

PERENCANAAN JALAN DENGAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) PADA JALAN RAWA INDAH KOTA SANGATTA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Heri Sutanto¹⁾

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung No.9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75119
email: ulfynurlaila.unl@gmail.com, dekan@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi darat dan memiliki peranan penting dalam kehidupan diantaranya memperlancar arus distribusi barang dan jasa, sebagai akses penghubung antar daerah satu dengan daerah yang lain serta dapat meningkatkan perekonomian dan taraf hidup masyarakat. Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi. Sistem jaringan jalan baru menjadi kebutuhan yang tidak dapat terelakkan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang semakin pesat dan tingkat kebutuhan yang semakin tinggi, sehingga harus segera disediakan layanan transportasi yang berkualitas dan berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan data proyek pada Jalan Rawa Indah Kota Sangatta Provinsi Kalimantan Timur.

Perencanaan jalan untuk geometrik jalan dan tebal perkerasan jalan menggunakan metode bina marga. Pada geometrik jalan perhitungan dimulai dari mencari jenis tikungan dan jenis lengkung. Pada tebal perkerasan jalan dimulai dari menentukan medan jalan hingga hasil desain tebal perkerasan kaku.

Dari hasil analisis Jalan Rawa Indah Kota Sangatta Provinsi Kalimantan Timur panjang jalan 7,3 km termasuk dalam jalan kolektor, kelas jalan IIIA dan medan jalan datar, kecepatan rencana 60 km/jam, lebar jalan 6 m, lebar bahu jalan 1,5 m. Pada Perencanaan Geometrik didapatkan Alinyemen Horizontal dengan 12 tikungan Spiral-Spiral, 6 tikungan Spiral-Circle-Spiral dan pada Alinyemen Vertikal terdapat 8 lengkung cekung dan 5 lengkung cembung. Pada Tebal Perkerasan menggunakan Perkerasan Kaku dengan Perkerasan beton semen 285 mm, Lapis Pondasi beton kurus 150 mm, Lapis Pondasi Agregat A 150 mm dengan tanah *dasar asli*.

Kata Kunci: *Geometrik Jalan, Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal, Tebal Perkerasan, Galian dan Timbunan*

1. PENDAHULUAN

Jalan sebagai salah satu transportasi darat dan memiliki peranan penting dalam kehidupan diantaranya memperlancar arus distribusi barang dan jasa, sebagai akses penghubung antar daerah yang satu dengan daerah yang lain serta dapat meningkatkan perekonomian dan taraf hidup masyarakat. Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi.

Kabupaten Kutai Timur adalah salah satu kabupaten di Kalimantan Timur yang memiliki luas wilayah 35.747 km² dan jumlah penduduk sebanyak 333.591 jiwa (Badan Pusat Statistik 2016). Jalan merupakan salah satu syarat penting dalam pembangunan suatu daerah khususnya dalam pembangunan daerah Kabupaten Kutai Timur sebagai penunjang sektor pertanian dan perkebunan di daerah tersebut yang diharapkan agar dapat memajukan pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya

kebutuhan sarana transportasi yang ada di daerah tersebut.

Pembukaan perkebunan kelapa sawit terus meluas dengan meningkatnya permintaan minyak nabati. Minyak sawit digunakan sebagai bahan baku minyak makan margarin, sabun dan kosmetika. Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu komoditi ekspor yang besar di Indonesia. Dalam program pembangunan pemukiman dan pengolahan kelapa sawit perlu dibangun jaringan jalan. Kebutuhan akses jalan yang baik menjadi salah satu syarat utama dalam mendapatkan produktivitas hasil panen yang tinggi tetapi banyaknya produksi pertanian ini tidak diimbangi dengan pembangunan infrastruktur yang memadai. Salah satunya yaitu jalan yang digunakan sebagai sarana transportasi pengangkutan hasil-hasil perkebunan yang ada di daerah tersebut.

Sistem jaringan jalan baru menjadi kebutuhan yang tidak dapat terelakkan dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk yang semakin pesat dan tingkat kebutuhan yang semakin tinggi sehingga

harus segera disediakannya layanan transportasi yang berkualitas dan berkelanjutan. Perencanaan jalan terdiri dari dua bagian yaitu perencanaan geometrik dan perencanaan perkerasan jalan. Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsinya untuk memberikan pelayanan optimum. Sedangkan perencanaan perkerasan jalan merupakan aspek yang tidak kalah pentingnya dalam perencanaan jalan untuk memastikan kenyamanan jalan saat dilewati dan seberapa lama jalan mampu menampung beban lalu lintas.

Perencanaan jalan juga diharapkan dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana, oleh karena itu perlu adanya perencanaan perkerasan struktur jalan yang baik karena adanya perencanaan perkerasan struktur yang baik diharapkan konstruksi perkerasan jalan mampu memikul beban kendaraan yang melintas tanpa menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian akan memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan. Berdasarkan uraian tersebut maka penyusun melakukan analisis Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan pada Jalan Rawa Indah Kota Sangatta Provinsi Kalimantan Timur.

