

# Perencanaan Jalur Sepeda Dalam Penerapan Sistem Transportasi Berkelanjutan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Bicycle Path Planning with the Bike Line Concept in the Implementation of Sustainable Transportation Systems at Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

**Muhamad Anapi Hafiz, Muchlisin**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Dalam kegiatan aktivitas sehari-hari kita tidak lepas dari transportasi sebagai moda perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain. Tetapi dampak dari transportasi banyak sekali yang terjadi di lingkungan kita mulai dari kemacetan yang bisa menyebabkan kecelakaan dan polusi udara dari gas buang kendaraan sendiri yang bisa menyebabkan penyakit bagi masyarakat yang ada di lingkungan sekitar. Untuk mengatasi masalah transportasi yang terjadi maka perlu adanya transportasi berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan demi mengurangi kondisi yang terjadi. Salah satu transportasi berkelanjutan yang efektif untuk diterapkan di lingkungan kampus adalah sepeda. Dengan bersepeda akan mengurangi tingkat kemacetan dan akan mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh emisi gas buang kendaraan. Penelitian ini membahas dan merancang jalur sepeda di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Manfaat dari penelitian ini bisa menjadi pertimbangan dan referensi untuk menerapkan jalur sepeda di lingkungan kampus UMY. Pemilihan rute sepeda pada penelitian ini dengan mengambil sampel kuisioner dari mahasiswa, dosen, dan staff di lingkungan kampus. Selain itu pembobotan multi kriteria yang didalamnya terdiri dari nilai tingkat pelayanan ruas jalan dan emisi yang terjadi pada ruas jalan UMY. Dari hasil kuisioner yang terdiri dari 100 responden didapatkan 80 responden memilih rute mengikuti jalan UMY dan 18 responden memilih rute Gerbang utama-kompa-gedung kembar-belakang gedung f3-lapangan futsal-student center-gerbang utama. Sedangkan 2 responden tidak memilih. Dan untuk pelayanan jalan didapatkan nilai rata-rata kategori B dengan tingkat pelayanan bagus. Dan untuk emisi kendaraan terdapat paling tinggi pada ruas jalan 1. Yang berarti semakin besar volume kendaraan maka emisi polutan yang dihasilkan akan semakin meningkat.

Kata-kata kunci: Jalur sepeda, *bike line*, kinerja ruas jalan, emisi gas buang, pencemaran udara

**Abstract.** Daily activities, we cannot be separated from transportation as a mode of transfer from one place to another. But a lot of the impact of transportation is happening in our environment. Starting from congestion that can cause accidents and air pollution from vehicle exhaust gas itself that can cause disease for people in the surrounding environment. To overcome the transportation problems that occur, it is necessary to have sustainable transportation that is more environmentally friendly in order to reduce the conditions that occur. One of the most effective sustainable transportation to be implemented in campus is bicycle. By cycling will reduce the level of congestion and will reduce air pollution caused by vehicle exhaust emissions. This study discusses and designs bicycle lanes at Muhammadiyah University of Yogyakarta. The benefits of this research can be a consideration and reference for implementing bicycle lanes in the UMY campus environment. The selection of bicycle routes in this study by taking sample questionnaires from students, lecturers, and staff in the campus environment. Besides multi-criteria weighting which consists of the value of the level of road services and emissions that occur on the UMY road segment. From the results of the questionnaire consisting of 100 respondents, 80 respondents chose the route to follow the path of UMY and 18 respondents chose the main gate route - the twin-rear buildings of the f3-futsal field-student center-main gate. While 2 respondents did not vote. And for road services, the average B value is obtained with good service levels. And for vehicle emissions there is the highest on road 1. Which means that the greater the volume of vehicles, the pollutant emissions produced will increase.

Keywords: Bike lanes, bike lines, road performance, exhaust emissions, air pollution

## 1. Pendahuluan

Banyak sekali permasalahan sehari-hari yang terjadi di sektor transportasi mulai dari kemacetan, kecelakaan dan polusi udara. Sudah banyak upaya yang telah dilakukan demi mengurangi dampak negatif dari transportasi. Salah satunya adalah penerapan program transportasi berkelanjutan dan berwawasan lingkungan yaitu pengembangan transportasi massal dan pengembangan teknologi kendaraan yang lebih ramah lingkungan. Program tersebut merupakan langkah awal demi menangani permasalahan yang ada. Dengan menerapkan transportasi berkelanjutan akan menciptakan sistem transportasi yang aman, nyaman dan efisien salah satunya dengan menyediakan fasilitas bersepeda (Rusmandani.2015).

Tersedianya lintas dan area parkir sepeda merupakan hal penting yang dapat mendukung aktivitas bersepeda. Fasilitas sepeda seperti jalur sepeda, rambu lalu lintas menurut (Rahmawati,2014) Pesepeda mempunyai hak keamanan dan keselamatan sama seperti pengguna lalu lintas lainnya.

Sistem transportasi di Kota Semarang sudah terencana dengan baik dalam Rancangan Awal Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Semarang 2016-2021. Perencanaan terkait sistem transportasi yang ada telah mampu menjawab permasalahan-permasalahan terkait transportasi yang ada di Kota Semarang. Selain itu, konsep transportasi berkelanjutan secara teoritik juga telah diterapkan dalam rencana yang dirumuskan didalam RPJMD (Hidayati dan Febriharjati.2016).

Transportasi berkelanjutan merupakan salah satu faktor kunci dalam kesehatan masyarakat, karena pilihan moda transportasi mempengaruhi kualitas lingkungan dengan mengurangi ketergantungan pada transportasi yang mengeluarkan gas emisi seperti mobil dan motor. Semakin berkurangnya jumlah kendaraan bermotor di jalanan maka akan semakin berkurang juga tingkat polusi dan efek rumah kaca pada lingkungan. Dengan demikian berdampak pada kualitas udara, desain lingkungan dan kehidupan masyarakat disekitar dan akan mengurangi tingkat kecelakaan yang terjadi di jalanan. (Mundorf dkk., 2018).



