

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kontruksi Bodi Kendaraan

Bagian mobil terdiri dalam kelompok besar, yaitu *chassis* dan *body*. *Body* adalah bagian yang dibentuk sedemikian rupa, (pada umumnya) terbuat dari bahan plat logam (*steelplate*) yang tebalnya antara 0,6 mm-0,9 mm sebagai tempat penumpang ataupun barang, sedangkan *chassis* adalah bagian dari kendaraan dan berfungsi sebagai penopang *body*.

Berdasarkan pada kontruksi menempelnya *body* pada rangka, maka terdapat dua jenis kontruksi *body* kendaraan, yaitu kontruksi *composite* (terpisah) dan kontruksi *monocoq* (menyatu). Rangka mobil adalah bagian dari kendaraan bermotor yang mendukung mesin, kopling, transmisi, sistem suspensi, sistem rem, bodi mobil, diferensial, dan komponen lainnya.

Rangka mobil mempunyai banyak variasi bentuk. Pada umumnya, rangka disusun dari dua buah balok memanjang dan dihubungkan dengan balok melintang. Bagian depan rangkaian dibuat sedikit mengecil ke dalam yang berfungsi sebagai tempat pemasangan peralatan kemudi dan untuk dapat memberikan keleluasaan pergerakan kemudi. Rangka pada umumnya dibuat dengan baja. (Buntarto, 2015).

2.1.1 Rangka (*Chassis*) Mobil

1. Sejarah singkat *Chassis*

Chassis pertama kali dibuat oleh Charles dan F. Duryea dari Springfield, Massachusetts, Amerika pada tahun 1893. Mobil tersebut mirip sebuah andong tanpa kuda. Lalu pada tahun 1894, Elwood G. Haynes mengikutinya. Elwood G. Haynes merancang dan membuatnya di perusahaan Apperson Brothers. Setelah itu, Henry Ford membuat mobil pertama pada tahun 1897.

Bentuk mobil tertutup baru muncul pada tahun 1911. Bagian penutup atas (atap) sangatlah sederhana karena fungsinya hanya sebagai pelindung penumpang dari panas matahari dan hujan. Tutup bodi terbuat dari kanvas, tetapi ada juga yang dibuat dari plat yang di press sehingga sangat kuat.

2. Definisi *Chassis*

Chassis adalah rangka yang berfungsi sebagai penopang berat (beban), pengemudi, komponen dan sistem-sistem yang berada pada kendaraan. *Chassis* dibuat dari kerangka besi (baja) yang berfungsi sebagai menopang bodi dan mesin sebuah kendaraan. Syarat utama dari *chassis* adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. Selain itu, *chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap stabil saat digunakan. *Chassis* terbagi menjadi beberapa tipe yaitu :

a. Tipe Rangka Tulang Belakang (*Backbone*)

Tipe rangka tulang belakang (*backbone*) adalah jenis rangka yang termasuk dengan rangka press. Rangka ini mesin seolah-olah tergantung pada sebuah *backbone* yang besar. Seluruh beban disangga oleh bagian utama ini. Rangka *backbone* ini adalah rangka pengganti dari struktur rangka tangga. Keuntungan dari dari rangka seperti inilah memiliki bobot yang lebih ringan dibanding dengan rangka pipa. Memiliki *centergravity* yang baik dan dapat bermanuver dengan baik di lintasan sirkuit. Kelemahan dari rangka jenis ini adalah karena hanya memiliki satu tulang punggung. Maka jenis sasis ini tidak dapat mengangkat beban berat. (Buntarto, 2015).



Gambar 2.1 Tipe *backbone* (alfacell90.blogspot.co.id).

b. Tipe Rangka *Ladder Frame* (Tangga)

Pertama kali rangka tangga ini dibuat dari kayu, hingga bahan dari besi baja pada tahun 1930an. Kontruksi sasis tangga 2 baja paralel dibawah bodi kendaraan. Mempunyai keunggulan dalam membawa beban lebih dan

