

PERENCANAAN JALAN *RING ROAD* BARAT PEREMPATAN CILACAP DENGAN MENGGUNAKAN BETON

Gud Purmala Putra¹⁾, Eko Darma²⁾, Soedarmin³⁾

^{1,2,3)} Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436
Email: gudpurmala.sukses@gmail.com

ABSTRAK

Perkerasan jalan beton pada saat ini menjadi solusi yang efektif untuk menanggulangi kerusakan jalan aspal akibat beban kendaraan yang terlalu berat. Kerusakan jalan aspal pada umumnya disebabkan oleh beban kendaraan berat dan faktor lingkungan (cuaca), seperti yang terjadi pada Simpang jalan *Ring Road* Barat Pendekat Utara Cilacap. Kerusakan yang terjadi berupa lendutan, retakan, dan jalan aspal mengelupas.

Tujuan dari penelitian ini adalah mencoba untuk mengatasi dampak kerusakan yang terjadi pada jalan aspal tersebut dengan perencanaan jalan dari beton. Metode yang digunakan adalah menganalisis panjang dan lebar jalan aspal yang akan direncanakan menjadi jalan beton, menghitung jumlah kendaraan berat (berat kendaraan ≥ 5 ton, seperti truk 3 as, kontainer, dan truk gandeng) yang melewati jalan tersebut. Perencanaan jalan tersebut meliputi perencanaan jalan beton bertulang dengan sambungan, tebal lapisan perkerasan dan penulangan.

Hasil perhitungan pada perencanaan jalan beton tersebut diperoleh tebal lapis perkerasan beton sebesar 150 mm, diameter penulangan arah melintang sebesar D10 – 250 mm, dan penulangan arah memanjang sebesar D12 – 150 mm.

Kata kunci: Tebal lapis perkerasan beton, beban kendaraan, Volume lalu lintas.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada saat ini jalan beton relatif banyak digunakan di wilayah perkotaan maupun di daerah-daerah yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas tinggi. Kerusakan jalan pada umumnya disebabkan oleh beban kendaraan yang melebihi beban maksimum yang diijinkan dan faktor lingkungan. Perkerasan jalan beton bersifat kaku/*rigid* karena nilai modulus elastisitasnya yang tinggi sehingga penyebaran beban roda lalu-lintas ketanah dasar cukup luas sehingga peranan daya dukung tanah dasar tidak terlalu penting. Berbeda dengan tipe jalan aspal yang membutuhkan daya dukung tanah yang besar.

Alasan utama yang mendasari mengapa banyak jalan menggunakan perkerasan dari beton karena jalan beton mempunyai tipe struktur yang kuat, berumur lama (awet), dan perawatannya lebih mudah dibandingkan jalan aspal.

Jalan beton menjadi solusi untuk mengatasi kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan aspal karena beban yang berat dan juga faktor cuaca. Pada penelitian ini, peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik jalan beton, material yang digunakan, metode sambungan pada jalan beton, penulangan, dan aplikasi perencanaan jalan beton di lapangan berdasarkan studi kasus yang terjadi di Jalan *Ring Road* Barat, Perempatan Jalan Cilacap Jawa Barat.

Rumusan Masalah

- 1) Bagaimanakah hubungan jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan perencanaan tebal perkerasan jalan?
- 2) Bagaimana pengaruh dari konfigurasi sumbu dan roda serta beban sumbu kendaraan terhadap perencanaan tebal perkerasan jalan?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui karakteristik jalan beton.
- 2) Konstruksi lapisan perkerasan jalan beton.
- 3) Mengetahui metode sambungan dan penulangan yang sesuai untuk digunakan dalam perencanaan jalan beton .
- 4) Aplikasi perencanaan jalan beton di lapangan.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- 1) Dapat berguna dan di aplikasikan dalam perencanaan jalan beton, baik sebagai teori maupun dalam aplikasi di lapangan.
- 2) Sebagai solusi untuk mengatasi kerusakan yang terjadi pada jalan aspal yang diakibatkan oleh kepadatan dan beban lalu lintas yang berat terutama di kota-kota besar di Indonesia.