Gambar 1 Posisi ruas jalan

Hal terpenting moda transportasi yang paling berkelanjutan adalah dampak kesehatan termasuk aktivitas fisik, mengingat banyak krisis kesehatan yang terkena dampak dari emisi transportasi. Peningkatan aktivitas fisik dapat mencegah tingkat obesitas, diabetes, penyakit jantung, beberapa kanker, dan beberapa masalah kesehatan mental dan kognitif lainnya (Pollard, 2002).

Dalam studi ini, terdapat 2 analisis pendukung untuk menjadi faktor pendukung dalam pemilihan rute jalur sepeda. Analisis pertama yaitu analisis tentang kinerja ruas jalan yang terdiri dari 4 ruas jalan yang ada di lingkungan kampus UMY. Dan analisis kedua yaitu analisis tentang emisi gas buang yang disebabkan oleh kendaraan yang berada pada setiap ruas jalan di lingkungan kampus UMY. Gambar posisi ruas jalan bisa dilihat pada gambar 1.

## 2. Konsep Transportasi Berkelanjutan

Transportasi merupakan perpindahan manusia atau barang dari tempat asal ke tempat tujuan menggunakan sarana transportasi yang dikenal dengan kendaraan (Munawar, 2005). Rukmana,dkk (2017) menjelaskan Transportasi tidak hanya digunakan untuk memindahkan orang dari tempat tinggalnya ke tempat aktivitasnya tetapi juga memindahkan barang dari tempat produksi ke tempat yang dibutuhkan.

Seperti konsep berkelanjutan pada umumnya, transportasi berkelanjutan juga menggunakan konsep tiga kata kunci yaitu ekonomi, social dan lingkungan. AASHTO (2009) menjelaskan dalam Transportation and Sustainability jika perubahan menjadi transportasi berkelanjutan itu tidak dapat dicapai dengan mudah dan cepat semuanya pasti membutuhkan waktu untuk pergerakan menuju perubahan. Untuk mencapai transportasi yang berkelanjutan harus menggunakan kerangka Triple Bottom Line adalah sebagai berikut :

1. Ekonomi – Dukungan vitalitas ekonomi sambil mengembangkan infrastruktur dengan biaya yang hemat. Biaya infrastruktur harus berada dalam kemampuan masyarakat dan kemauan untuk membayar.

2. Sosial – Dalam memenuhi setiap kebutuhan sosial dengan membuat transportasi aksesibel, aman, dan nyaman, termasuk penyediaan pilihan mobilitas bagi semua masyarakat dari semua kalangan (termasuk orang dengan ekonomi rendah), dan mengembangkan infrastruktur yang merupakan aset bagi masyarakat.
3. Lingkungan – Dalam membuat solusi yang kompatibel dengan lingkungan alam agar kondisi lingkungan alam tetap terjaga dari semua polusi dengan cara , mengurangi emisi dan polusi dari system transportasi dan mengurangi sumber daya material yang diperlukan untuk mendukung transportasi.

Sementara Word Bank (1996) dalam (Nathan dan Reddy, 2011) Mengkonsepkan transportasi berkelanjutan dalam tiga dimensi yaitu :

1. Keberlanjutan ekonomi transportasi memastikan kemampuan terus mendukung kebutuhan transportasi dengan solusi biaya efektif dan kompetitif.
2. Keberlanjutan social, membahas kebutuhan transportasi bagi kalangan menengah ke bawah dan menegaskan pemerataan manfaat transportasi oleh semua lapisan masyarakat.
3. Keberlanjutan lingkungan, berkaitan dengan transportasi yang mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan dengan demikian menghasilkan peningkatan terbesar mungkin dalam kualitas umum kehidupan.

Word Bank juga menjelaskan strategi untuk transportasi berkelanjutan yang terdiri dari :

- a. kategori perubahan transportasi,
- b. perbaikan jalan
- c. manajemen permintaan seperti pada

Dari strategi yang dijelaskan oleh Word Bank pada kategori perubahan teknologi kendaraan/bahan bakar terdapat perbaikan efisiensi kendaraan dan bersepeda merupakan transportasi kendaraan yang sangat efisien dan ramah lingkungan yang cocok dengan strategi yang dijelaskan oleh word bank .

Tabel 1 Strategi Transportasi Berkelanjutan Menurut World Bank  
(Nathan,S.K.,Reddy,B.S.2011).

| No | Perubahan teknologi kendaraan/bahan bakar | Perbaikan jalan/kendaraan    | Manajemen permintaan             |
|----|-------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1  | Perbaikan efisiensi kendaraan             | Pengaturan arus lalu lintas  | Penggantian moda transportasi    |
| 2  | Teknologi kendaraan baru                  | Sistem transportasi cerdas   | Penggantian telekomunikasi       |
| 3  | Bahan bakar baru                          | Pelatihan berkendara         | Strategi guna lahan transportasi |
| 4  |                                           | Perbaikan manajemen logistik |                                  |

### 3. Gerakan Transportasi Berkelanjutan di Dunia

Kampanye transportasi berkelanjutan dalam beberapa tahun belakangan sangat meningkat drastis, hal ini dikarenakan dampak yang besar disebabkan oleh dampak transportasi itu sendiri mulai dari polusi udara, kemacetan lalu lintas hingga kecelakaan yang menyebabkan banyak nyawa. Rojas (2016) menjelaskan dalam jurnalnya bahwa dalam bidang transportasi kendaraan bermotor bertanggung jawab atas 70% pencemaran lingkungan di kota-kota eropa. Berbagai organisasi internasional seperti United Nasional Environmental Program PBB, European Environmental Agency and the United States Environmental Protection Agency telah mengusulkan kebijakan transportasi berkelanjutan secara global untuk mendorong transportasi tidak bermotor (berjalan kaki dan bersepeda) dan angkutan umum di kota-kota demi mengurangi sebagian masalah lingkungan dan kesehatan dan akan berdampak besar terhadap keberlangsungan makhluk hidup lainnya.