2. KAJIAN PUSTAKA

Jalan

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi penting sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah suatu keharusan. Selain dapat menjamin kenyamanan pengguna jalan, perkerasan yang baik juga diharapkan dapat memberikan rasa aman dalam mengemudi.

Klasifikasi Jalan

Jalan raya umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan. Klasifikasi jalan terdiri dari beberapa kriteria antara lain:

Perencanaan Geometrik Jalan

Perencanaan geometrik jalan adalah perencanaan *route* dari suatu ruas jalan secara lengkap, meliputi beberapa elemen yang disesuaikan dengan kelengkapan data dasar yang ada atau tersedia dari hasil survey lapangan dan telah dianalisis, serta mengacu pada ketentuan yang berlaku.

Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang dimensi dan radius putarnya digunakan sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.

Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Satuan mobil penumpang (SMP) adalah satuan kendaraan dalam hal kapasitas jalan, di mana mobil penumpang ditetapkan memiliki satu SMP.

Volume Lalu Lintas Rencana

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas untuk satu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam, menit). Satuan volume lalu lintas yang umumnya dipergunakan sebagai penentu jumlah dan lebar lajur ialah lalu lintas harian rata-rata (LHR), volume jam rencana (VJR) dan kapasitas.

Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

$$= \frac{\text{Jumlah Lalu Lintas pengamatan}}{\text{lamanya pengamatan (hari)}}$$

Volume Lalu Lintas Harian Rata-rata (VLHR) adalah perkiraan volume lalu lintas harian pada akhir tahun rencana lalu lintas dinyatakan dalam satuan SMP/hari.

Volume Jam Rencana (VJR) adalah perkiraan volume lalu lintas pada jam sibuk tahun rencana lalu lintas, dinyatakan dalam SMP/jam, dihitung dengan rumus:

$$VJR = VLHR \times \frac{K}{F}$$

Keterangan:

K = Faktor volume lalu lintas jam sibuk

F = Faktor variasi tingkat lalu lintas

Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan.

Tabel 1. Kecepatan Rencana

Fungsi	Kecepatan Rencana VR km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70–120	60 - 80	40 – 70
Kolektor	60–90	50 - 60	30 – 50
Lokal	40–70	30 - 50	20 – 30

Bagian-bagian Jalan

Bagian-bagian jalan antara lain terdiri dari lajur dan bahu jalan.

Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak yang diperlukan oleh seorang pengemudi pada saat mengemudi sedemikian sehingga jika pengemudi melihat sesuatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Ada dua jarak pandang yaitu

jarak pandang henti (J_h) dan jarak pandang mendahului (J_d).

Rumus Jarak pandang henti (J_h):

$$J_h = \frac{V_R}{3,6} \times T + \frac{\left(\frac{V_R}{3,6}\right)^2}{2 \times g \times f}$$

Keterangan:

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

T = Waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik

g = Percepatan gravitasi, ditetapkan 9,8 m/det²

f = Koefisien gesek (0,35-0,55)

Rumus Jarak pandang mendahului (J_d):

$$J_d = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Keterangan:

d_1 = Jarak yang ditempuh kendaraan selama waktu tanggap (m)

d_2 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)

d_3 = Jarak antara kendaraan yang mendahului yang datang dari arah berlawanan setelah berlawanan setelah proses mendahului (m)

d_4 = Jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan yang besarnya diambil sama dengan $2/3 d_2$ (m).

Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan).

Jari-jari Minimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil.

Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah lengkung yang disisipkan di antara bagian lurus jalan.

Full Circle (FC)

Full Circle (FC) adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran saja. Tikungan FC hanya digunakan untuk R (jari-jari tikungan) yang besar agar tidak terjadi patahan, karena dengan jari-jari kecil maka diperlukan *superelevasi* yang besar.

Rumus Full Circle (FC):

$$Tc = Rc \times \tan \frac{1}{2} \Delta$$

$$Ec = Tc \times \tan \frac{1}{4} \Delta$$

$$Lc = \frac{\Delta \times 2\pi Rc}{360^\circ}$$

Keterangan :

Δ = Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

Tc = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT

Rc = Jari-jari lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Ec = Jarak luar dari PI ke busur lingkaran

Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Spiral circle spiral ini dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran.

