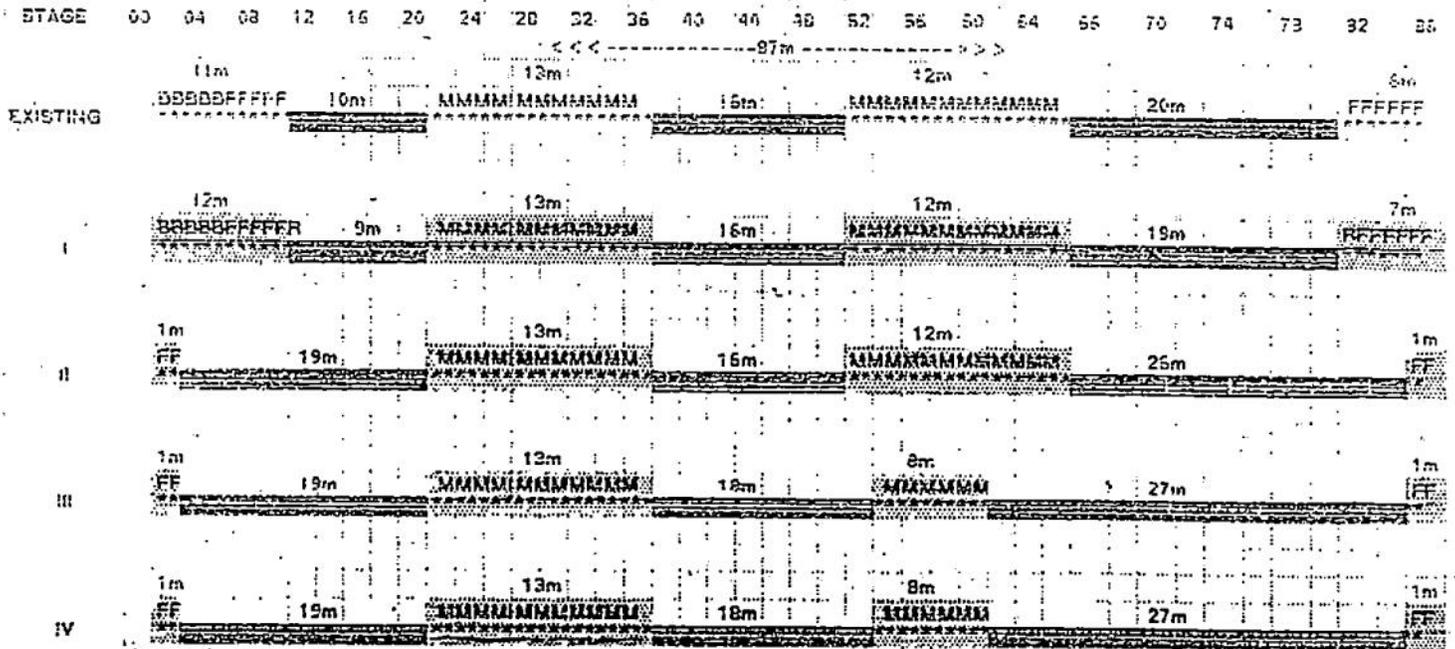
TABLE - IV

SEREN PLAYOEN TRAFFIC MANAGEMENT PROGRAMME
 SEREN RAYA II B



SENEG FLYOVER TRAFFIC MANAGEMENT PROGRAMME
KARAMAT BUNDER MEDAN E - E

TABLE - IV