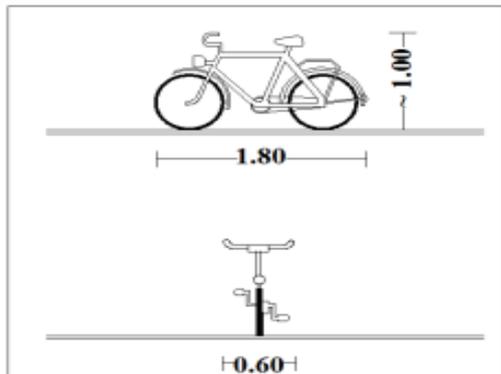
Polusi udara juga telah diklasifikasikan sebagai salah satu dari sepuluh faktor resiko utama penyakit diseluruh dunia. Waqas (2018) juga menjelaskan transportasi perkotaan di Tiongkok adalah masalah serius, yang merupakan penyebab masalah lingkungan dan kesehatan. Biro manajemen lalu lintas mengeluarkan laporan yang menunjukkan transformasi dari sepeda dan sepeda motor ke mobil, yang terdiri dari 61% memiliki mobil karena kepemilikan kendaraan pribadi telah mencapai 279 juta. Pada tahun 2016 tingkat kepemilikan mobil di Tiongkok 172 juta,

karena tingginya tingkat kepemilikan mobil maka masalah yang paling menonjol adalah kemacetan lalu lintas dan masalah parkir. Pemerintah Tiongkok telah mengambil langkah untuk mengatasi masalah ini dengan mempromosikan transportasi berkelanjutan dengan bantuan sektor swasta, seperti transportasi ramah lingkungan, memberikan subsidi untuk mobil listrik, layanan sepeda publik dari pemerintah dan layanan dari sector swasta yang telah beroperasi seperti OFO dan Mobike. Langkah inisiatif ini dilakukan untuk membantu pencemaran lingkungan dan mempromosikan transportasi berkelanjutan di warga Tiongkok. Wang dan Yang (2018) menjelaskan bahwa salah satu program kampanye transportasi berkelanjutan yang telah ditetapkan oleh pemerintah china adalah perpindahan moda dari kendaraan pribadi ke kendaraan umum dalam penelitiannya wang menjelaskan dampak pergeseran moda angkutan darat ke angkutan umum kereta api tidak hanya berhasil mengurangi konsentrasi PM2.5 di suatu provinsi, tetapi juga telah mengurangi juga pada provinsi tetangga. Jika program ini diterapkan oleh beberapa negara lainnya maka perubahan lingkungan secara global akan terjadi dan akan mengurangi efek rumah kaca yang semakin meningkat selama beberapa dekade.

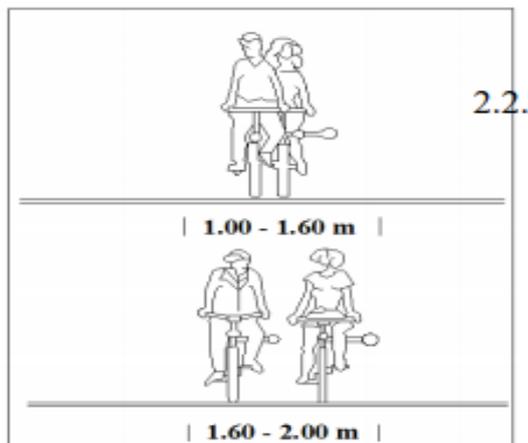
### 4. Jalur Sepeda

Menurut Khisty (2006), jalan sepeda merupakan lintasan yang diberi marka baik itu di bahu ataupun di badan jalan dan diperuntukan bagi pengguna sepeda. Menurut Erns (2002) (dalam Janarko, 2014) Jalan-jalan untuk sepeda yang terletak pada badan jalan atau berdampingan dengan jalan seharusnya

lebar pada perluasan berjalur satu minimal 1,00 m, pada perluasan berjalur dua 2,00 m (minimal 1,60 m). Ruang lalu lintas untuk pergerakan sepeda sebaiknya mempunyai lebar 1,00 m dan tingginya 2,25 m untuk setiap jalur kendaraan agar pengendara merasa nyaman saat berkendara tanpa adanya gangguan dari lalu lintas lainnya. Sehingga akan menjadi daya tarik tersendiri bagi pengguna sepeda.



Gambar 2 Ukuran dasar untuk pengendara sepeda



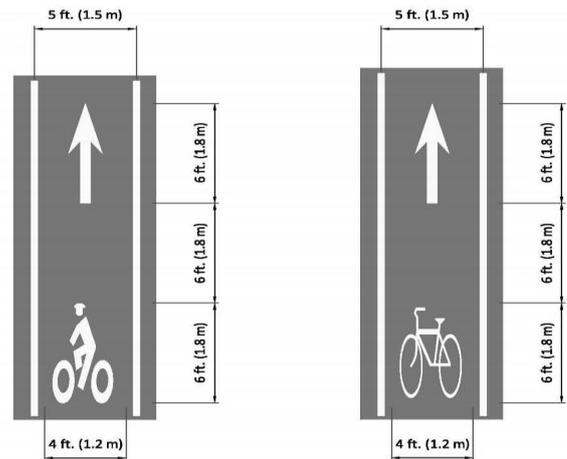
Gambar 3 Ukuran dasar untuk lalu lintas sepeda (Janarko, 2014.)