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimal di lengkung peralihan

$$L_s = \frac{V_R}{3,6} T$$

2. Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = 0,022 \frac{V_R^3}{Rc \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C}$$

3. Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal

$$L_s = \frac{(e_m - e_n) VR}{3,6 re}$$

4. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s = m (0,02 + e \text{ maks}) \times 3,5$$

Keterangan :

T = Waktu tempuh = 3 detik

V_R = Kecepatan rencana (km/jam)

Rc = Jari-jari busur lingkaran (m)

C = Perubahan kecepatan (0,4m/det²)

e = Superelevasi

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal

m = Besarnya landai relatif maksimum yang dipengaruhi oleh kecepatan pengemudi

r_e = Tingkat pencapaian perubahan kelandaian melintang jalan

Rumus yang digunakan:

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times Rc^2} \right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times Rc}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \Theta_s)$$

$$\Theta_s = \frac{90}{\pi} \times \frac{L_s}{Rc}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 Rc^2} - Rc \sin \Theta_s$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \times \pi \times Rc$$

$$L_{total} = Lc + 2 \times Ls$$

Keterangan :

- Xs = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)
 Ys = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung
 Ls = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST)
 Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)
 Ts = Panjang tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST
 TS = Titik dari tangen ke spiral
 SC = Titik dari spiral ke lingkaran
 ES = Jarak dari PI ke busur lingkaran
 θ_s = Sudut lengkung spiral
 Rc = Jari-jari lingkaran
 p = Pergeseran tangen terhadap spiral
 k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Jika diperoleh $Lc > 25$ m dan $p > 0,25$ m, maka digunakan lengkung S-C-S.

Jika $Lc < 25$ m dan $p > 0,25$ m, maka digunakan lengkung S-S.

Spiral-Spiral (S-S)

Spiral spiral adalah jenis lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.

1. Berdasarkan waktu tempuh maksimal di lengkung peralihan

$$Ls = \frac{V_R}{3,6} T$$

2. Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal

$$Ls = 0,022 \frac{V_R^3}{Rc \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C}$$

3. Berdasarkanantisipasi gaya sentrifugal

$$Ls = \frac{(e_m - e_n) VR}{3,6 re}$$

4. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$Ls = m (0,02 + e \text{ maks}) \times 3,5$$

Keterangan :

- T = Waktu tempuh = 3 detik
 V_R = Kecepatan rencana (km/jam)
 Rc = Jari-jari busur lingkaran (m)
 C = Perubahan kecepatan (0,4m/det²)
 e = Superelevasi

e_m = Superelevasi maksimum

e_n = Superelevasi normal

m = Besarnya landai relatif maksimum yang dipengaruhi oleh kecepatan pengemudi

r_e = Tingkat pencapaian perubal kelandaian melintang jalan (2.24)

Rumus yang digunakan:

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times Rc^2} \right)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times Rc}$$

$$p = \frac{Ls^2}{6 \times Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 Rc^2} - Rc \sin \theta_s$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc$$

Keterangan :

- Xs = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)
 Ys = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung
 Ls = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST)
 Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)
 Ts = Panjang tangen dari titik P1 ke titik TS atau ke titik ST
 TS = Titik dari tangen ke spiral
 SC = Titik dari spiral ke lingkaran
 ES = Jarak dari PI ke busur lingkaran
 θ_s = Sudut lengkung spiral
 Rc = Jari-jari lingkaran
 p = Pergeseran tangen terhadap spiral
 k = Absis dari p pada garis tangen spiral

Jika diperoleh $Lc < 25$ m dan $p > 0,25$ m, maka digunakan lengkung S-S.

Pelebaran di Tikungan

Pelebaran perkerasan atau jalur lalu lintas di tikungan, dilakukan untuk mempertahankan kendaraan tetap pada lintasannya (lajurnya) .

Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah perpotongan bidang vertikal dengan bidang permukaan perkerasan jalan

melalui sumbu jalan. Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal.

Kelandaian

Untuk menghitung dan merencanakan lengkung vertikal, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu Karakteristik kendaraan pada kelandaian, Kelandaian maksimum, dan Kelandaian minimum.

Lengkung Vertikal

Pergantian dari suatu kelandaian ke kelandaian yang lain dilakukan dengan mempergunakan lengkung vertikal. Lengkung vertikal tersebut direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi keamanan, kenyamanan, dan drainase.

Lengkung vertikal terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung vertikal cembung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan. Rumus lengkung vertikal cembung:

$$g = \frac{h}{L}$$

$$A = g_2 - g_1$$

$$X_i = \frac{1}{2} \times L_v$$

$$Y_i = \frac{A \times X_i^2}{200 \times L_v}$$

$$E_v = \frac{A \times L_v}{800}$$

Keterangan:

g = Kelandaian tangen (%)

h = Beda tinggi

L = Panjang (m)

A = Perbedaan kelandaian (%)

g₁ = Kelandaian tangen (%)

g₂ = Kelandaian tangen (%)

X_i = Jarak horizontal titik I, dihitung dari PLV ke titik I secara horizontal

Y_i = Pergeseran vertikal titik I, dihitung dari titik pada tangen/kelandaian ke titik i pada lengkung secara vertikal

L_v = Panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV – PTV

E_v = Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

L_v = Panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV – PTV

A = Perbedaan kelandaian (%)