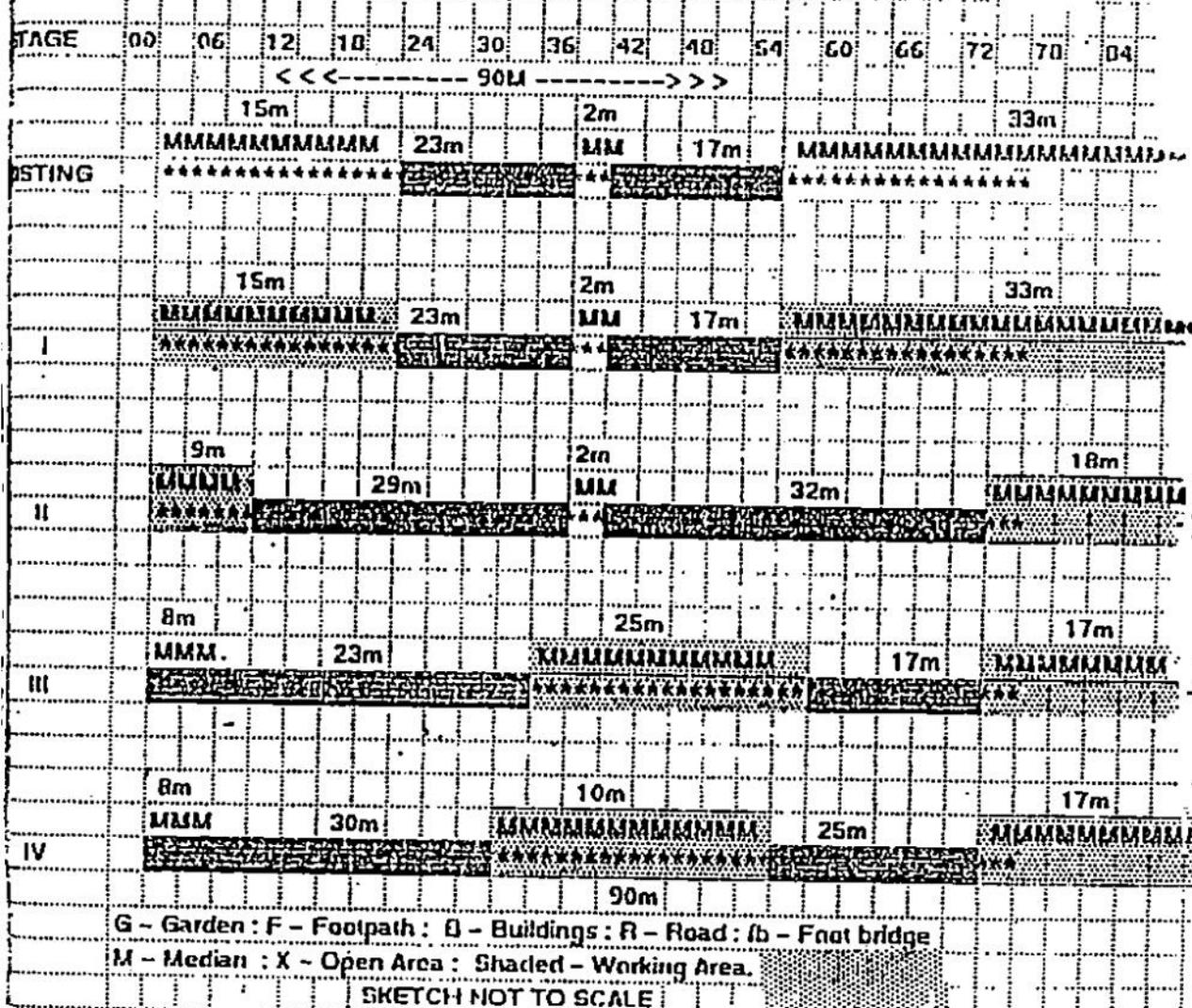


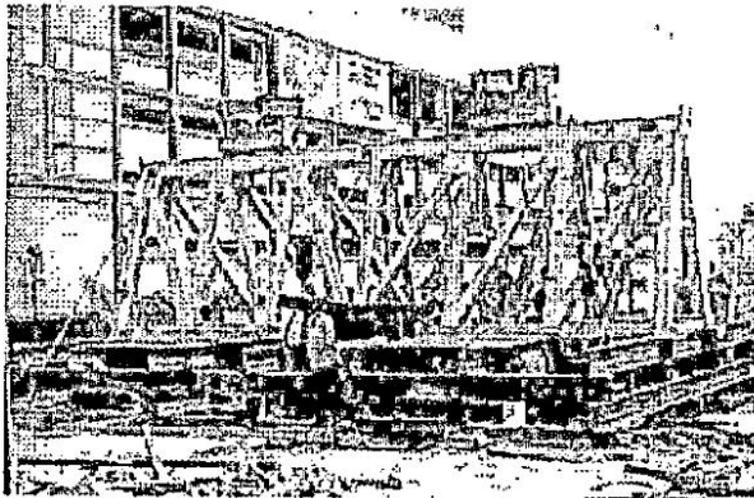
G - Garden : F - Footpath : B - Buildings : R - Road : fb - Foot bridge
M - Median : X - Open Area : Shaded - Working Area.