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- 1) Karakteristik jalan beton (sifat struktur, kelebihan, dan kekurangan).
- 2) Konstruksi lapisan perkerasan.
- 3) Aplikasi perencanaan jalan beton di lapangan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan survei langsung dilapangan yaitu berupa data jumlah kendaraan berat yang melintas di Jalan *Ring Road* Barat, Perempatan Jalan Cilacap. Survei dilakukan pada hari Selasa tanggal 1 Maret 2011, dari pukul 09.30 - 15.30 WIB (selama 6 jam). Data tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai LHR secara kasar. Jenis data yang diperoleh berupa data konstan dan data tidak konstan.

- 1) Data konstan , yaitu data yang tidak berubah sehingga pengumpulan data dapat dilakukan setiap saat, seperti : durasi lampu merah, panjang, dan lebar jalan.
- 2) Data tidak konstan, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan yang sifatnya dapat berubah- ubah setiap saat, seperti: jumlah dan jenis kendaraan yang melintas.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Survei Pendahuluan. Survei pendahuluan dilakukan sebelum penelitian di lapangan agar survei sesungguhnya dapat berjalan dengan lancar, efektif, dan efisien. Survei pendahuluan diperlukan untuk menentukan pos- pos lokasi survei, jumlah surveyor yang dibutuhkan, waktu pelaksanaan, dan jenis alat survei yang

akan digunakan.

- 2) Pelaksanaan Survei, yaitu meliputi: a) Penjelasan cara kerja dan pengisian formulir survei. b) Pengambilan data konstan yaitu pengukuran panjang dan lebar ruas jalan yang digunakan untuk survei.
- 3) Alat Penelitian, yaitu berupa: formulir survei, alat tulis, meteran untuk mengukur lebar jalan yang ditinjau, arloji dan stopwatch untuk mencatat durasi lampu merah.

Kendaraan yang diamati pada pelaksanaan survei dibedakan menjadi:

- (1) *Light vehicle* (LV): semua kendaraan penumpang beroda dua as dan mobil.
- (2) *Heavy vehicle* (HV): kendaraan barang dan bus dengan roda dua as atau tiga as, dan truk.
- (3) *Motor cycle* (MC): sepeda motor

Analisis Data

Setelah data diperoleh selanjutnya dilakukan analisis data untuk perencanaan jalan beton. Pada perencanaan tersebut meliputi :

- 1) Panjang dan lebar jalan beton
- 2) Tebal lapisan perkerasan (dengan beton)
- 3) Penulangan jalan beton dengan jenis sambungan tipe JRC (*jointed reinforced concrete*).
- 4) Sambungan antar segmen : berjarak setiap 10 meter.
- 5) Metode pelaksanaan. Per segmen dengan metode konstruksi selang- seling.
- 6) Gambar rencana. Memuat gambar detail penulangan, panjang, dan lebarnya.

Konsep Perencanaan

Susunan lapisan perkerasan jalan beton terdiri dari 2 lapis yaitu lapisan atas berupa lapis beton dan lapis pondasi. Lapis beton dikerjakan secara per segmen dengan diberi sekat untuk mengantisipasi resiko kerusakan akibat faktor kembang susut (*shrinkage*). Tebal lapis beton minimal 15 cm dan tebal minimum 10 cm yang berada di atas lapis pondasi.

Konstruksi jalan beton dengan sistem sambungan dowel, siar dilatasi, dan tulangan membuat jalan beton lebih kuat dan nyaman jika dilalui, karena beban yang timbul dari beban kendaraan dapat disalurkan dengan merata ke semua bagian segmen dengan jarak antar segmen yang lebih panjang. Sambungan dowel berfungsi sebagai pengikat atau penyatu antar segmen. Siar dilatasi berfungsi untuk memberikan celah atau ruang untuk pemuaian, dan pemasangan tulangan susut berfungsi untuk mengatasi pengaruh kembang susut beton (*shrinkage*).

1. Penentuan lalu lintas harian rata- rata (LHR)

Lalu lintas harian rata- rata (LHR) diperoleh dari hasil survei langsung dilapangan, kemudian volume kendaraan yang diperoleh dirata- rata tiap jam. LHR digunakan untuk menghitung volume jam perencanaan (VJP) pada perencanaan teknik jalan.

$$VJP = K \times LHR$$

Dimana :

VJP = volume jam perencanaan: jumlah lalu lintas pada suatu penampang jalan selama 1 jam perencanaan.