2. Lengkung Vertikal Cekung

Lengkung vertikal cekung adalah suatu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan. Rumus lengkung vertikal cekung:

$$g = \frac{h}{L}$$

$$A = g_2 - g_1$$

$$X_i = \frac{1}{2} \times L_v$$

$$Y_i = \frac{A \times X_i^2}{200 \times L_v}$$

$$E_v = \frac{A \times L_v}{800}$$

Keterangan:

g = Kelandaian tangen (%)

h = Beda tinggi

L = Panjang (m)

A = Perbedaan kelandaian (%)

g₁ = Kelandaian tangen (%)

g₂ = Kelandaian tangen (%)

X_i = Jarak horizontal titik I, dihitung dari PLV ke titik I secara horizontal

Y_i = Pergeseran vertikal titik I, dihitung dari titik pada tangen/kelandaian ke titik i pada lengkung secara vertikal

L_v = Panjang lengkung vertikal parabola yang merupakan jarak PLV-PTV

E_v = Pergeseran vertikal dari titik PPV ke bagian lengkung

L_v = Panjang lengkung vertikal parabola, yang merupakan jarak proyeksi dari titik PLV – PTV

A = Perbedaan kelandaian (%)

Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan

Perencanaan perkerasan merupakan aspek yang tidak kalah pentingnya dalam perencanaan jalan guna memastikan kenyamanan jalan saat dilewati dan seberapa lama jalan mampu menampung beban lalu lintas.

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan jalan beton semen *portlandata* lebih sering disebut perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), terdiri dari pelat beton semen dan lapisan pondasi diatas tanah dasar.

Umur Rencana

Umur rencana jalan adalah jangka waktu sejak jalan dibuka hingga saat diperlukan perbaikan berat atau telah dianggap perlu untuk memberi lapisan perkerasan baru.

Lalu Lintas Harian Rata-rata

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan.

Vehicle Damage Factor (VDF)

Vehicle Damage Factor (VDF) merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan ditambah dengan beban overload,

Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Beban desain pada lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana.

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid.

Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana.

Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Penentuan Struktur Perkerasan

Ketentuan desain untuk bagan solusi yaitu perkerasan dengan sambungan dan *dowel* serta *tied shoulder*, dengan atau tanpa tulangan distribusi retak.

Bahu Jalan

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen.

Rincian Desain Perkerasan Kaku

Langkah selanjutnya yaitu menyatakan rincian desain meliputi desain dimensi pelat, penulangan pelat, ketentuan sambungan dan sebagainya.

Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang paling atas, di atasnya diletakkan lapisan dengan lapisan yang lebih baik.

Pondasi Bawah

Lapis pondasi ini terletak diantara tanah dasar dan pelat beton. Pada umumnya fungsi lapisan ini

tidak terlalu struktural. Lapis pondasi pada perkerasan kaku mempunyai fungsi utama sebagai lantai kerja yang rata, disamping fungsi lain yaitu mengendalikan kembang dan susut tanah dasar, mencegah instruksi dan pemompaan pada sambungan retakan dan tepi-tepi pelat, memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.

Ruji (*Dowel*)

Dowel berupa batang baja tulangan polos yang digunakan sebagai sarana penyambung atau pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. *Dowel* berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser.

Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Tie Bar adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. *Tie Bar* juga bisa disebut sambungan memanjang.

3. METODE PENELITIAN

Tahap Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data proyek. Setelah itu dilakukan pengolahan dan analisis data. Dari hasil analisis tersebut kemudian disusun kesimpulan dan saran.

1. Studi Literatur

Mengumpulkan dan menganalisis sumber pustaka yang ada kaitannya dengan tema penulisan tugas akhir, baik melalui buku-buku, makalah-makalah hasil seminar, jurnal karya tulis lainnya maupun bahan-bahan yang didapatkan dari bangku kuliah serta melakukan survey di lapangan dalam skala kecil sebelum pengumpulan data untuk memudahkan pelaksanaan di lapangan.

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang diperlukan ada dua macam, yaitu:

1. Data Primer

Data Primer adalah data yang didapat dari hasil survey lapangan yaitu melakukan survey di lapangan. Data primer yang diperoleh adalah Data Lalu Lintas Harian rata-rata (LHR).

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari berbagai sumber. Data sekunder yang diperoleh antara lain:

- a. Data Topografi
- b. Data CBR Tanah Dasar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Topografi

Topografi mencatat berbagai ketinggian suatu daerah yang terdiri dari garis kontur. Topografi menggambarkan ciri-ciri fisik bumi biasanya mencakup formasi alam seperti bumi, biasanya mencakup formasi alam seperti gunung, sungai, danau dan lembah.