SKETCH NOT TO SCALE.

SENEN FLYOVER TRAFIC MANAGEMENT PROGRAMME
 PRAPTANG - KWITANG KARAMAT BUNDER MEDAN G - G

TABLE





Penyangga tumpuan tengah Launching Girder



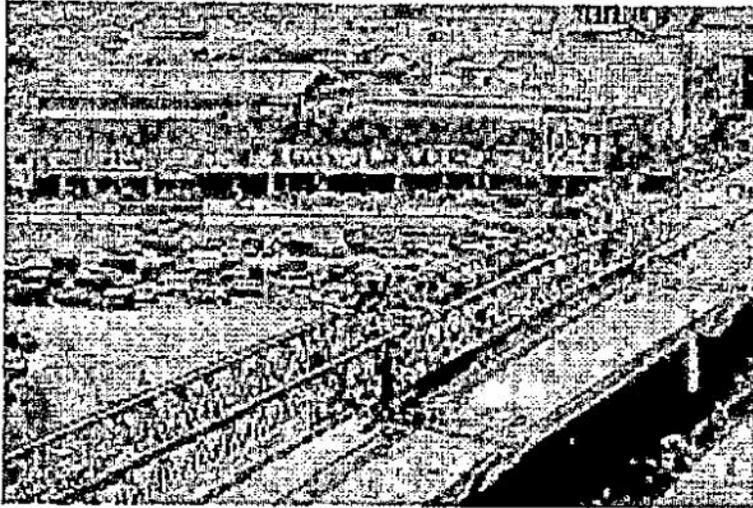
Precasting Yard



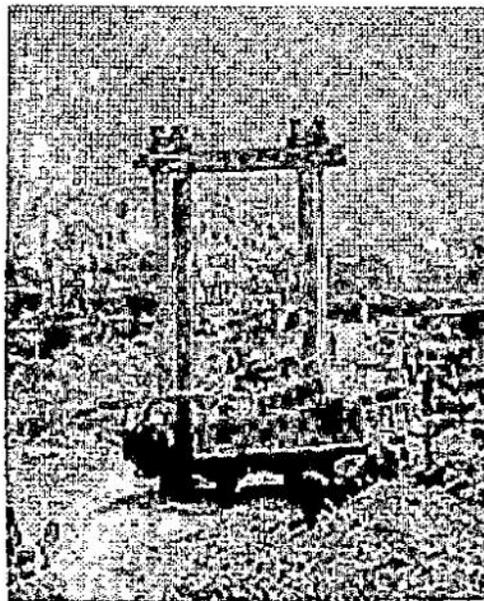
Penyadegan lapangan terbang Lumbajang Gindur



Pematang Yand



Launching Girder



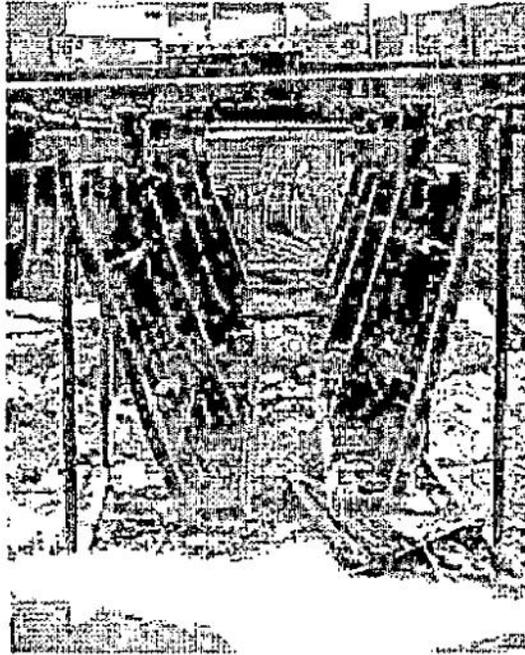
Penyangga tepi tumpuan sementara Launching Girder