K = faktor VJP, dipengaruhi oleh pemilihan jam sibuk seberapa, serta jenis jalan antar kota (bernilai 10 – 15%) atau jalan dalam kota (bernilai lebih kecil).

Sumber : Pd T – 14 – 2003

2. Perencanaan Tebal Pelat Beton

Perencanaan tebal perkerasan kaku dihitung agar mampu memikul tegangan yang ditimbulkan oleh beban roda kendaraan, perubahan suhu dan kadar air, dan perubahan volume pada lapisan di bawahnya.

Berdasarkan “*Concrete Pavement Design Guidance Notes*” perencanaan tebal pelat perkerasan beton adalah sebagai berikut:

- 1) Beton tanpa tulangan (URC, *unreinforced concrete*). Tebal pelat 150 mm – 500 mm.
- 2) Beton bertulang dan sambungan (JRC, *jointed reinforced concrete*) dengan ketebalan pelat antara 200 mm – 300 mm.
- 3) Pelat beton menerus dan bertulang (CRCP, *concrete pavement*) dengan ketebalan pelat antara 200 mm – 300 mm.

Untuk perhitungan secara konservatif, diterapkan prinsip kelelahan (*fatigue*) dimana dianggap apabila perbandingan tegangan yang terjadi pada beton akibat beban roda terhadap kuat lentur beton (*Modulus of Rapture*, MR) menurun, maka jumlah repetisi pembebanan sampai runtuh (*failure*) akan meningkat. Apabila perbandingan tegangan tersebut sangat rendah, maka beton akan mampu memikul repetisi tegangan yang tidak terbatas tanpa kehilangan kekuatannya.

3. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Perencanaan

- 1) Lalu Lintas : volume lalu lintas, konfigurasi sumbu dan roda, beban sumbu, ukuran dan tekanan ban, pertumbuhan lalu lintas, jumlah jalur dan arah lalu lintas.
- 2) Umur Rencana. Ditentukan berdasarkan peranan jalan, pola lalu lintas dan nilai ekonomi jalan.
- 3) Kapasitas Jalan.
- 4) Tanah dasar, dalam merencanakan tebal pelat beton perkerasan kaku, keseragaman daya dukung tanah sangat penting. Pengujian daya dukung nilai tanah (nilai k) untuk jalan beton sebaiknya berupa uji *plate bearing*. Dengan modulus reaksi tanah dasar (k) minimum 2 kg/cm³.

4. Besaran- besaran Rencana

- 1) Umur Rencana, umur rencana perkerasan kaku bisa direncanakan 20- 40 tahun.
- 2) Lalu Lintas Rencana Dihitung berdasarkan jumlah volume lalu lintas (≤ 2 tahun terakhir).

Ada 3 konfigurasi sumbu kendaraan untuk menghitung perkerasan kaku, yaitu kendaraan niaga dengan berat minimal 5 ton, yaitu:

- a. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT): mobil penumpang.
- b. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG): bus.
- c. Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG): truk 3as dan truk gandeng.

Langkah- langkah Penentuan Tebal Pelat Beton

- 1) Menghitung jumlah kendaraan niaga harian (JKNH) pada tahun pembukaan.

- 2) Menghitung jumlah kendaraan niaga (JKN) selama umur rencana.

$$JKN = 365 \times JKNH \times R$$

$$R = \text{Faktor pertumbuhan, } R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i}$$

Dimana:

i = Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dalam persen (%).

N = Umur rencana.

Sumber: Pd T - 14 - 2003

- 3) Menghitung jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH) dan sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana.

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

Sumber: Pd T - 14 - 2003

- 4) Menghitung persentase masing-masing beban sumbu dan jumlah repetisi yang akan terjadi selama umur rencana.

$$\text{Persentase beban sumbu} = \frac{\text{Jumlah sumbu yang ditinjau}}{\text{JSKNH}}$$

Repetisi yang akan terjadi = JKN x persentase jumlah sumbu x koef. distribusi jalur.