Tabel 2. Data Topografi

No	East	North	Elevation
1	593956.467	101723.474	80.000
2	593925.572	101636.934	72.000
3	593888.027	101551.316	67.000
4	593859.994	101489.103	63.000
5	593832.184	101403.121	59.000
6	593818.000	101313.000	54.000
7	593781.893	101225.913	49.000

Data California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah perbandingan antara beban penetrasi lapisan tanah perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

Tabel 3. Data CBR

No	STA	CBR
1	0 + 000	6.29
2	0 + 150	6.21
3	0 + 300	6.24
4	0 + 450	6.25
5	0 + 600	7.47
6	0 + 750	7.58
7	0 + 900	7.67
8	1 + 050	9.24
9	1 + 200	9.40
10	1 + 350	7.81

Kelas Medan Jalan

Untuk menentukan jenis medan dalam perencanaan jalan raya, perlu diketahui jenis kelandaian memanjang dan melintang dengan. Untuk kelandaian memanjang dihitung setiap 100 meter dan untuk kelandaian melintang dihitung setiap 3 meter dari as jalan ke samping kanan dan kiri. Dari data klasifikasi medan kelandaian memanjang pada didapatkan hasil Medan Datar 58 titik, Medan Perbukitan 17 titik. Pada data klasifikasi kelandaian melintang didapatkan hasil Medan Datar 45 titik, Medan Perbukitan 30 titik. Di mana dari data tersebut maka ditentukan Medan Jalan yaitu Datar.

Dimensi Kendaraan Rencana

Pada dimensi kendaraan rencana digunakan Kendaraan Sedang dengan dimensi kendaraan tinggi 4,1 m, lebar 2,6 m dan panjang 12,1 m.

Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintas satu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam, menit).

1. Untuk menghitung Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dapat digunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \frac{\text{Jumlah Lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan (hari)}} \\ &= \frac{12420}{7} \\ &= 1774 \text{ kendaraan/hari} \end{aligned}$$

Dari nilai LHR di atas kemudian dilanjutkan dengan mengolah data lalu lintas harian menjadi satuan smp/hari dengan menggunakan nilai emp. Didapatkan nilai rata-rata sebesar 2027 smp/hari, dengan nilai VLHR tersebut, diketahui nilai Faktor K = 12 dan Faktor F = 0,8. Maka nilai VJR yaitu:

$$\begin{aligned} \text{VJR} &= \text{VLHR} \times \frac{F}{K} \\ &= 2027 \times \frac{0,8}{12} \\ &= 135 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dengan nilai VLHR 2027 smp/hari, kemudian menentukan Lebar Jalur dan Bahu Jalan, di mana dengan VLHR tersebut dan dengan fungsi Jalan Kolektor Ideal maka di dapatkan hasil Lebar Jalur 6,0 m dan Bahu Jalan 1,5 m.

Kecepatan Rencana

Berdasarkan Fungsi Jalan Rawa Indah yaitu Kolektor dengan medan Jalan Datar, maka kecepatan rencana di ambil 60 km/jam.

Alinyemen Horizontal

Pada perencanaan alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung atau tikungan.

Perencanaan Tikungan Spiral-Spiral (S-S)

Tikungan 1 pada STA 0+199,693

Diketahui:

Medan = Datar

$V_R = 60 \text{ km/jam}$

$R_c = 143 \text{ m}$

$\Delta = 33^\circ$

$J_h = 75 \text{ m}$

$J_d = 350 \text{ m}$

$D_{\max} = 12,78^\circ$

$e_{\max} = 10 \% = 0,1$

$f_{\max} = 0,153$

$$L_p = 2 \times 3 \text{ m}$$

Menghitung Jari-jari Tikungan Minimum

$$R_{\min} = \frac{V_R^2}{127 (e_{\max} + f_{\max})}$$

$$= \frac{60^2}{127 (0,1 + 0,153)}$$

$$= 112,04 \text{ m}$$

$$\text{Syarat aman} = R_{\min} < R_c$$

$$= 112,04 \text{ m} < 143 \text{ m}$$

Hasil dari perhitungan di atas maka diperoleh nilai R_{\min} sebesar 112,04 m.

$$D = \frac{1432,39}{R_c}$$

$$= \frac{1432,39}{143}$$

$$= 10,02^\circ$$

Menghitung Nilai Lengkung Peralihan

a. Berdasarkan waktu tempuh maksimal

$$L_s 1 = \frac{V_R}{3,6} \times T$$

$$= \frac{60}{3,6} \times 3$$

$$= 50,00 \text{ m}$$

b. Berdasarkan rumus modifikasi Short:

$$L_s 2 = 0,022 \frac{V_R^3}{R_c \cdot C} - 2,727 \frac{V_R \cdot e}{C}$$

$$= 42,17 \text{ m}$$

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian:

$$L_s 3 = \frac{(e_m - e_n)}{3,6 \cdot re} V_R$$

$$= \frac{(0,1 - 0,02)}{3,6 \times 0,035} \times 60$$

$$= 38,10 \text{ m}$$

d. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$L_s 4 = m (0,02 + e_{\max}) \times 3,5$$