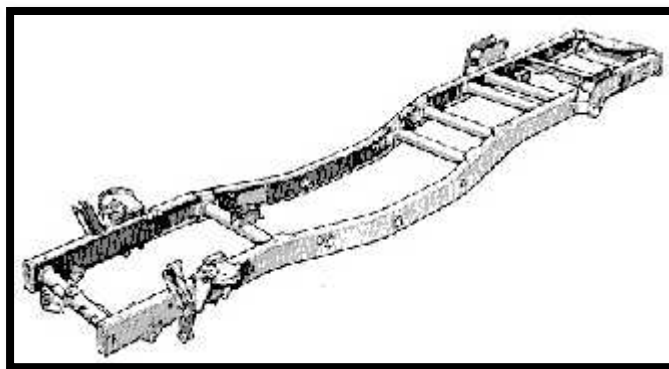
space kabin lebih besar. Sering digunakan di kendaraan pengangkut beban seperti truk, MPV dan SUV serta model Jeep. (Buntarto, 2015).

Kelebihan sasis tipe tangga adalah :

1. Mudah untuk di desain, dibangun, dan dimodifikasi.
2. Lebih cocok untuk kendaraan berat.
3. Mudah untuk di reparasi bila terjadi kecelakaan.

Kekurangan sasis tipe tangga adalah :

1. Lebih berat dibanding sasis model lain.
2. Torsi yang dimiliki rendah.
3. Mudah terguling.
4. Memiliki biaya produksi lebih tinggi.



Gambar 2.2 Tipe *ladder frame* (alfacell90.blogspot.co.id).

c. Tipe Rangka Integral

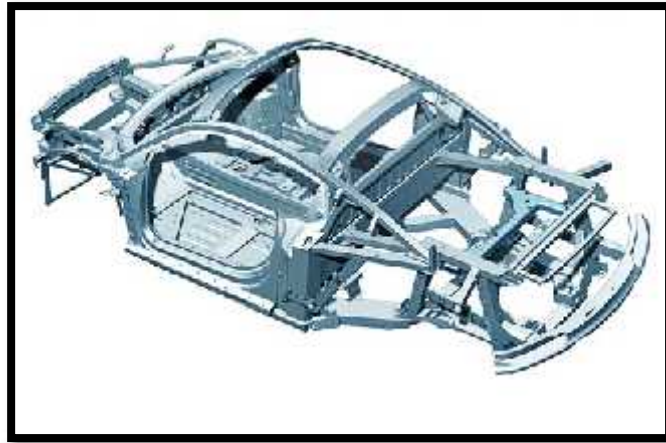
Tipe rangka integral adalah rangka langsung, dimana bodi mobil dan sasis dilas di titik-titik tertentu menjadi satu bagian. Rangka jenis ini digunakan pada mobil sedan dan mobil ringan. Tetapi tidak sedikit juga mobil-mobil SUV (*sport utility vehicle*) yang juga menggunakan bodi *frame*. (Buntarto, 2015).

Kelebihan sasis tipe integral adalah :

1. Lebih sedikit *part* yang digunakan dan bobot lebih ringan.
2. Memiliki *centergravity* yang lebih rendah.
3. Memiliki ruang roda yang besar, sehingga pemilihan ban lebih variatif

Kekurangan sasis tipe integral adalah :

1. Sulit menyatukan komponen-komponen, sehingga sulit untuk diperbaiki.
2. Suara, getaran, dan kekerasan lebih terasa.
3. Tingkat ketahanan lebih rendah dibanding rangka tangga.



Gambar 2.3 Tipe integral (willycar.com).

c. Tipe Rangka Monokok (*Monoque*)

Tipe rangka *monoque* adalah tipe sasis yang merupakan satu kesatuan dengan bodi. Keunggulannya adalah *handling* dan bobot lebih ringan. Kelemahannya adalah lebih lemah dibanding tipe lain. Tipe ini banyak digunakan di sedan modern. Rangka tipe ini sudah tidak menggunakan sasis batang lagi. Melainkan menggabungkan setiap komponen bodi mobil sehingga dapat menopang mesin, kopling, transmisi, diferensial, dan lain-lain. (Buntarto, 2015)

Kelebihan tipe monokok adalah :

1. Memiliki bobot lebih ringan.
2. Memiliki bantingan yang lebih lembut.
3. *Ground clearance* mobil lebih rendah.

Kelemahan tipe monokok adalah :

1. Bila terjadi tabrakan akan sulit diperbaiki.
2. Pabrik mobil akan sulit melakukan perombakan karena harus merubah bentuk rangka juga.