Tabel 1. Koefisien Distribusi Jalur

Jumlah Jalur	Kendaraan Niaga	
	1 Arah	2 Arah
1 Jalur	1	1
2 Jalur	0,7	0,5
3 Jalur	0,5	0,475
4 Jalur		0,45
5 Jalur		0,425
6 Jalur		0,4

Sumber : Pd T - 14 - 2003

Langkah-langkah perhitungan tebal pelat jalan beton:

- 1) Besarnya beban sumbu rencana dihitung dengan cara mengalikan beban sumbu yang ditinjau dengan Faktor Keamanan (FK)

Tabel 2. Faktor Keamanan

Peranan Jalan	Faktor Keamanan (FK)
Jalan Tol	1,2
Jalan arteri	1,1
Jalan Kolektor	1
Jalan Lokal	-

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (2003)

- 2) Dengan besaran-besaran beban sumbu, k dan tebal pelat yang sudah diketahui (ditaksir), besarnya tegangan yang terjadi bisa didapat dari nomogram yang bersangkutan.
- 3) Menghitung perbandingan antara tegangan yang terjadi dengan MR.
- 4) Berdasarkan perbandingan tegangan tersebut, dapat diketahui jumlah pengulangan (repetisi) tegangan yang diizinkan.
- 5) Persentase lelah (*fatigue*) untuk setiap konfigurasi beban sumbu dapat dihitung dengan cara membagi repetisi yang terjadi dengan repetisi yang diijinkan.
- 6) Total *fatigue* dihitung dengan cara menjumlahkan besarnya persentase *fatigue* dari seluruh konfigurasi beban sumbu.

- 7) Langkah- langkah yang sama (1 sampai 10) diulang untuk tebal pelat beton lainnya yang dipilih/ ditaksir.
- 8) Tebal pelat beton yang dipilih/ ditaksir dinyatakan sudah benar/ cocok apabila total *fatigue* yang didapat besarnya lebih kecil atau sama dengan 100%.



Gambar 1. Alur Perhitungan Tebal Pelat Beton

Rencana Penulangan Jalan Beton

Fungsi utama besi tulangan pada perkerasan kaku adalah untuk :

- 1) Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.
- 2) Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.
- 3) Mengurangi pengaruh kembang susut karena perubahan suhu.
- 4) Mengurangi biaya pemeliharaan.

Besi tulangan yang dipakai harus bersih dari oli, kotoran, karat, dan pengelupasan. Tulangan harus dipasang sebelum pembetonan dengan diberi penyangga yang ditahan pada letak yang diinginkan. Ukuran atau jarak tulangan dari permukaan beton adalah :

- 1) 60 ± 10 mm di bawah permukaan beton, untuk tebal pelat kurang dari 270 mm.
- 2) 70 ± 10 mm di bawah permukaan beton, untuk tebal pelat 270 mm atau lebih.

Perencanaan Tulangan Melintang

Luas tulangan melintang (A_s) yang diperlukan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung menggunakan persamaan:

$$A_s = \frac{FLM \cdot g \cdot h}{2fs}$$

Dimana :

- A_s = Luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat).
 - F = Koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah (Tabel).
 - L = Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m).
 - M = Berat per satuan volume pelat (kg/m³).
 - g = Gravitasi (m/s²).
 - h = Tebal pelat (m).
 - fs = Kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
- Penulangan untuk arah memanjang harus berjarak 300 ± 50 mm.
Sumber : Pd T – 14 - 2003

Perencanaan Tulangan Memanjang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton bertulang menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut:

$$P_s = \frac{10Fct}{(F_y - n \cdot Fct)} (1,3 - 0,2F)$$

Dimana :

- P_s = Persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%).
 - Fct = Kuat tarik langsung beton = (0,4 – 0,5 fcf) (kg/cm²).
 - n = Angka ekuivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c).
 - F = Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya (tabel)
 - E_s = Modulus elastisitas baja (20000 kg/cm²).
 - E_c = Modulus elastisitas beton ($1400 (\sqrt{f'c})$ kg/cm²).
- Sumber : Pd T – 14 - 2003

Tulangan dipasang tepat di tengah tebal pelat dengan jarak antar tulangan 125 ± 25 mm dari tepi pelat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa meliputi data survei lalu lintas, data perencanaan, desain tebal perkerasan, dan penulangan.