$$= 115 (0,02 + 0,082) \times 3,5$$

$$= 43,47 \text{ m}$$

Menentukan Tikungan

$$P = \frac{L_s^2}{24 \times R_c}$$

$$= \frac{50,00^2}{24 \times 143}$$

$$= 0,73 \text{ m}$$

$$\Theta_s = \frac{1}{2} \times \Delta$$

$$= \frac{1}{2} \times 33$$

$$= 16,50$$

$$\Theta_c = 12,96^\circ$$

$$L_c = 0$$

Pada tikungan 1 didapatkan sebagai berikut:

$$L_c > 25 \text{ m} \longrightarrow 0 \text{ m} < 25 \text{ m}$$

$$P > 0,25 \text{ m} \longrightarrow 0,73 \text{ m} > 0,25 \text{ m}$$

Hasil dari perhitungan L_c dan P memenuhi syarat jenis tikungan *Spiral- Spiral* (S-S), sehingga jenis tikungan pada tikungan 1 menggunakan Tikungan S-S.

Menghitung Besaran Tikungan

$$X_s = L_{S_{\text{ada}}} \left(1 - \frac{(L_{S_{\text{ada}}})^2}{40 \times R_c^2}\right)$$

$$= 82,32 \left(1 - \frac{82,32^2}{40 \times 143^2}\right)$$

$$= 81,64 \text{ m}$$

$$Y_s = \frac{(L_{S_{\text{ada}}})^2}{6 \times R_c}$$

$$= \frac{82,32^2}{6 \times 143}$$

$$= 7,90 \text{ m}$$

$$P = Y_s - R_c (1 - \cos \Theta_{S_{\text{ada}}}) \times \frac{\pi}{180}$$

$$= 7,90 - 143 (1 - \cos 16,50^\circ) \times \frac{3,14}{180}$$

$$= 2,02 \text{ m}$$

$$k = X_s - R_c \sin \Theta_{S_{\text{ada}}}$$

$$= 81,64 - 143 \sin 16,50^\circ$$

$$= 41,04 \text{ m}$$

$$T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$= (143 + 2,02) \tan \frac{1}{2} 33^\circ + 41,04$$

$$= 83,98 \text{ m}$$

$$E_s = (R_c + p) / \cos (\frac{1}{2} \Delta \times \pi / 180) - R_c$$

$$= (143 + 0,6) / \cos (\frac{1}{2} 33^\circ \times 3,14 / 180)$$

$$= 8,24 \text{ m}$$

$$L_c = 0$$

$$L_{\text{total}} = 2 \times L_{C_{\text{ada}}}$$

$$= 2 \times 0$$

$$= 0 \text{ m}$$

Pelebaran Tikungan 1 STA 0+199,693

Pertimbangan dalam menentukan pelebaran tikungan berdasarkan kendaraan yang melintas pada ruas jalan dan menentukan dimensi kendaraan rencana. Pada survey terlebih dahulu diketahui kendaraan yang paling besar melintas adalah truck 3 as.

Diketahui:

Medan jalan = Datar

$V_R = 60 \text{ km/jam}$

$R_c = 143 \text{ m}$

$e_{\max} = 10\% = 0,1$

$f_{\max} = 0,153$

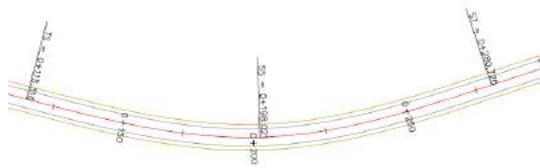
$B_n = 6 \text{ m}$

$b = 260 \text{ cm}$

$L_p = 3,0 \text{ m}$

$C = 0,5 \text{ m}$

$n = 2$ (jumlah lajur)



Gambar 1. Tikungan 1 (*Spiral-Spiral*)

$$\begin{aligned} \text{Radius lengkung} &= Rc - (\frac{1}{2} \times Lp) + (\frac{1}{2} \times b) \\ &= 143 - (\frac{1}{2} \times 3) + (\frac{1}{2} \times 2,6) \\ &= 142,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan B

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25 \\ &= \sqrt{(142,8^2 - 64)} + 1,25 \\ &= 144,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} \\ &= \sqrt{(\sqrt{(142,8^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} \\ &= 144,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \sqrt{(\sqrt{(Rc^2 - 64)} + 1,25)^2 + 64} - \sqrt{(Rc^2 - 64)} \\ &= b - \sqrt{Rc^2 - 64} \\ &= 144,27 - \sqrt{(142,8^2 - 64)} \\ &= 1,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= c + 1,25 \\ &= 1,47 + 1,25 \\ &= 2,72 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Z

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 \times VR}{\sqrt{Rc \text{ pelebaran}}} \\ &= \frac{0,105 \times 60}{\sqrt{142,8}} \\ &= 0,527 \end{aligned}$$

d. Perhitungan total lebar jalan (Bt)