Gambar 2.4 Tipe *monoque* (alfacell90.blogspot.co.id).

d. Alumunium *Space Frame*

Chassis alumunium *space frame* pertama kali dikembangkan oleh perusahaan mobil Audi bekerja sama dengan perusahaan alumunium Alcoa. Chassis jenis ini dibuat untuk menggantikan chassis baja monokok. Hal ini bertujuan untuk sebuah chassis mobil yang kuat namun ringan. Tipe ini mampu mereduksi beban 40% lebih ringan dibandingkan dengan tipe chassis monokok.

Kelebihan :

1. Lebih ringan dibandingkan sasis monokok.

2. Lebih kuat.
3. Anti karat (oksidasi).

Kekurangan :

1. Biaya operasional lebih mahal.
2. Lebih kaku (getas).
3. Kontruksi rumit.



Gambar 2.5 Tipe *aluminium space frame* (alfacell90.blogspot.co.id).

e. Tipe Tubular *Space Frame*

Tipe tubular space frame adalah chassis yang terdiri dari pipa yang dirangkai menjadi satu dan hampir menyerupai dari kontruksi kendaraan tersebut. Chassis ini biasanya banyak digunakan di dunia balap mobil. Jenis chassis ini dapat dilakukan penambahan dari segi penguat. Pada tubular space frame sangat penting untuk memastikan semua bidang diberi penguat.

Kelebihan :

1. Lebih kokoh dan solid dalam berbagai arah dibanding sasis monokok atau ladder frame di bobot yang sama.

Kekurangan :

1. Sangat rumit konstruksinya.
2. Biaya operasional mahal.
3. Akses masuk ke kabin sulit.



Gambar 2.6 Tipe *tubular space frame* (alfacell90.blogspot.co.id).

2.1.2 Bodi Kendaraan

Pelindung penumpang ataupun barang yang ada didalam kendaraan dari terpaan angin dan hujan dan panas matahari. Selain aspek keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi atau penumpang bodi kendaraan juga harus mempertimbangkan unsur aerodinamika dan seni. (Buntarto, 2015).

Macam-macam bagian dari konstruksi luar kendaraan adalah :

a. Bumper

Bumper terbagi menjadi dua, yaitu bumper depan dan bumper belakang. Fungsi dari bumper adalah sebagai pengaman pertama jika terjadi tabrakan atau benturan.

b. Fender

Fender adalah komponen mobil yang menutupi roda-roda. Mobil memiliki 4 buah fender pada masing-masing roda. Komponen ini berfungsi melindungi konstruksi suspensi dan melindungi kotoran dan lumpur

c. Kap Mesin

Merupakan bagian kendaraan yang menutupi komponen mesin, kap mesin dipasang di bodi utama menggunakan engsel. Konstruksi kap mesin terdiri dari lembaran plat yang didukung rangka penguat. Saat kap mesin ditutup, maka otomatis terkunci. Untuk membuka kunci dilakukan oleh pengemudi dengan menarik tuas yang ada di ruang kemudi.

d. Pintu

Terdapat berbagai macam tipe dan bentuk pintu kendaraan. Namun pada dasarnya, pintu dibuat dari dua panel utama yaitu panel luar dan

panel dalam. Kontruksi pintu terbuat dari plat baja. Pintu kendaraan memiliki kekuatan yan berasal dari panel dalam yang memiliki profil tekukan dan lekukan sehingga tepinya disatukan dengan panel luar dan menjadi satu kesatuan, maka kontruksi ini akan menjadi kuat.

e. Kaca

Kaca mobil merupakan komponen yang sangat penting bagi kendaraan, yang terdiri dari kaca depan, kaca belakang dan kaca samping. Kaca pada kendaraan harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Kaca harus jernih.
2. Tidak membiaskan cahaya yang dating.
3. Tahan terhadap tekanan udara yang kuat.
4. Apabila terjadi kecelakaan tidak membahayakan penumpang
5. Tahan terhadap temperatur yang ekstrim.

f. Atap Kendaraan

Atap kendaraan merupakan bagian bodi yang memiliki kontruksi paling sederhana dibandingkan yang lain. Atap dibuat dari bahan lembaran plat besi yang dilakukan pengerasan pada bagian tertentu dengan membuat alur agar kuat apabila menerima beban dari atas.

g. *Deck Lid*

Deck lid merupakan bodi kendaraan bagian belakang (bagasi). Komponen ini terdiri dari dua panel utama, yaitu panel luar dan panel dalam. Bagian luar memiliki bentuk sederhana, namun pada bagian dalam terdiri dari rangka penguat.

h. Pilar

Pilar merupakan penopang bagian tengah dan samping dari atap. Oleh karena itu, pilar haruslah kuat. Pilar juga berfungsi sebagai dudukan engsel pintu depan dan engsel pintu belakang.

i. *Grill*

Grill terletak di bagian depan kendaraan berfungsi sebagai pengarah udara untuk pendinginan mesin, serta sebagai penghias bodi kendaraan.