Data Kendaraan

Data jumlah total kendaraan pada hasil survei seperti pada Tabel 3 berikut.
Tabel 3. Data Jumlah Total Kendaraan

Waktu	Jenis Kendaraan						
	LV			MV			MC
	Mobil	Pick Up	Truk Kecil	Bus	Truk 2 as	Truk 3 as	Sepeda Motor
6 jam	490	171	218	158	140	101	1496
VJP	123	43	55	40	47	26	374

Sumber : Hasil Survei

Data Teknis

Data teknis jalan beton yang akan direncanakan adalah sebagai berikut :

- 1) Umur rencana = 20 tahun
- 2) Tebal Pondasi bawah (dengan batu pecah) = 15 cm
- 3) Faktor gesekan pondasi = 1,5 (batu pecah)
- 4) MR beton = 40 kg/ cm³
- 5) Fs BJTU 39 = 3390 kg/ cm³
- 6) Pertumbuhan lalu lintas = 5% per tahun
- 7) Peranan Jalan = arteri
- 8) Koefisien distribusi jalur = 0,7 (2 jalur 1 arah, Tabel 2.2)

Rekapitulasi jumlah kendaraan dan konfigurasi beban ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Jumlah Kendaraan dan Konfigurasi Beban

Jenis Kendaraan	Konfigurasi dan Beban	VJP	LHR	Jumlah Sumbu
			VJP/15%	
Mobil Penumpang	(1 + 1) ton = 2 ton	123	820	
Bus	(3 + 5) ton = 8 ton	40	267	533
Truk 2 as	(2 + 4) ton = 6 ton	47	313	627
Truk 3 as	(6 + 14) ton = 20 ton	26	173	346

Sumber : Hasil Perhitungan

Perencanaan Tebal pelat Beton

1. Menghitung Jumlah kendaraan Niaga (JKN) selama umur rencana (20 tahun)

$$JKN = 365 \times JKNH \times R$$

$$JKNH = \text{jumlah bus} + \text{jumlah truk 2 as} + \text{jumlah truk 3 as} \\ = 267 + 313 + 173 = 753 \text{ kendaraan}$$

$$\text{Faktor pertumbuhan (R)} = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i}$$

$$\text{Faktor pertumbuhan (R)} = \frac{(1+0,05)^{20} - 1}{0,05} = 33,06$$

Sehingga diperoleh :

$$JKN = 365 \times JKNH \times R$$

$$= 365 \times 753 \times 33,06 = 9.092.035 \text{ kendaraan}$$

2. Menghitung Jumlah Sumbu kendaraan Niaga Harian (JSKNH) dan Jumlah Sumbu kendaraan Niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun).

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$JSKNH = \text{sumbu bus} + \text{sumbu truk 2 as} + \text{sumbu truk 3 as} \\ = 533 + 627 + 347 = 1507$$

$$\text{Sehingga diperoleh: } JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$= 365 \times 1507 \times 33,06$$

$$= 18.184.071 \text{ kendaraan}$$

3. Menghitung presentase masing – masing beban sumbu dan jumlah repetisi yang akan terjadi selama umur rencana (20 tahun). Seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Menghitung presentase masing – masing beban sumbu dan jumlah repetisi yang akan terjadi selama umur rencana (20 tahun)

Konfigurasi Sumbu	Volume	Beban Sumbu (ton)	Konfigurasi Sumbu* (%)	Jumlah Repetisi**
STRT (truk 2 as)	313	2	3,11	$19,85 \times 10^4$
STRT (bus)	267	3	2,65	$16,89 \times 10^4$
STRG (truk 2 as)	313	4	3,11	$19,85 \times 10^4$
STRG (bus)	267	5	2,65	$16,89 \times 10^4$
STRT (truk 2 as)	173	6	1,46	$9,29 \times 10^4$
STRT (truk 3 as)	173	14	1,46	$9,29 \times 10^4$

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan : *) Konfigurasi = Volume kendaraan / JSKNH
 **) Jumlah repetisi = JKN x konfigurasi sumbu x koef. Distribusi jalur (Tabel)

4. Menghitung tebal pelat beton, seperti pada Tabel 6 dan 7

Tabel 6. Perhitungan Tebal Pelat (Asumsi Tebal pelat 12 cm, MR 40 kg/cm²)