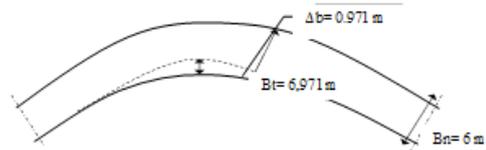
$$\begin{aligned} Bt &= n \times (B + C) + z \\ &= 2 \times (2,62 + 0,5) + 0,527 \\ &= 6,971 \text{ m} \\ \text{Lebar perkerasan lurus (Bn)} &= 2 \times 3 = 6 \text{ m} \\ Bt > Bn \\ 6,971 \text{ m} > 6 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Perhitungan total lebar perkerasan

$$\Delta b = Bt - Bn$$

$$\begin{aligned} &= 6,971 - 6 \\ &= 0,971 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai pelebaran perkerasan pada tikungan 1 sebesar 0,971 m. Perencanaan pelebaran pada tikungan 1 dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pelebaran Tikungan 1 (*Spiral-Spiral*)



Gambar 3. Diagram Superelevasi Tikungan 1 (*Spiral-Spiral*)

Perhitungan Kelandaian

$$\begin{aligned} g1 &= \frac{\text{Beda tinggi}}{\text{Jarak}} \times 100 \\ &= \frac{24,327}{450} \times 100 \\ &= -5,406 \% \\ g2 &= \frac{\text{Beda tinggi}}{\text{Jarak}} \times 100 \\ &= \frac{4,88}{400} \times 100 \\ &= 1,22 \% \end{aligned}$$

Perhitungan Lengkung Vertikal Cekung pada STA 0+550

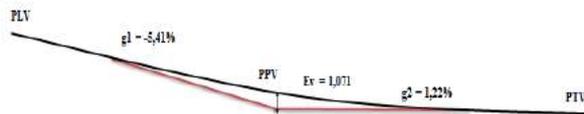
Diketahui:

Elevasi PVII	= 50,269
VR	= 60 km/jam
g1	= -5,406%
g2	= 1,22%
Jhmin	= 75m
Jhmax	= 88,91 m
Stationing PVII	= 0+500

Menentukan perbedaan grade (A):

$$\begin{aligned} A &= g_2 - g_1 \\ &= 1,22 - (-5,41\%) \\ &= 6,63\% \end{aligned}$$

Lengkung Cekung dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 4. Lengkung Cekung

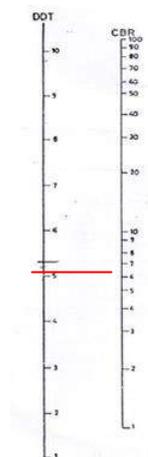
Tebal Perkerasan Jalan

Survey Lalu Lintas

Hasil Survey Lalu Lintas dapat dilihat pada Survey Lalu Lintas Tabel 4.

Perhitungan CBR

Diketahui CBR minimum 6,07 dan CBR maksimum yaitu 15,63. Dari data CBR kemudian menghitung presentase jumlah yang sama. Dengan mengplot grafik CBR 90 yaitu 6,19%. Dari nilai CBR tersebut kemudian dicari nilai DDT dengan menggunakan grafik di bawah ini



Gambar 6. Korelasi DDT dan CBR

Umur Rencana

Umur rencana perkerasan kaku yaitu 40 tahun.

Nilai VDF

Nilai VDF_4 di ambil berdasarkan jenis kendaraan yang melalui jalan tersebut.

Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah di tetapkan 1 lajur dengan kendaraan niaga pada lajur desain.

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1-0,01i)^{UR-1}}{0,01i} \\ &= \frac{(1-0,01 \times 1)^{40-1}}{0,01 \times 1} \\ &= 32,59 \end{aligned}$$

Perhitungan Nilai CESA

$$\text{Nilai ESA} = 1561 = 0,15 \times 10^4$$

Setelah mendapatkan nilai ESA, kemudian menghitung nilai CESAdengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \text{ESA} \times 365 \times R \\ &= 1561 \times 365 \times 32,59 \\ &= 18642066,56 \text{ atau } 18,64 \times 10^6 \end{aligned}$$

Pemilihan Jenis Perkerasan

Dengan Struktur perkerasan kaku dengan lalu lintas berat maka masuk ke dalam Desain 4.

Struktur Pondasi Jalan

Pada penentuan desain pondasi jalan minimum, dengan CBR 6,19 maka kelas kekuatan tanah dasar terdapat pada SG6 dengan prosedur desain pondasi A sehingga tidak perlu peningkatkan tanah dasar.

