BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang mempunyai peranan penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya, pengembangan wilayah pariwisata, dan pertahanan keamanan untuk menunjang pembangunan nasional. Di Indonesia saat ini pembangunan perkerasan jalan sebagian besar menggunakan bahan beton, dikarenakan biaya pemeliharaanya lebih murah dan sistem perkerasannya tidak begitu berpengaruh oleh genangan air (banjir). Bangunan beton ini biasa disebut perkerasan kaku (*rigid pavement)*.

Perkerasan kaku atau *rigid pavement* adalah suatu perkerasan jalan yang menggunakan bahan ikat semen Portland, pelat beton dengan atau tanpa tulangan yang diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Perkerasan beton yang kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, dimana akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperatau tanpa tulangan yang diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Perkerasan beton yang kaku memiliki modulus elastisitas yang tinggi, sehingga mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasannya diperoleh dari lapisan-lapisan tebal pondasi bawah, dan lapisan permukaan. Hal yang paling penting dalam perencanaan *rigid pavement* adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perancangan perkerasan jalan beton seman Portland adalah kekuatan beton itu sendiri, adanya beragam dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya (tebal pelat betonnya).

Dalam sejarahnya, perkerasan kaku telah lama diterapkan di Inverness, Inggris, yaitu pada tahun 1868. Tetapi pada saat itu perkembangannya tidak begitu pesat, dimana sampai dengan tahun 1919 hanya beberapa kilometer saja yang dibangun. Sementara itu di Amerika Serikat, perkerasan kaku yang pertama dibangun ialah di Bellofontaine, Ohio, pada tahun 1891 oleh George Bartholomew. Dia belajar tentang produksi semen di Jerman dan Texas, serta

menemukan sumber material seperti batu kapur dan lempung dipusat Ohio. Karna itu merupakan perkerasan kaku yang pertama yang dibangun disana, pemerintah daerah meminta dia untuk memberikan jaminan, bahwa perkerasan kaku ini bisa bertahan selama 5 tahun. Lebih dari 100 tahun kemudian, bagian dari perkerasan kaku ini masih berfungsi. Untuk sementara itu, Indonesia mulai mempergunakan perkerasan kaku secara lebih meluas pada tahun 1985 khususnya pada jalan-jalan dikota besar antara lain adalah DKI Jakarta, Bandung, Semarang, Surabaya, Medan, Padang dan lain sebagainya.

Mengingat kekuatan perkerasan kaku tidak tergantung pada kekuatan tanah dasar. Maka, perlu dilakukan penelitiian lebih lanjut untuk mengetahui hubungan kekuatan tanah dasar dengan perkerasan kaku yang akan ditulis dalam Tugas Akhir dengan judul*"Hubungan Tanah Dasar Dengan Perkerasan Kaku" (Rigid Pavement).*

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.2.1 Tujuan dari Tugas Akhir iniadalah :

a. Untuk mengetahui hubungan antara kekuatan tanah dasar dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*)

1.2.2 Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

a. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan tambahan kepada peneliti tentang hubungan tanah dasar terhadap kekuatan *rigid pavement*.
b. Untuk memastikan pengaruh kekuatan tanah dasar terhadap kapasitas struktural perkerasannya

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diketahui permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Hubungan kekuatan tanah dasar dengan perkerasan kaku *(rigid pavement*)

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan dan penyusunan penelitian terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan, adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisa perhitungan menggunakan data-data asumsi dan data-data lainnya ditentukan berdasarkan kondisi yang sering terjadi atau sesuai dengan keadaan di Indonesia.
2. Hanya membahas tentang hubungan tanah dasar terhadap perkerasan kaku

1.5. Maksud Penelitan

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hubungan kekuatan tanah dasar dengan kekuatan perkerasan kaku *(Rigid Pavement).*