2.2 Tubular

2.2.1 Sejarah Tubular

Tubular merupakan tipe sasis yang pada pertengahan abad ke-20. Jenis mobil yang menggunakan tubular adalah tipe sport car asal italia yang penggunaannya bertujuan mengurangi bobot kendaraan. Perkembangan lebih lanjut tentang tubular adalah para desainer mobil balap yang menggunakan

sasis 3 dimensi dengan tubular yang membentuk kerangka (cage). Terdiri dari lusinan pipa yang dibentuk sedemikian rupa menyerupai konstruksi kendaraan yang bertujuan untuk melindungi pembalap apabila terjadi insiden kecelakaan. Di awal 1950-an, mobil balap Mercedes-Benz 300SLR adalah mobil balap pertama yang menggunakan tubular.

2.2.2 Definisi Tubular

Tubular adalah suatu konstruksi yang terdiri dari pipa yang dipasang pada *body* mobil dan didesain sedemikian rupa untuk melindungi *driver* pada saat terjadi kecelakaan. Agar apabila terjadi kecelakaan yang fatal, *driver* tidak akan terluka fatal karena terlindungi oleh tubular. Di samping itu, tubular juga berfungsi sebagai penyeimbang pada body mobil pada saat bermanuver atau pada saat kecepatan tinggi.

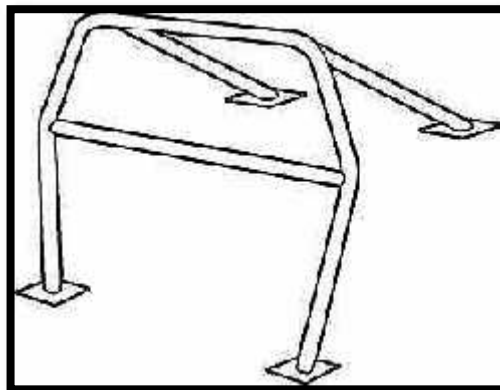
“A roll cage is a specially engineered and constructed frame built in (or sometimes around, in which case it is known as an exo cage) the passenger compartment of a vehicle to protect its occupants from being injured in an accident, particularly in the event of a roll-over.” (Wikipedia)

Tubular sendiri terbagi menjadi 2 macam yaitu, semi tubular dan full tubular. Pada kompetisi balap mobil saat ini, tubular adalah suatu peraturan wajib. Hampir semua kompetisi balap mewajibkan pemakaian tubular demi faktor keamanan, misalnya : *drift, speed offroad, nascar, offroad*, dll. Seperti yang telah ditegaskan oleh FIA (*Federation Internationale d' Automobile*) ataupun SCCA (*Sport Club of America*) yang menjadi acuan dalam ajang balap mobil.

2.2.3 Desain Tubular Spesifikasi *Speed Offroad*

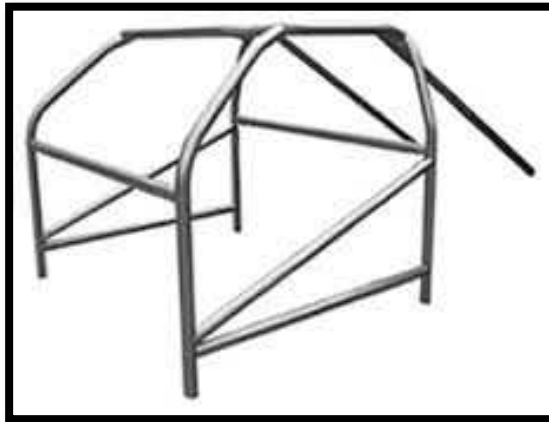
Untuk standar balap *speed offroad* kaki-kaki tubular minimum dipasang 4 titik pada mobil. Dan dapat lebih dari 4 titik, misalnya 6 titik, 8 titik, 10 titik, dan 12 titik. Semakin banyak titik yang digunakan maka semakin kuat tubular tersebut menahan gaya *impact* pada saat terjadi kecelakaan. Namun, semakin banyak titik yang dipasang pada mobil maka beban akan semakin bertambah.