Perhitungan JSKN selama umur rencana

$$\text{Umur rencana} = 40 \text{ tahun}$$

$$\text{JSKN}_H = 750$$

$$R = 32,59$$

$$\text{JSKN}_{UR} = 365 \times \text{JSKN}_H \times R$$

$$= 365 \times 750 \times 32,59$$

$$= 8921763,14 = 8,92 \times 10^6$$

Perhitungan JSKN per lajur

Diketahui Lebar perkerasan jalan 3 m (1 lajur 1 arah), maka Koefisien Distribusi (C) yaitu 1.

$$\text{JSKN}_{UR} \text{ per lajur} = \text{JSKN}_{UR} \times C$$

$$= 8921763,14 \times 1$$

$$= 8921763,14 \text{ atau}$$

$$8,92 \times 10^6$$

Tebal Perkerasan Kaku

Berdasarkan Bagan Desain 4 Perkerasan Kaku, dengan nilai JSKN per lajur yaitu $8,92 \times 10^6$, maka masuk dalam Struktur Perkerasan R3 dengan Dowel dan Bahu Beton, Tebal Pelat 285 mm, Lapis Pondasi LMC 150 mm, Lapis Pondasi Agregat Kelas A yaitu 150 mm.

Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

$$\text{Rumus Repetisi Sumbu Rencana yaitu} =$$

$$\text{Proporsi Beban} \times \text{Proporrsi Sumbu} \times \text{Lalu Lintas Rencana.}$$

Hasil Repetisi Sumbu Rencana yaitu $8,92 \times 10^6$.

Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

Nilai F_{KB} dengan volume kendaraan niaga menengah yaitu 1,1.

Mutu Beton untuk Perkerasan Kaku

Dengan Jenis Jalan raya dengan truk ringan sampai berat maka digunakan mutu beton 350 kg/cm^2 .

Menentukan CBR Tanah Dasar Efektif

Dengan CBR Tanah dasar 6.19% maka digunakan campuran beton kurus 150 mm dengan CBR efektif 40%.

Analisa Fatik dan Erosi

Dalam grafik analisa fatik dan erosi di dapatkan hasil yaitu repetisi ijin Analisa Fatik dan Erosi 0% yang berarti kurang dari 100% dan Aman.

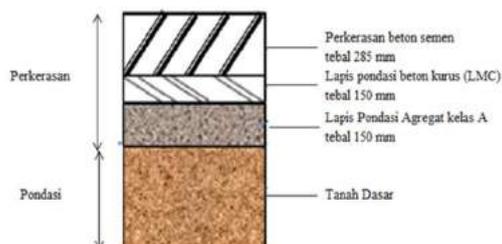
Sambungan

Dengan Tebal pelat 285 mm, Panjang pelat 5 m, dan Lebar pelat 3 m maka digunakan diameter *dowel* 38 mm dengan panjang 450 mm dan Jarak 300 mm. Pada *Tie Bar* digunakan tulangan ulir dengan diameter 16 mm dan panjang 688 m.

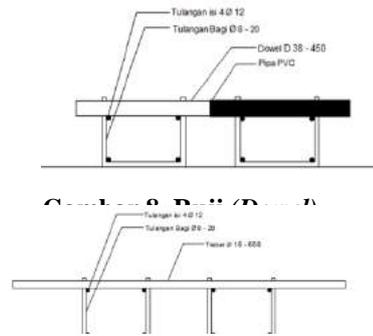
5. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan geometrik dan tebal perkerasan pada Jalan Rawa Indah STA 0+000-STA 7+318,491, diperoleh:

- Hasil perencanaan dan perhitungan geometrik:
 - Kelas Fungsi = Kolektor
 - Kelas jalan = III A
 - Medan = Datar
 - Kec.rencana = 60 km/jam
 - Lebar jalan = (2x3m)
(2lajur2arah)
 - Tikungan = 12 SS, 6 SCS
 - Lengkung = 8 Ck, 5 Cb
 - Galian = $68200,599 \text{ m}^3$
 - Timbunan = $63475,769 \text{ m}^3$
- Hasil perencanaan dan perhitungan tebal perkerasan:



Gambar 7. Komponen Struktur Perkerasan Kaku



Gambar 9. Batang Pengikat (TieBar)

Saran

- Diharapkan teliti dalam menarik garis pada Analisa Fatik dan Erosi karena hal tersebut sangat berpengaruh terhadap Tebal perkerasan yang diperoleh
- Studi ini dapat dilanjutkan dengan Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) agar dapat diperoleh hasil biaya perencanaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- A., 2001. Rekayasa Jalan, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003, Perencanaan Jalan Beton Semen Pd-T-14-2003, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia No.036/T/BM/1997, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 1997. Tata cara Perencanaan geometrik Jalan No.038/T/BM/1997, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013, Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013, Jakarta.
- Hendarsin, S.L., 2000, Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya, Polteknik Negeri Bandung, Bandung.
- Hamirhan, S., 2010, Konstruksi Jalan Raya Geometrik Jalan, Nova, Bandung
- Hamirhan, S., 2010, Konstruksi Jalan Raya Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2010, Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova, Bandung.
- Suryawan, A., 2009, Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), Beta Offset, Yogyakarta.