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Sumbu Rencana FK = 1	Repetisi Beban	Tegangan yg terjadi (kg/cm ²)*	Perbandingan Tegangan **	Jml Repetisi Beban yg diijinkan	Fatigue *** (%)
STRT	2	2 x 1,1 = 2,2	$19,85 \times 10^4$	-	-	-	0
STRT	3	3 x 1,1 = 3,3	$16,89 \times 10^4$	-	-	-	0
STRG	4	4 x 1,1 = 4,4	$19,85 \times 10^4$	-	-	-	0
STRG	5	5 x 1,1 = 5,5	$16,89 \times 10^4$	-	-	-	0
STRT	6	6 x 1,1 = 6,6	$9,29 \times 10^4$	26,3	0,66	6000	15,48
STRT	14	14 x 1,1 = 15,4	$9,29 \times 10^4$	31	0,78	210	442,53
<i>Total Fatigue</i>							458,01

Sumber: Hasil Perhitungan

Keterangan : *) Gambar ke Nomgram Gambar 2.8 , 2.9 , atau 2.10

**) Perbandingan tegangan = Tegangan yang terjadi Dibagi dengan MR

***) % *Fatigue* = Repetisi beban dibagi dengan Jumlah repetisi beban yang diijinkan

Dengan tebal pelat 12 cm didapatkan *fatigue* yang terjadi 458,01% > 100%, **maka perhitungan harus diulang lagi** dengan mempertebal pelat menjadi 15 cm (Tabel 7).

Tabel 7. Perhitungan Tebal Pelat (Asumsi tebal pelat 15 cm, MR 40 kg/cm²)

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Sumbu Rencana FK = 1	Repetisi Beban	Tegangan yg terjadi (kg/cm ²)*	Perbandingan Tegangan **	Jml Repetisi Beban yg diijinkan	Fatigue *** (%)
STRT	2	2 x 1,1 = 2,2	$19,85 \times 10^4$	-	-	-	0
STRT	3	3 x 1,1 = 3,3	$16,89 \times 10^4$	-	-	-	0
STRG	4	4 x 1,1 = 4,4	$19,85 \times 10^4$	-	-	-	0
STRG	5	5 x 1,1 = 5,5	$16,89 \times 10^4$	-	-	-	0
STRT	6	6 x 1,1 = 6,6	$9,29 \times 10^4$	19,8	0,5	-	0
STRT	14	14 x 1,1 = 15,4	$9,29 \times 10^4$	23,8	0,6	32000	2,9
<i>Total Fatigue</i>							2,9

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan : *) Gambar pada Nomogram
 **) Perbandingan tegangan = Tegangan yang terjadi Dibagi dengan MR
 ***) % *Fatigue* = Repetisi beban dibagi dengan Jumlah repetisi beban yang diijinkan

Dengan tebal pelat 15 cm didapatkan *fatigue* yang terjadi 2,90% < 100%, **maka perhitungan sudah cukup dan tebal dapat digunakan.**

Perencanaan Tulangan

1. Data rencana

- | | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. Koefisien gesekan pelat dengan pondasi (F) | = 1,5 (batu pecah) |
| 2. Jarak antar sambungan (L) | = 10 m |
| 3. Tebal pelat (h) | = 0,15 m |
| 4. Tegangan tarik baja (fs) | = 240 MPa |
| 5. Mutu beton (fc) | = 40 kg/cm ² |
| 6. Berat jenis beton | = 2400 kg/cm ² |
| 7. Kuat tarik beton (Fct) → 0,4 – 0,5 MR | = 20 kg/cm ² |
| 8. Modulus elastisitas baja (Es) | = 20000 kg/cm ² |
| 9. Tegangan leleh baja (fy) | = 3900 kg/cm ² |
| 10. Modulus elastisitas beton (Ec) | = 1400 f'c ^{1/2} = 22136 kg/cm ² |
| 11. Gravitasi (g) | = 9,81 m/s ² |

2. Tulangan Melintang

$$A_s = \frac{FLMgh}{2fs} = \frac{1,5 \times 10 \times 2400 \times 9,81 \times 0,15}{2 \times 240} = 110,36 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan diameter 10 mm