Janarko (2014) menjelaskan dalam penelitiannya ada beberapa pendekatan dalam penentuan jalur sepeda :

1. Jalur khusus sepeda adalah jalur khusus lalu lintas untuk sepeda yang dipisah secara fhisik dari jalur lalu lintas kendaraan bermotor dengan pagar pembatas atau pengaman dan ditempatkan secara terpisah dari jalan raya.
2. Jalur sepeda sebagai bagian dari jalur lalu lintas yang hanya dipisah oleh marga jalan

atau warna jalan yang berbeda untuk sebagai pembatas.

Dalam perancangan jalur sepeda harus memperhatikan ukuran dan dimensi dari marka jalur sepeda seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Desain dan lebar lajur sepeda (AASHTO, 2010)

## 5. Tipe Jalur Sepeda

Pada prinsipnya tipe jalur sepeda harus didesain seefektif mungkin yang dapat menghubungkan asal dan tujuan perjalanan dengan melewati halangan yang ada. Pemilihan untuk jalur transportasi harus diperhatikan begitu juga dengan jalur sepeda agar tidak terjadi kecelakaan saat berkendara. Dalam riset yang pernah dilakukan oleh Afolabi dll. (2017) menjelaskan bahwa salah satu penyebab kecelakaan yang sering terjadi di pada saat berkendara adalah kondisi jalan yang tidak stabil serta tingkat kemacetan yang tinggi.

Jalur sepeda harus berupa jaringan untuk memastikan bahwa pengendara sepeda bisa mengakses semua tujuan dengan aman.

Ada 3 jenis jalur sepeda yang tertuang dalam (Direktorat Jendral Bina Marga, 1992).

- a. Lajur sepeda (*Bike Path*) adalah lajur terpisah dari jalan raya.
- b. Lajur sepeda (*Bike Line*) yaitu lajur sepeda yang terletak pada badan jalan dan ditandai dengan marka sebagai pembatas
- c. Lajur sepeda (*Bike Route*) adalah jalan yang digunakan dan didesain bersamaan dengan lajur sepeda motor tanpa pembatas marka jalan.

Sedangkan dalam penelitian Gusnita (2010), tipe jalur sepeda ada 5 tipe yaitu:

- Bike paths and trails*, yaitu jalur sepeda yang terpisah dari jalan raya, dan biasanya jalur untuk tipe ini satu wilayah atau digabung dengan jalur pedestrian sehingga jalur tersebut mempunyai dua fungsi berupa jalur sepeda dan jalur pedestrian.
- Bike Lanes*, yaitu lajur sepeda yang difungsikan pada badan jalan raya dan hanya diberi marka jalan sebagai pembatas antara jalan sepeda dan jalan kendaraan bermotor. Biasanya jalan ini ditemukan pada jalan satu arah, arteri dan kolektor primer.
- Bike Routes*, yaitu jalur sepeda dengan kecepatan lalu lintas pada jalan dibawah 40 km/jam dan volume kendaraan berada dibawah 3000 kendaraan perharinya.
- Other roadway improvements*, yaitu jalur sepeda yang biasanya terletak di pedesaan.
- Destination facilities*, yaitu fasilitas jalur sepeda yang hanya di khususnya pembangunannya untuk kegiatan pribadi ataupun instansi.

## 6. Fasilitas Jalur Sepeda

Jalur sepeda juga harus mempunyai fasilitas yang mendukung agar pengguna sepeda nyaman dalam berkendara, fasilitas jalur sepeda dapat berupa marka, rambu, dan krab sebagai pembatas untuk jalur sepeda agar pengendara bisa tahu wilayah jalur masing-masing, menurut Khisty (2006), rancangan lajur sepeda adalah lajur yang terdapat di jalan khusus yang digunakan oleh sepeda. Lajur ini dipisahkan dari lalu lintas kendaraan bermotor dengan cara pembatasan yang pasti seperti pemarkaan keras terhadap jalan.

Ada beberapa fasilitas jalur sepeda yang diperlukan agar pengendara sepeda merasa nyaman dan aman. Fasilitas jalur sepeda seperti berikut :

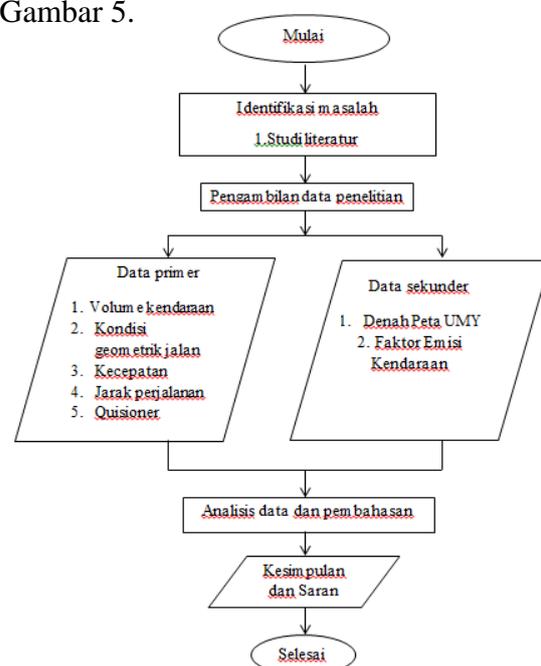
- Marka jalur sepeda  
Marka jalur sepeda harus ada dalam perencanaan jalur sepeda agar pengendara sepeda tahu batas-batas area bersepeda.
- Rambu lalu lintas sepeda  
Rambu lalu lintas sepeda berfungsi untuk mengetahui arah dan keterangan area jalur sepeda sehingga pengendara sepeda tidak kebingungan saat berkendara.
- Shelter sepeda

Shelter sepeda menjadi tempat untuk sepeda parkir. Shelter sepeda juga terdiri berbagai macam sesuai dengan kondisi di lingkungan area jalur sepeda.