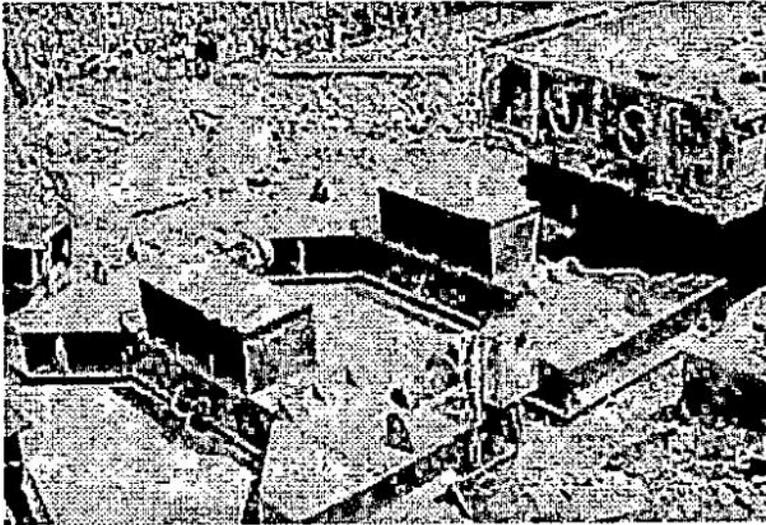
Lanching Garden



Forty-two hundred Lanching Garden



Cetakan Box Girder



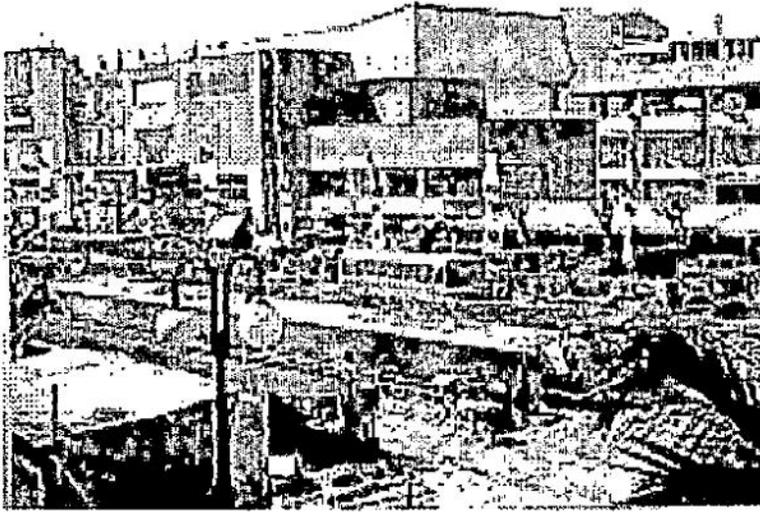
Komponen alat pemindah Girder



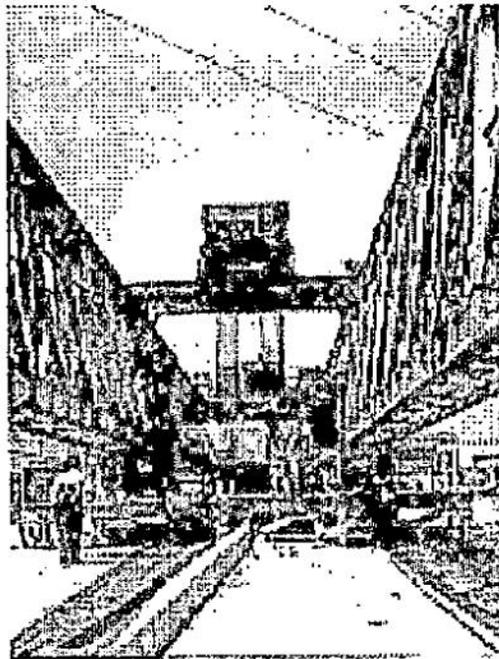
Gravel Pit Area



Gravel Pit Area



Girder yang siap dipindahkan



Girder siap Launching

Journal of the



Journal of the



**MODEL CONSTRUCTABILITY
DESAIN JALAN LAYANG UNTUK PERSIMPANGAN
DI LOKASI PERKOTAAN**

TESIS MAGISTER

**Oleh :
Yusbar Kadir
NIM : 25095026**



**BIDANG KHUSUS MANAJEMEN DAN REKAYASA KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI REKAYASA SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**

1998