a. Desain Tubular 4 Titik



Gambar 2.7 Desain tubular 4 titik (csisecurities.com).

b. Desain 6 titik



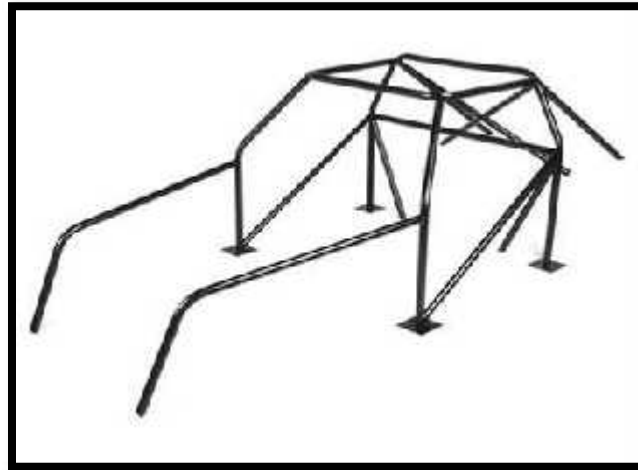
Gambar 2.8 Desain tubular 6 titik (rollcagecomponents.com).

c. Desain 8 Titik



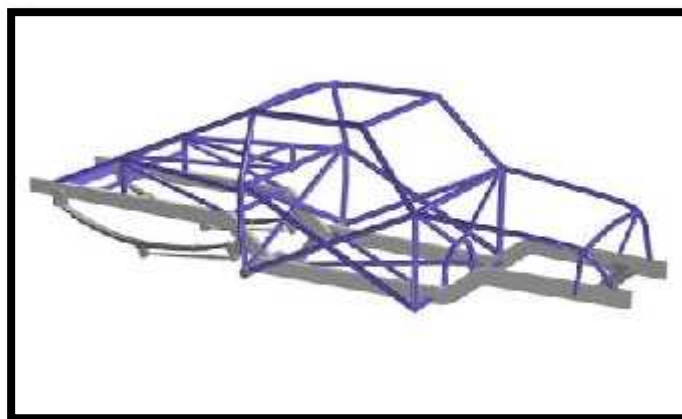
Gambar 2.9 Desain tubular 8 titik (jags.com).

d. Desain 10 titik



Gambar 2.10 Desain tubular 10 titik (Pinterest.com).

e. Desain 12 Titik



Gambar 2.11 Desain tubular 12 titik (dr.jeffbangkok.squarespace.com).

Safety golden rules (aturan utama tentang standar keamanan dalam dunia balap). Ada banyak desain yang digunakan di ajang balap sesuai peraturan pada balapan tersebut karena setiap ajang balapan berbeda pula aturan yang diterapkan. Seperti yang dijelaskan di Wikipedia:

“There are many different roll cage designs depending on the application, hence different racing organizations have differing specifications and regulations. They also help to stiffen the chassis, which is desirable in racing application.” (Wikipedia).

Untuk bahan pipanya, terdapat dua bahan yang sering dipakai dalam pembuatan tubular yaitu *seamless* Jerman dan *chromoly*. Bahan tersebut mempunyai ketentuan yang berbeda untuk ketebalan berdasarkan berat mobil. Untuk penempatan tubular dapat dibaut dengan *body* atau sasis mobil. Namun bisa juga dengan cara di las langsung pada sasis mobil.