## 7. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Jl.Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi survei dilakukan pada persimpangan untuk mendapatkan data disetiap ruas jalan yang ada di UMY. Pada analisis kinerja ruas jalan menggunakan data survei yang dilakukan pada hari senin. Dan pada analisis emisi gas buang kendaraan menggunakan data pada hari senin dan hari sabtu agar mendapatkan data sedekat mungkin dengan kondisi lapangan. Survei dilakukan selama 6 jam dalam satu hari dan mendapatkan nilai jam puncak kendaraan pada pukul 12.00-13.00 untuk hari senin dan hari sabtu.

Data yang diperlukan pada penelitian ini ada data primer dan data sekunder. Data primer berupa data hasil dari survei seperti volume kendaraan, geometrik jalan, jarak perjalanan dan kuisioner. Sedangkan data sekunder berupa denah peta UMY dan faktor emisi kendaraan dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no 12 2010 tentang polusi udara dari kendaraan dan industri. Bagan alir dari penelitian ini bisa dilihat seperti pada Gambar 5.

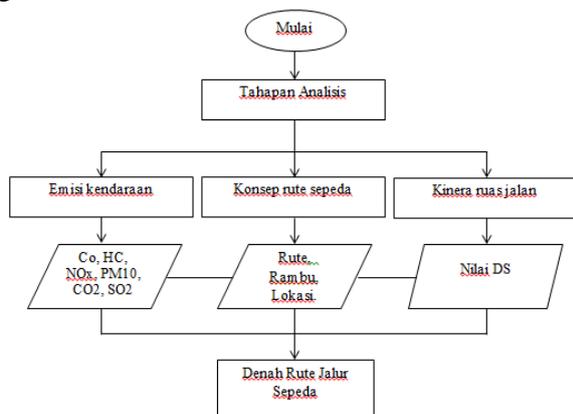


Gambar 5 Bagan Alir ( Flowchart) penelitian

Tabel 2 Karakteristik Tingkat Pelayanan Jalan

| Tingkat Pelayanan | Karakteristik                                                                                                                                         | Batas Lingkup (V/C) |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| A                 | Kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan                                           | 0,00-0,19           |
| B                 | Kondisi arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas.<br>Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan                  | 0,20-0,44           |
| C                 | Kondisi arus stabil, tetapi kecepatan operasi dan gerak kendaraan dipengaruhi besar volume lalu lintas.<br>Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan | 0,45-0,74           |
| D                 | Kondisi arus lalu lintas tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan V/C masih dapat ditolerir                                                         | 0,75-0,84           |
| E                 | Volume lalu lintas mendekati/berada pada kapasitas arus tidak stabil dan kecepatan kadang berhenti                                                    | 0,85-1,00           |
| F                 | Kondisi arus lalu lintas dipaksakan atau arus macet, kecepatan rendah, arus lalu lintas rendah.                                                       | 1,00                |

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan analisis untuk mendapatkan hasil yang rencanakan. Ada tiga tahapan analisis utama yang dilakukan pada penelitian ini, tahapan analisis berupa perhitungan emisi, perhitungan kinerja ruas jalan dan konsep. Untuk lebih jelas bisa dilihat pada bagan alir seperti pada gambar 6.



Gambar 6 Bagan Alir ( Flowchart ) Tahapan Analisis

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas jalan pada perkotaan dalam MKJI :

$$C = Co \times FCw \times FCsf \times FCcs$$

Dimana :

C = Kapasitas ( smp/jam )

Co = Kapasitas dasar ( smp/jam )

FCw = Faktor penyesuaian lebar jalan

FCsp = Faktor penyesuaian pembagian arah

FCsf =Faktor penyesuaian hambatan samping dan kreb

FCcs = Faktor ukuran kota

Dan untuk menghitung nilai derajat kejenuhan menggunakan rumus :

$$Ds = Q/C$$

Ds = derajat kejenuhan

Q = Volume jam puncak ( smp/jam )

C = Kapasitas (smp/jam)

Dalam analisis kinerja ruas jalan, untuk penetapan pelayanan jalan menggunakan karakteristik tingkat pelayanan jalan yang didapat pada buku Abubakar,1995 seperti pada Tabel 2.

Dalam melakukan analisis emisi gas buang kendaraan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \text{Volume kendaraan} \times \text{VKT} \times \text{FE} \times 10^{-6}$$

Dimana :

E : Beban Emisi ( ton/tahun )

V.Kend:Jumlah kendaraan (kendaraan pertahun )

VKT :Total panjang perjalanan yang dilewati

Fe : Faktor emisi ( g/km/kend )

Faktor emisi dari kementerian lingkungan hidup bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Faktor Emisi Kendaraan Indonesia

| Kendaraan | Faktor Emisi Kendaraan Indonesia |            |             |              |                    |             |
|-----------|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------------|-------------|
|           | CO<br>g/km                       | HC<br>g/km | Nox<br>g/km | PM10<br>g/km | CO2<br>g/kg<br>BBM | SO2<br>g/km |
| Sepeda M  | 14                               | 5.9        | 0.29        | 0.24         | 3180               | 0.008       |
| Mobil P   | 40                               | 4          | 2           | 0.01         | 3180               | 0.026       |