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan = 110,36/78,5 = 1.4 (dipakai buah 2 tulangan) → **2D10 – 500 mm**

Karena berdasarkan peraturan penulangan untuk arah melintang harus berjarak 300 ±50 mm, maka digunakan **2D10- 250 mm.**

3. Tulangan Memanjang

$$P_s = \frac{100Fct}{(F_y - n.Fct)} (1,3 - 0,2F) = \frac{100 \times 20}{(3900 - 0,903 \times 20)} (1,3 - 0,2 \times 15) = 0,515 \%$$

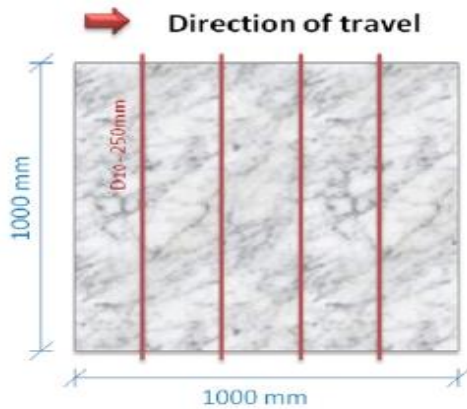
$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= P_s \times 1000 \times \text{tebal pelat} \\ &= 0,00515 \times 1000 \times 150 = 772,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan diameter 12 mm

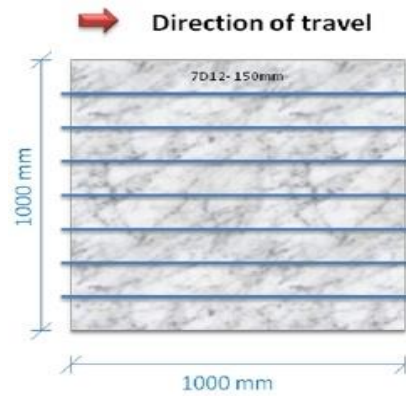
$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan = 772,5 / 113,04 = 6,8 (dipakai 7 tulangan)

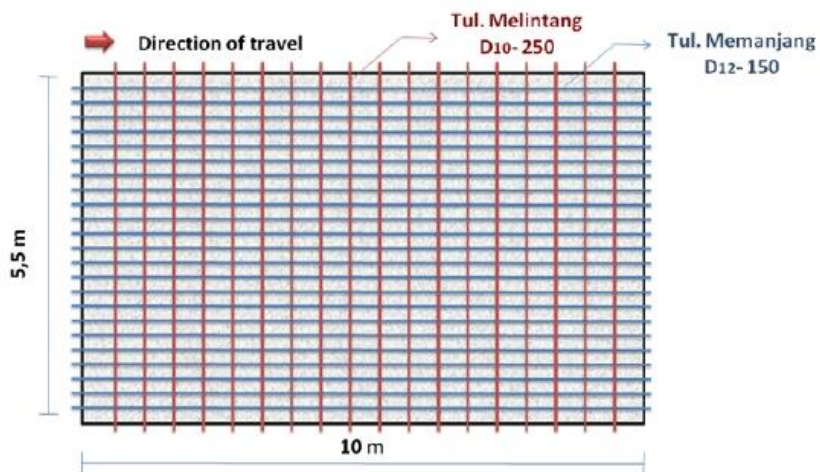
Maka penggunaan tulangan memanjang adalah **7D12 – 150mm.**



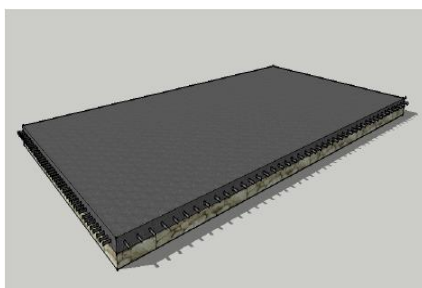
Gambar 2. Penulangan Arah Melintang Setiap Meternya



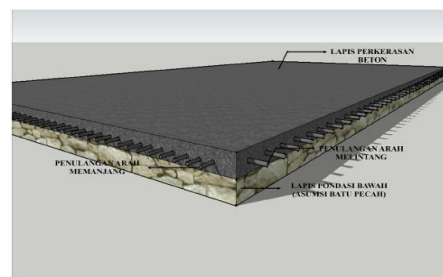
Gambar 3. Penulangan Arah Memanjang Setiap Meternya