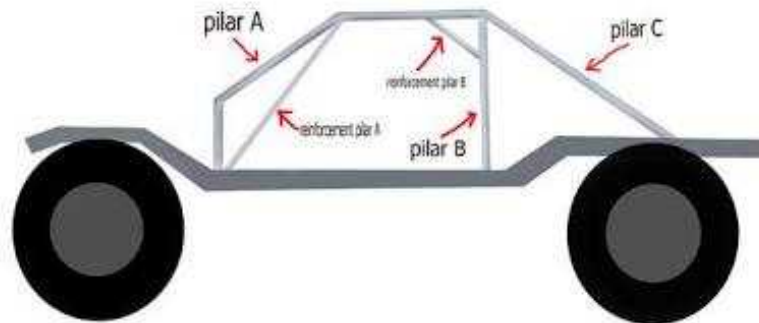
Pengelasan pada tubular pada *chassis* mobil banyak digunakan, selain lebih simpel dibandingkan dengan model *knock down* dengan cara dibaut, model ini diklaim lebih kuat. Pada pembuatan tubular sangat penting untuk memperhatikan keseimbangan dan kekuatan. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah memastikan agar tubular tidak fleksibel dengan cara menambahkan *triangulasi* sebagai fitur penting untuk menambah kekuatan, karena dianggap lebih kuat untuk menyerap beban dari berbagai arah.



Gambar 2.12 Desain tubular dengan triangulasi (*FastnLow.net*).

2.2.4 Struktur Tubular

Struktur paling sederhana untuk tubular adalah pilar dasar, yaitu pilar A, B dan C. Pilar A merupakan pilar yang paling depan, sedangkan pilar B berada di bagian tengah dan pilar C di bagian belakang. Kekuatan tubular merupakan persekutuan dari ketiganya. Besar kecilnya sudut tekukan pada pipa juga mempengaruhi kekuatan pada tubular tersebut.



Gambar 2.13 Struktur tubular 6 titik (*jip.NoRoadNoProblem*).

Konstruksi tubular paling ideal adalah tegak lurus terhadap tumpuannya. Namun kondisi ini tidak selalu berhasil untuk diaplikasikan. Ketersediaan ruang dan desain dapat menjadi hambatan. Apabila terdapat permasalahan kekuatan dengan desain yang diinginkan dapat juga memberikan *reinforcement*. Proses penyambungan antara pilar-pilar yang membentuk konstruksi tubular adalah dengan proses pengelasan.

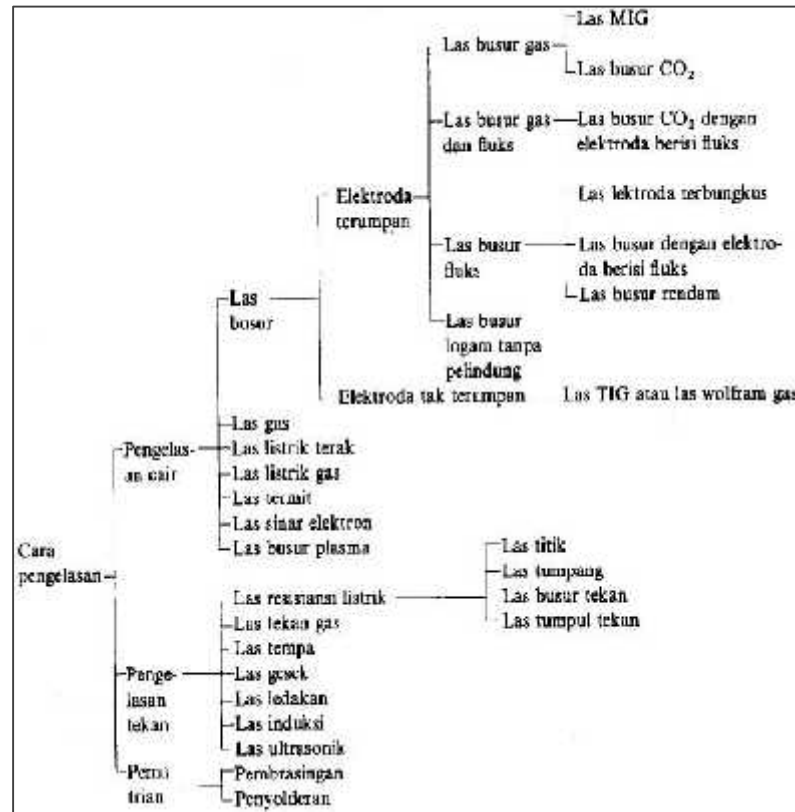
Tubular terdiri dari susunan rangka pipa yang dibentuk dengan cara disambung ataupun ditekuk. Sudut tekukan pipa pada tubular yaitu antara 0° - 90° sesuai dengan kebutuhan. Sudut tekukan pipa di atas 70° wajib untuk diberi reinforcement, hal itu dikarenakan semakin besar sudut tekukan pada pipa maka kekuatan dari pipa tersebut akan berkurang.