1.6. Metode Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, di dalam penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan metode penulisan sebagai berikut:

a) Bab I Pendahuluan

Menjabarkan tentang latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian, metode penulisan, waktu pelaksanaan (*time schedule*), rencana anggaran biaya dan daftar pustaka.

b) Bab II Tinjauan pustaka

Menjabarkan tentang tinjauan kepustakaan, menjelaskan teori, serta hal-hal yang berkaitan mengenai penelitian ini. Dalam hal ini teori-teori yang berkaitan dengan perkerasan lentur, tanah dasar dan lapisan-lapisan dalam perkerasan.

c) Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjabarkan tentang metode yang dipakai dalam penelitian ini, termasuk pengambilan data, langkah penelitian, dan analisa data.

d) Bab IV Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini menjabarkan tentang hasil dan pembahasan hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur. Data ditampilkan dalam tabel dan grafik serta hasil nya diberi ulasan/pendapat.

e) Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini memaparkan tentang kesimpulan yang diperoleh dari bab sebelumnya dan saran mengenai hasil penelitian yang dapat dijadikan masukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Istilah umum Jalan sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, sebagai berikut: Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah

permukaan tanah dan atau serta diatas permukaan air. Jalan Umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan Khusus adalah jalan yang dibangun instansi, badan usaha, perseorangan, untuk kepentingan sendiri. Jalan Tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol.

2.2 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah, batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen, ataupun tanah liat. Perkerasan jalan mempunyai persyaratan kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan.

2.3 Jenis Perkerasan Jalan

Dari jenis pengikat ada 3 perkerasan yang digunakan antara lain yaitu: Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement)*, Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement),* dan Perkerasan Komposit.

Perkerasan lentur (*Flexible pavement*) adalah perkerasan yang umumnya menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ketanah dasar. Perkerasan lentur memiliki 3(tiga) lapisan, yaitu: lapisan permukaan (*Surface course)* yang terdiri dari agregat dan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan pondasi (*Base course)* yang terdiri dari agregat atau batu pecah yang berukuran SNI. Lapisan bawah (*Subbase)* yang biasanya terdir dari lapisan material berbutir (*granural material*) yang dipadatkan, distabilisasi atau tidak, lapisan tanah yang distabilisasi.

Perkerasan kaku adalah konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan pengikatnya, sehinga mempunyai tingkat kekakuan yang tinggi. Perkerasan kaku memiliki modulus elasitas (E) yang tinggi (± 250.000 kg/cm²) sehingga penyebaran roda lalu lintas ke tanah dasar cukup luas.

Perkerasan komposit (Perkerasan Gabungan Kaku dan Lentur) adalah perkerasan yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Perkerasan komposit ini sering digunakan untuk *runway* atau landasan pacu pesawat terbang.

2.4 Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)

Menurut NAASRA (*National Associstion Of Australian State Road Authotities*) perkerasan kaku dikenal 5 jenis yaitu:

1. Perkerasan beton semen tanpa tulangan dengan sambungan (*Jointed plain concrete pavement).*
2. Perkerasan beton semen bertulang dengan sambungan (*Jointed reinforced concrete pavement).*
3. Perkerasan beton semen tanpa tulangan (*Continously reinforced concrete pavement).*
4. Perkerasan beton semen prategang (*Prestressed concrete pavement).*
5. Perkerasan beton semen bertulang fiber (*Fiber reinforced concrete pavement).*