Tabel 4 Beban Emisi Kendaraan Pertahun

|                 |              | Faktor Emisi Kendaraan Indonesia |                   |                    |                     |                    |                    |
|-----------------|--------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Jenis Kendaraan | Ruas Jalan   | CO<br>(ton/tahun)                | HC<br>(ton/tahun) | Nox<br>(ton/tahun) | PM10<br>(ton/tahun) | CO2<br>(ton/tahun) | SO2<br>(ton/tahun) |
| Sepeda Motor    | Ruas Jalan 1 | 26.9674                          | 11.3648           | 0.5586             | 0.4623              | 43.4908            | 0.0154             |
|                 | Ruas Jalan 2 | 22.2482                          | 9.3760            | 0.2819             | 0.3814              | 38.0025            | 0.0127             |
|                 | Ruas Jalan 3 | 16.3328                          | 6.8831            | 0.3383             | 0.2800              | 33.5406            | 0.0093             |
|                 | Ruas Jalan 4 | 3.5689                           | 1.5040            | 0.0739             | 0.0612              | 4.0533             | 0.0020             |
| Mobil Penumpang | Ruas Jalan 1 | 5.7587                           | 0.5759            | 0.2879             | 0.0014              | 15.6578            | 0.0037             |
|                 | Ruas Jalan 2 | 4.6147                           | 0.4615            | 0.2307             | 0.0012              | 13.2440            | 0.0030             |
|                 | Ruas Jalan 3 | 4.5308                           | 0.4531            | 0.2265             | 0.0011              | 15.6038            | 0.0029             |
|                 | Ruas Jalan 4 | 2.9877                           | 0.2988            | 0.1494             | 0.0007              | 5.7006             | 0.0019             |

## 8. Hasil dan Pembahasan

### Analisis Kinerja Ruas Jalan

Analisis dilakukan pada 4 ruas jalan untuk mendapatkan nilai kapasitas (Smp/Jam) dan derajat kejenuhan didapatkan nilai LOS rata-rata kategori B seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Tabel Tingak Pelayanan Tiap Ruas Jalan

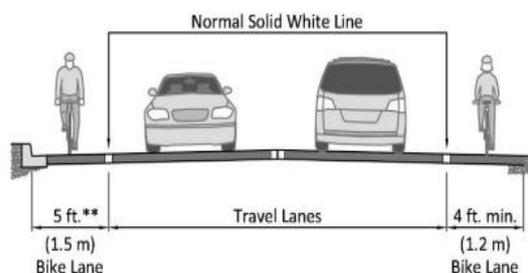
| Ruas Jalan   | Volume<br>(Q) | Kapasitas<br>(C) | Derajat<br>Kejenuhan<br>(DS) | LOS |
|--------------|---------------|------------------|------------------------------|-----|
|              | Smp/Jam       | Smp/Jam          |                              |     |
| Ruas jalan 1 | 753,2         | 2040             | 0,37                         | B   |
| Ruas jalan 2 | 640,6         | 2402             | 0,27                         | B   |
| Ruas jalan 3 | 404,8         | 2454             | 0,16                         | A   |
| Ruas jalan 4 | 224,6         | 2402             | 0,1                          | A   |
| Rata-rata    |               |                  | 0,23                         | B   |

### Analisis Bebas Emisi Kendaraan

Analisis beban emisi kendaraan menggunakan data dari volume kendaraan pada hari senin dan sabtu. Perhitungan anslisis emisi kendaraan akan di konversi menjadi satu tahun. Analisis beban emisi kendaraan menggunakan peraturan menteri Lingkungan Hidup No 12 tahun 2010. Analisis di lakukan pada setiap ruas jalan yang di batasi oleh penulis

### Konsep Jalur Sepeda

Jalur sepeda yang rencanakan adalah jalur sepeda *bike line*. Jalur sepeda ini hanya diberi pembatas marka sebagai tanda batas. Jalur sepeda *bike line* bisa dilihat di Gambar 6.

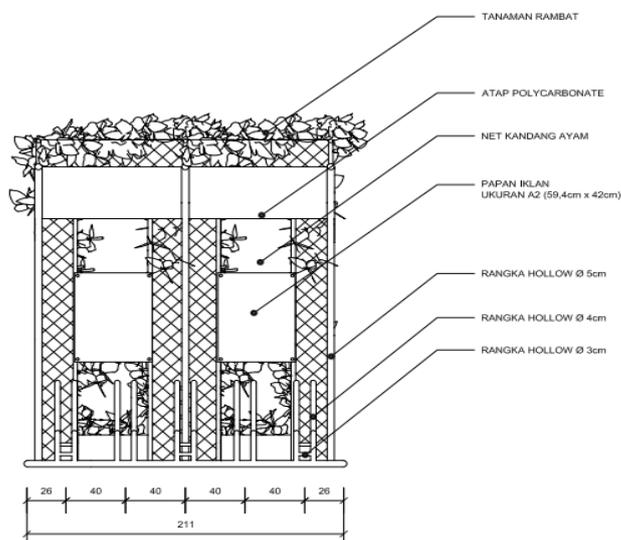


Gambar 6 Jalur sepeda dengan konsep *bike line*

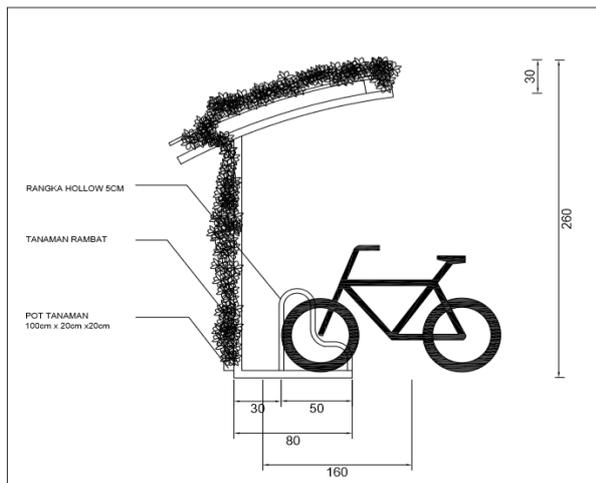
### Konsep Shelter Jalur Sepeda

*Shelter* sepeda mempunyai bentuk yang berbeda-beda, setiap bentuk *shelter* jalur sepeda mempunyai kelemahan dan kelebihan tersendiri.