Reinforcement digunakan untuk menambah kekuatan pipa yang telah ditekuk agar apabila terkena beban, pipa tersebut tidak mudah patah.

2.3 Pengelasan

Pengelasan adalah penyambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Adapun definisi pengelasan menurut beberapa referensi yaitu :

- a. Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. (*Deutche Industri Normen*).
- b. Mengelas adalah menyambung dua logam atau logam paduan dengan cara memberikan panas baik diatas atau dibawah titik cair logam tersebut baik dengan atau tanpa tekanan serta di tambah atau tanpa logam pengisi. (Ir.Suharto, 1991).
- c. Pengelasan adalah suatu aktifitas menyambung dua bagian benda atau lebih dengan cara memanaskan atau menekan atau gabungan dari keduanya sedemikian rupa sehingga menyatu seperti benda utuh. Penyambungan bisa dengan atau tanpa bahan tambahan (filler metal) yang sama atau berbeda titik cair maupun strukturnya. (Alip, 1989).



Gambar 2.14 Klasifikasi cara pengelasan (Wiryo Sumarto, 2000).

2.3.3 Jenis-Jenis Pengelasan

Pengelasan cair dengan busur dan gas adalah beberapa jenis dari sekian banyak jenis dan klasifikasi cara pengelasan yang banyak digunakan saat ini. Adapun dari kedua jenis tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Las Busur Listrik

Las busur listrik adalah cara pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik sebagai sumber panas pencair logam. Klasifikasi las busur listrik yang digunakan hingga saat ini dalam proses pengelasan adalah las elektroda terbungkus.

Prinsip pengelasan las busur listrik adalah arus listrik yang cukup padat dan tegangan rendah bila dialirkan pada dua buah logam yang konduktif akan menghasilkan loncatan elektroda yang dapat menimbulkan panas yang sangat tinggi mencapai suhu 5000°C sehingga dapat mudah mencair kedua logam tersebut.

Proses pemindahan logam cair seperti dijelaskan diatas sangat mempengaruhi sifat maupun las dari logam, dapat dikatakan bahwa butiran logam cair yang halus mempunyai sifat mampu las yang baik. Sedangkan proses pemindahan cairan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan fluks yang digunakan. Selama proses pengelasan, fluks yang digunakan untuk membungkus elektroda sebagai zat pelindung sewaktu proses pengelasan juga ikut mencair. Tetapi karena berat jenisnya lebih ringan dari bahan logam yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung diatas cairan logam dan membentuk terak sebagai penghalang oksidasi. Dalam beberapa fluks

bahan tidak terbakar, tetapi berubah menjadi gas pelindung dari logam cair terhadap oksidasi (Wiryosumarto, 2000).

2. Busur Logam Gas (*Gas Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dimana sumber panas berasal dari busur listrik antara elektroda yang sekaligus berfungsi sebagai logam yang terumpan (*filler*) dan logam yang dilas. Las ini disebut juga *metal inert gas welding* (MIG) karena menggunakan gas mulia seperti argon dan helium sebagai pelindung busur dan logam cair. (Wiryosumarto, 2000).

3. Las Busur Rendam (*Submerged Arc Welding/SAW*)

Proses pengelasan dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dengan logam yang dilas. Elektroda terdiri dari kawat logam sebagai penghantar arus listrik ke busur dan sekaligus sebagai bahan pengisi (*filler*). Kawat ini dibungkus dengan bahan fluks. Biasanya dipakai arus listrik yang tinggi (10-500 A) dan potensial yang rendah (10-50 V). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak (*slag*) yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap udara sekitarnya. Fluks juga menghasilkan gas yang bisa melindungi butiran-butiran logam cair yang berasal dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan. (Wiryosumarto, 2000).

4. Las Busur Elektroda Terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*)

Proses pengelasan dimana panas dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dengan logam yang dilas. Elektroda terdiri dari kawat logam sebagai penghantar arus listrik ke busur dan sekaligus sebagai bahan pengisi (*filler*). Kawat ini dibungkus dengan bahan fluks. Biasanya dipakai arus listrik yang tinggi (10-500 A) dan potensial yang rendah (10-50 V). Selama pengelasan, fluks mencair dan membentuk terak (*slag*) yang berfungsi sebagai lapisan pelindung logam las terhadap udara sekitarnya. Fluks juga menghasilkan gas yang bisa melindungi butiran-butiran logam cair yang berasal dari ujung elektroda yang mencair dan jatuh ke tempat sambungan. (Wiryosumarto, 2000).