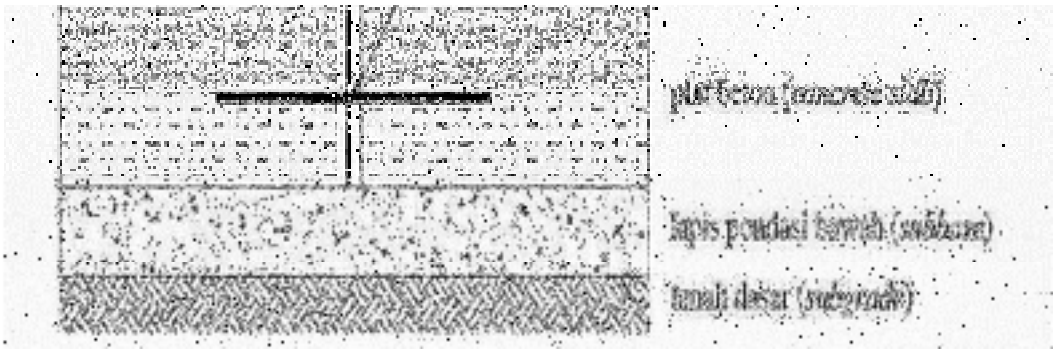
Tetapi hampir seluruh perkerasan kaku di Indonesia menggunakan JPCP yaitu pelat beton yang diberi sambungan melintang setiap 4-5 m. Sambungan tersebut berguna meneruskan beban dari suatu pelat ke pelat berikutnya dan umumnya menggunakan dowel.

Tujuan dari pemasangan tulangan pada perkerasan kaku bukan untuk mencegah retak, tetapi untuk mengikat setiap retak yang terjadi sehingga perkerasan kaku secara struktural tetap menjadi satu kesatuan. Retak biasanya terjadi akibat dari perubahan temperature/kadar air dan tahan geser antar layer.

2.1 Susunan dan Material serta sifat Perkerasan Kaku

a) Susunan Lapisan Perkerasan

Secara umum, susunan lapisan pada perkerasan kaku seperti gambar dibawah ini:



Gambar.2 1 Susunan lapisan perkerasan

1. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*), merupakan lapisan tanah dasar dan semua jenis perkerasan yang berupa tanah asli atau timbunan.

2. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*), merupakan lapisan setelah tanah dasar yang menerusakan beban dari beban lapisan atasnya, pada jenis perkerasan kaku lapisan *subbase* biasanya berupa pelat beton tipis berukuran (5 cm-10 cm) yang disebut (*lean concrete)* yang berada diatas tanah dasar. Lapisan beton tipis tersebut harus memiliki campuran yang baik dikarenakan bagian ini merupakan proteksi perlindungan terhadap tanah dasar dan rembesan air. Biasanya sebelum lapisan permukaan dikerjakan lapisan ini diberi pelindung berupa plastik agar mencegah rembesan air (*pumping)* dan permukaan atasnya sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar.
3. Lapisan Plat Beton (*Concrete Slab*), merupakan lapisan beton tebal yang berupa penggabungan antara lapisan *base* dan *surface,* pada lapisan beton ini biasanya tebalnya berkisar antara (20-30) cm. Pada lapisan beton sambungan antar segmen biasanya diberikan sambungan vertikal dan horizontal atau tulangan kembang susut (*shrinkage bar)* dan tulangan konstruksi (*construction bar)* antar segmennya. Ukuran segmen biasanya bervariasi tergantung desain, umumnya lebar segmen plat beton seukuran lebar jalan 3,5 m dan panjangnya 5 m. Pada bagian permukaan biasanya dibuat grid anti slip pada saat ban kendaran melintas diatasnya. Umumnya mutu beton pada lapisan ini didesain dengan mutu K-250. Pada Perkerasan kaku sambungan antar segmen umumnya menggunakan campuran aspal emulsi atau *sealant* untuk mereduksi pergerakan akibat pemuaian.

Tetapi dalam pelaksanaan, sering ditemui susunan perkerasan kaku jalan beton semen tanpa lapisan perantara dan lapisan perantara. Lapisan perantara adalah beton (*concrete)* langsung dicor diatas tanah dasar (*subgrade)*, hal ini disebabkan karena tanah dasar berupa tanah yang teguh, atau tanah yang berbutir (*berpasir*), tanah dasar mudah diresapi dan mengalirkan air hujan (*tanah granular atau berpori-pori*). Lapisan perantara disebut sebagai lapisan base (*base course* atau lapisan pondasi atas), tetapi sebagian menyebutnya sebagai lapisan *subbase* (lapisan pondasi bawah) karena material yang dipakai menyerupai material *subbase* pada perkerasan lentur.