Konsep yang dirancang penulis untuk shelter jalur sepeda di UMY adalah konsep seperti rak sepeda. Tempat parkir sepeda harus diperhatikan mulai dari posisi letak, hingga bentuk tempat parkir sepeda yang akan digunakan. seperti pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7 Detail Tampak Depan



Gambar 8 Detail Tampak Samping

Selain gambar detail penulis merancang gambar shelter dengan 3D agar lebih jelas dalam memahami rancangan shelter jalur sepeda yang akan di rencanakan. Shelter dengan tampak 3D bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Gambar Ilustrasi Tampak 3D



Gambar 10 Gambar Ilustrasi 3D Tampak Depan

### Perencanaan Rute Jalur Sepeda

Pemilihan rute jalur sepeda harus disesuaikan dengan karakteristik perjalanan demi memaksimalkan fungsi jalur sepeda tersebut. Pilihan atas karakteristik perjalanan juga ditentukan oleh variasi atribut ruang, baik bentuk maupun fungsinya. Dalam penelitian ini terdapat 2 rute jalur sepeda dari hasil kuisisioner bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Responden Tentang Rute Jalur Sepeda

|       | Trase Jalur Sepeda                                                                                              | F  | Valid % | Comulative Percent |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|--------------------|
| Valid | Gerbang utama-KOPMA-Gedung kembar-Belakang gedung F3-Lapangan futsal-Lapangan bola-Student center-Gerbang utama | 18 | 18.4    | 18.4               |
|       | Mengikuti rute jalan UMY                                                                                        | 80 | 81.6    | 100                |
| Total |                                                                                                                 | 98 | 98      |                    |

Dari Tabel 6 terdapat 80% responden memilih rute sepeda dengan mengikuti rute jalan UMY , 18% mengikuti rute dari Gerbang utama-Kompa-Gedung kembar-Belakang gedung f3-Lapangan futsal-Lapangan bola-Student center- Gerbang utama. Dan 25 tidak memilih sama sekali. Tapi dalam penentuan rute jalur sepeda ada beberapa multi kriteria yang harus diperhatikan seperti berikut :

1. Kriteria Keselamatan/*Safety*
2. Kenyamanan/*Comfort*
3. Daya Tarik/*Attractiveness*
4. Kinerja Ruas Jalan
5. Emisi Gas Buang Kendaraan

### Penentuan Lokasi Shelter Jalur Sepeda

Lokasi shelter untuk sepeda harus diperhatikan agar minat mahasiswa untuk berpindah moda transportasi semakin meningkat. Lokasi shelter yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa akan menjadi daya tarik tersendiri untuk bersepeda. Berdasarkan dari hasil kuisisioner yang terdiri dari 100 responden yang terdiri dari mahasiswa, dosen dan staff di lingkungan kampus. didapatkan data seperti pada Tabel 7



Gambar 10 Denah Sepeda Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Tabel 7. Lokasi Shelter Hasil Responden

| Penempatan Shelter             |     |               |                    |
|--------------------------------|-----|---------------|--------------------|
| Lokasi                         | F   | Valid Percent | Cumulative Percent |
| Per zona (selatan/utara)       | 25  | 25.0          | 25.0               |
| Valid er lokasi parkir         | 68  | 68.0          | 93.0               |
| ka ada pendapat lain, sebutkan | 7   | 7.0           | 100.0              |
| Total                          | 100 | 100.0         |                    |

Pada penentuan lokasi shelter ada beberapa faktor yang harus terpenuhi demi mendukung terciptanya jalur sepeda yang efektif, sehingga bisa meningkatkan daya tarik dan minat bagi pengguna sepeda. Faktor pemilihan lokasi shelter sepeda harus diperhatikan adalah :

- 1) Bangkitan perjalanan
- 2) Area shelter
- 3) Koneksi antar shelter
- 4) Jarak shelter dengan titik berhenti
- 5) Titik pemberhentian

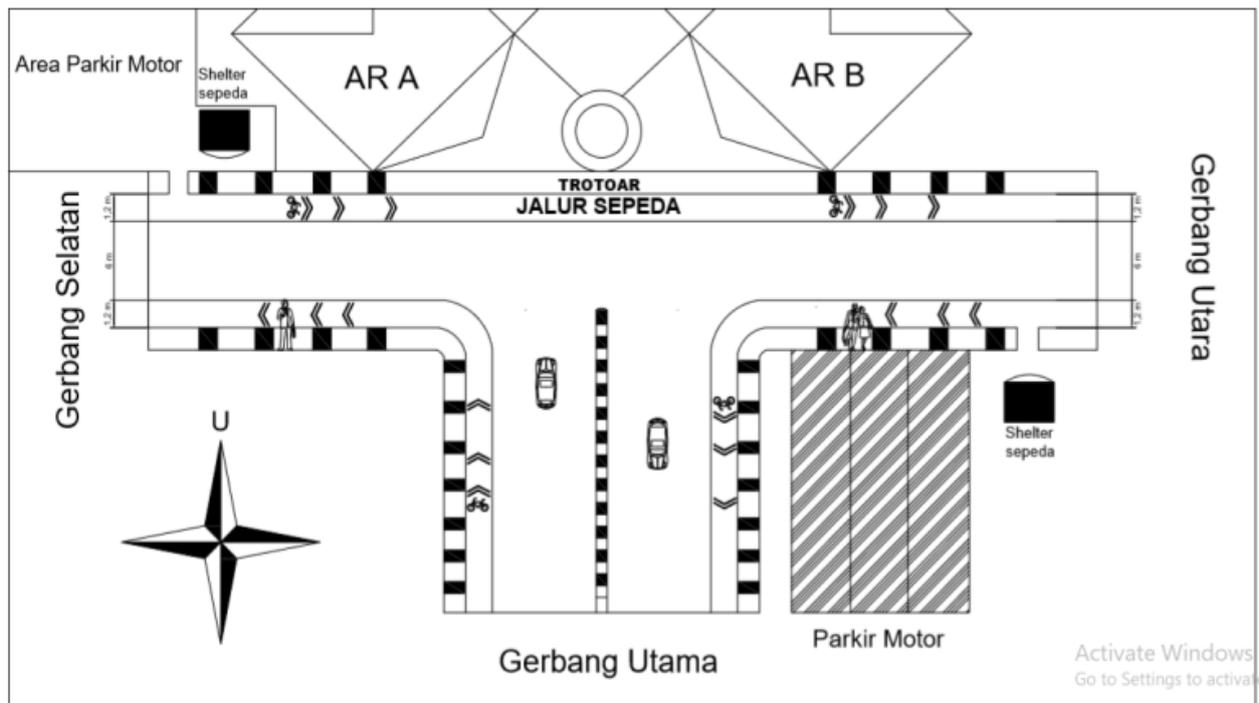
Setelah didapatkan rute, arah dan lokasi titik shelter maka dapat di digambarkan berupa denah seperti pada Gambar 10.