5. Las Oksi Asetilen (*Oxy Acetilene Welding*)

Las oksidasi asetilen adalah salah satu jenis pengelasan gas yang dilakukan dengan membakar bahan bakar gas dengan O₂ sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi. Bahan bakar yang biasa digunakan adalah gas asetilen, propan, atau hidrogen. Dari ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilen, maka dari itu pengelasan ini biasa disebut dengan las oksidasi asetilen. (Wiryosumarto, 2000).

6. Las Busur Tungsten Gas Mulia (*Gas Tungsten Arc Welding/GTAW*)

Proses pengelasan di mana sumber panas berasal dari loncatan busur listrik antara elektroda terbuat dari wolfram/tungsten dan logam yang dilas. Pada pengelasan ini logam induk (logam asal yang akan disambung dengan metode pengelasan biasanya disebut dengan istilah logam induk) tidak ikut terumpan (*non-consumable electrode*). Untuk melindungi elektroda dan daerah las digunakan gas mulia (argon atau helium). Sumber arus yang digunakan bisa AC (arus bolak-balik) maupun DC (arus searah). (Wiryosumarto, 2000).

7. Las Listrik Terak (*Electroslag Welding*)

Proses pengelasan di mana energi panas untuk melelehkan logam dasar (*base metal*) dan logam pengisi (*filler*) berasal dari terak yang berfungsi sebagai tahanan listrik ketika terak tersebut dialiri arus listrik. Pada awal pengelasan, fluks dipanasi oleh busur listrik yang mengenai dasar sambungannya. Kemudian logam las terbentuk pada arah vertikal sebagai hasil dari campuran antara bagian sisi dari logam induk dengan logam pengisi (*filler*) cair. Proses pencampuran ini berlangsung sepanjang alur sambungan las yang dibatasi oleh pelat yang didinginkan dengan air. (Wiryosumarto, 2000).

8. Las *Metal Inert Gas* (MIG)

Dalam las logam gas mulia, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Skema dari alat las ini ditunjukkan dalam Gambar 1. Gas pelindung yang digunakan adalah gas argon, helium atau campuran dari keduanya. Untuk memantapkan busur kadang-kadang ditambahkan gas O₂ (oksigen) antara 2 sampai 5%, atau CO (karbondioksida), antara 5 sampai 20%. Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis. Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung. (Wirjosumarto, 2000).

2.3.4 Posisi Pengelasan

Posisi atau sikap pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengealasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi pengelasan terdiri dari posisi pengelasan di bawah tangan (*down handposition*), posisi pengelasan mendatar (*horizontal position*), posisi

pengelasan tegak (*vertical position*), dan posisi pengelasan di atas kepala (*over head position*). (Bintoro,2000).

1. Posisi Pengelasan di Bawah Tangan (*Down Hand Position*)

Posisi pengelasan ini merupakan posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan agak miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja.

2. Posisi Pengelasan Mendatar (*Horizontal Position*)

Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/*horizontal*. Pada posisi pengelasan ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah *horizontal*.

3. Posisi Pengelasan Tegak (*Vertical Position*)

Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada *horizontal position* pada *vertical position*, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik atau turun. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah vertikal.

4. Posisi Pengelasan di Atas Kepala (*Over Head Position*)

Benda kerja terletak di atas kepala *welder*, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator atau *welder*. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan posisi-posisi pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja. Misalnya pengelasan atap gudang bagian dalam.

Posisi pengelasan di bawah tangan (*down hand position*) memungkinkan penetrasi dan cairan logam tidak keluar dari kampuh las serta kecepatan pengelasan yang lebih besar dibanding lainnya. Pada *horizontal position*, cairan logam cenderung jatuh ke bawah, oleh karena itu busur (*arc*) dibuat sependek mungkin. Demikian pula untuk *vertical* dan *over head position*.

Penimbunan logam las pada pengelasan busur nyala terjadi akibat medan *electromagnetic* bukan akibat gravitasi, pengelasan tidak harus dilakukan pada *down hand position* ataupun *horizontal position* (Bintoro, 2000).