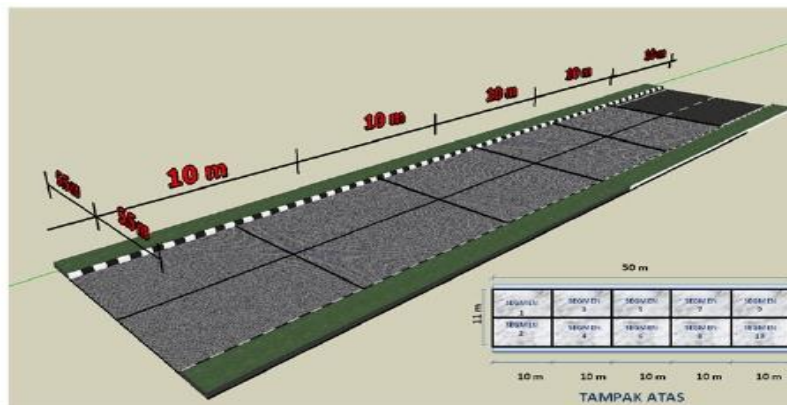
Gambar 4. Penulangan Arah Melintang dan Memanjang Setiap Segmen



Gambar 5. Tampak samping Jalan yang telah dicor beton



Gambar 6. Bagian – bagian Beton Bertulang yang Direncanakan



Gambar 7. Jalan Beton Bertulang yang Direncanakan

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Karakteristik jalan beton yang mempunyai modulus elastisitas yang besar sangat cocok digunakan sebagai konstruksi jalan yang sering dilalui oleh beban berat.
2. Konstruksi jalan beton terdiri dari lapis *Subbase Course* (Jika dibutuhkan), *Base Course*, dan *Concrete Slab*. Lapisan diatas lebih sederhana dibandingkan dengan konstruksi pada perkerasan aspal yang membutuhkan banyak lapisan. Sehingga perkerasan jalan beton akan lebih efektif dalam efisiensi bahan dan biaya.
3. Jenis konstruksi yang cocok dipakai untuk perencanaan jalan beton di Jalan *Ring Road* Barat, perempatan Cilacap adalah tipe JRC (*Jointed Reinforced Concrete*). Dengan konsep ini, *crack* yang dihasilkan relatif sedikit dan jarak sambungan antar segmen menjadi lebih panjang, sehingga jalan menjadi lebih nyaman saat dilalui.
4. Perencanaan untuk tebal lapisan perkerasan jalan beton diperoleh sebesar 15cm dengan total *fatigue* sebesar 2,90%.
5. Penulangan untuk arah memanjang diperoleh sebesar D12 – 150mm dan arah melintang sebesar D10 – 250mm.

Saran

Dalam melakukan desain dan Aplikasi Perencanaan Jalan Beton ini dibutuhkan keseriusan, kesabaran dan ketelitian, terutama dalam pemasukan dan pengolahan data, serta dalam perhitungan.

1. Memperbanyak jumlah jam dalam proses survei agar data yang didapat lebih akurat.
2. Lebih berorientasi kepada tata cara kerja dilapangan sehingga perencanaan yang dilakukan mudah untuk diaplikasikan dilapangan dan tidak terlalu banyak membuang material karena menyesuaikan *design*.
3. Lebih banyak menggunakan pembanding dalam metode sambungan agar perencanaan akan lebih sempurna.
4. Memperbanyak variabel yang digunakan dalam survei selain jumlah kendaraan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1983, Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Jalan Raya, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/BM/1983, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim, 2004, Undang-undang Republik Indonesia No, 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.
- AUSTROADS, 1992, Pavement Design, A guide to The Structural Design Of Pavements.
- Muntohar. A.S, dan Supriyadi. B., 2000, Jalan Beton, Penerbit UGM Press, Jogjakarta.
- Saodang, Hamirham, 2002, Konstruksi Jalan Raya, Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Shirley L, Herdasin, 2000, Penuntun Prkatis Teknik Jalan Raya, Penerbit Politeknik Negeri bandung Press, Bandung.
- Wiryanto, 2000, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton, Penerbit Nova, Bandung.