Dari denah rute sepeda bisa di ambil sampel untuk melihat lebih jelas tampak atas dari rute sepeda itu sendiri. Sampel tampak atas dari rute sepeda berada pada titik shelter no 1 dan no 2 seperti pada Gambar 11.

## 9. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis data yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan di bawah ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini menganalisis kinerja ruas jalan dan emisi pada setiap ruas jalan yang ada di UMY. Sehingga bisa menjadi faktor acuan untuk menerapkan kampanye bersepeda pada lingkungan UMY.
2. Sepeda dapat dijadikan alternatif di dalam kampus UMY untuk mendukung program Green Campus.
3. Keterbatasan Lahan dapat diatasi dengan solusi penerapan jalur sepeda dengan konsep bike line pada UMY
4. Dari analisis kinerja ruas jalan didapatkan tingkat pelayanan pada ruas jalan 1 dengan LOS B, pada ruas jalan 2 dengan LOS B, pada ruas jalan 3 dengan LOS A dan pada ruas jalan 4 dengan LOS A.



Gambar 11 Detail Tampak Atas Jalur Sepeda

5. Dari analisis emisi kendaraan didapatkan tingkat emisi terbesar terjadi pada ruas jalan 1. Jadi semakin besar volume kendaraan maka emisi polutan pencemar udara yang dihasilkan akan semakin meningkat dan akan mempengaruhi tingkat pencemaran udara yang terjadi di lingkungan UMY.

## 10. Daftar Pustaka

- AASHTO, *AASHTO Guide For Design of Pavement Structural*, Washington DC: AASHTO, 2009
- AASHTO, *AASHTO Guide For Design of Pavement Structural*, Washington DC: AASHTO, 2010
- Afolabi, O. J., Hassan, A. M., dan Age, L. O., 2017. Behavioral pattern of commercial public transport passengers in Lagos metropolis, *Sustainable Development of Transport and Logistics*, 2(1), 40-50
- Gusnita, Dessy., 2010. Transportasi Ramah Lingkungan dan Kontribusinya Dalam Mengurangi Polusi Udara, *Transportation*, 11 (2), 66-71
- Hidayati, I. Y., dan Febriharjati, Sri., 2016. Pengembangan Transportasi Berkelanjutan di Kota Semarang, *Transportation*, 10 (1), 43-56
- Janarko, D. D., 2014, *Kajian Prasarana Transportasi Internal Jalur Barat Universitas Negeri Semarang*, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Kawengian, E., Jansen, F., dan Rompis, S.Y.R., 2017. Model Pemilihan Moda Transportasi Angkutan Dalam Provinsi, *Stated Preference* 5(3), 133-142
- Khisty, Jotin, C., dan B. Kent Lall. 2006. *Dasar – dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta : Erlangga.
- Program Rute Aman Selamat Sekolah di Kota Kediri Provinsi Jawa Timur, *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 18(3), 219-230
- Munawar, Ahmad., 2005., *Dasar-Dasar Teknik Transportasi*, Yogyakarta: Beta Offset
- Mundorf, N., Redding, C.A., dan Bao, S., 2018. Sustainable Transportation and Health, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4),124-137
- Nathan, H.S.K. & Reddy, B.S. 2011, Urban Transport Sustainability Indicators Application of Multi-view Black-box (MVBB) Framework, *Sustainability*, 1, 22-30.

- Pollard, O, A., 2002, Start Growth and Sustainable Transportation, *Transportation Law Commons*, 29, 5-42
- Rahmawati, D., 2014, *Rencana Fasilitas Sepeda Kota Yogyakarta*, Tugas Akhir, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Rojas, David dll., 2016. Health Impacts of Active Transportation in Europe, *Transportation*, 1 (1), 1-14
- Rukmana, S.N et all. 2017, Konsep Penataan Transportasi (studi kasus : Terminal Purabaya, Surabaya-Sidoarjo), *Transportation*, vol 15 (2), 28-35
- Rusmandani, P., Arifin, M,Z., dan Wicaksono, A., 2015. Perencanaan Implementasi lajur sepeda dikota tegal, *Sustainable Transportasi*, 9 (1), 64-73
- Wang Yang., dan Yang Dong., 2018. Impacts of Freight Transport on PM2.5 Concentrations in China: A Spatial Dynamic Panel Analysis, *Sustainability*, 1 (1), 1-16
- Waqas, M., Dong, Q., Ahmad, N., Zhu, Y., dan Nadeem, M., 2018. Understanding Acceptability towards Sustainable Transportation Behavior, A Case Study of China, *Sustainability*, 02.14-29.
- Zhou Yaduan., Zhaou Yu., Mao Pau., Zhang Qiang., Zhang Jie., Qiu Liping., dan Yang Yang., 2017. Development of a high-resolution emission inventory and its evaluation and application through air quality modeling for Jiangsu Province, China, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17, 211-233