Lapisan perantara diperlukan karena tanah dasar kemungkinan menjadi jenuh selama musim hujan (lapisan *subbase* berfungsi untuk mencegah terjadinya "*pumping")*. Pumping adalah peristiwa keluarnya air disertai butiran-butiran tanah melalui sambungan

dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat gerakan lendutan yang terakumulasi dibawah pelat beton.

tabel.2. 1 Perbedaan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur

No	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1	Kebanyakan digunakan hanya pada jalan kelas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang.	Dapat digunakan untuk semua volume lalu lintas.
2	*Job mix* mudah dikendalikan kualitasnya. Modulus elastitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda	Kendali kualiatas untuk *Job Mix* lebih rumit
3	Dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang lebih buruk	Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk
4	Jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu yang singkat	Kerusakan tidak merambat kebagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air
5	Indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana, terutama jika *tranverse joints* dikerjakan dan dipelihara dengan baik	Indeks pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintasnya
6	Umur rencana dapat mencapai 20 tahun	Umur relatif pendek 5-10 tahun

7	Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi. Tetapi biaya awal hampir sama untuk jenis konstruksi jalan yang berkualitas tinggi dan tidak tertutup kemungkinan bisa lebih rendah	Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah, terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu lintas rendah
8	Biaya pemeliharaan relatife ada	Biaya pemeliharaa yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku
9	Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang	Pelapisan ulang dapat dilakukan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan dan lebih mudah menentukan perkiraan lapisan ulang
10	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton itu sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan)	Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan daya dukung tanah dasar
11	Tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal pelat beton tidak termasuk pondasi	Tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar

Sumber: Buku perkerasan jalan beton semen Portland, Ary Suyawan

b) CBR

California Bearing Ratio (CBR), dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar *(modulus of subgrade reaction:k)*

CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6% untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Dapartemen Pekerjaan Umum edisi 2005 dan versi Dinas

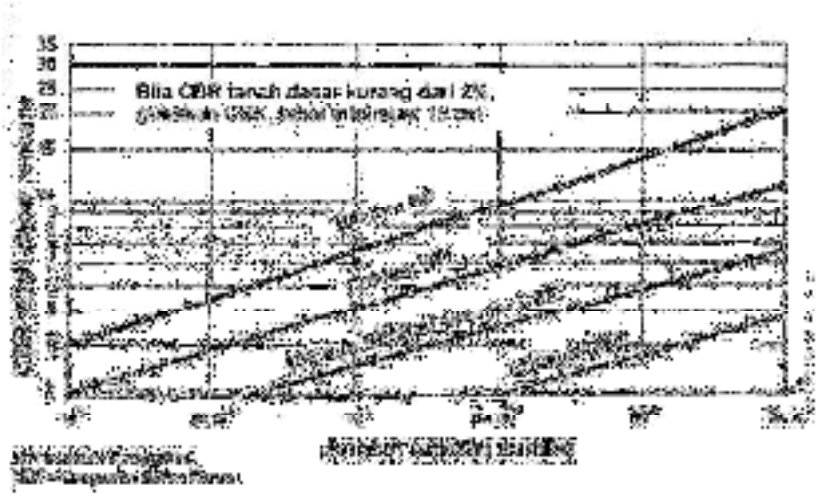
Perkerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi Tanah dasar dengan nilai CBR 5% dan atau 4% juga dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik. Masalah yang terpengaruh untuk CBR dibawah 6% adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah, atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*lean mix concrete*) setebal 15 cm

2.5 Perkerasan Jalan Beton Semen (*Rigid Pavement*) menggunakan metode Bina Marga 2003

Perencanaa dengan metode Bina Marga (2003) ini merupakan perkerasan yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak diatas pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis beraspal. Parameter perencanaan perkerasan kaku:

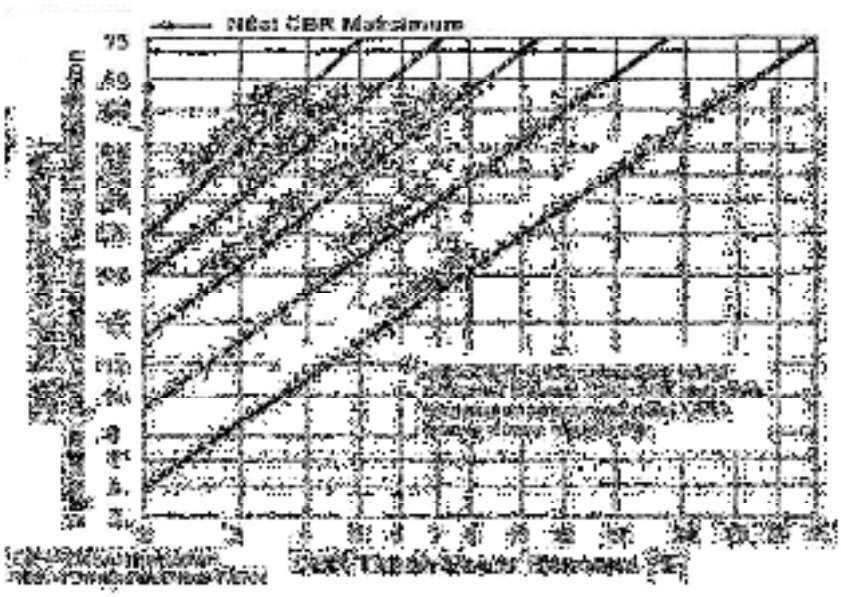
1. Tanah dasar *(subgrade)*
2. Lapis pondasi (*subbase)*

   Lapis pondasi bawah terletak antara tanah dasar dan pelat beton semen mutu tinggi. Tebal lapis pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan Pd T-14-2003 dan AASHTO M-155. Jika direncanakan perkerasan beton bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus. Tebal pondasi minimum yang disarankan dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat gambar dibawah.



gambar.2 2 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen.

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



gambar.2 3 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

3. Beton semen

   Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength)* umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok.

4. Lalu-lintas

   Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle),* sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencenaan perkerasan beton semen adalah mempunyai berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis sumbu, sebagai berikut:

- Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
- Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
- Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
- Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

5. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu-lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel dibawah.

Tabel.2. 2 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah lajur	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
Lp < 5.50m	1	1	1
5.50m ≤ Lp < 8.25 m	2	0.7	0.5
8.25m ≤ LP < 11.25m	3	0.5	0.475
11.25 ≤ Lp < 15.00m	4	-	0.45
15.00m ≤ Lp < 18.75m	5	-	0.425
18.75m ≤ Lp < 22.00m	6	-	0.4

6. Umur rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

7. Pertumbuhan lalu-lintas

Volume lalu-lintas akan bertumbuh sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor prtumbuhan lalu-lintas.

Faktor pertumbuhan lalu-lintas dapat dihitung dengan rumus:

$$R = \frac{(1+i)UR-1}{i}$$ ……..……*persamaan (2.1)*

Dimana:

R : faktor pertumbuhan lalu-lintas

i : laju pertumbuhan lalu-lintas pertahun (%)

UR : umur rencana (tahun)

8. Lalu-lintas Rencana

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

sumbu kendaraan. Untuk menghitung lalu-lintas rencana dapat dihitung menggunakan rumus:

JSKN = JSKNH x 365 x R x C …….*persamaan (2.2)*

Dimana:

JSKN : jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH : jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari

R : faktor pertumbuhan kumulatif lalu-lintas

C : koefisien distribusi kendaraan

9. Faktor keamanan beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban digunakan dengan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti pada tabel dibawah.

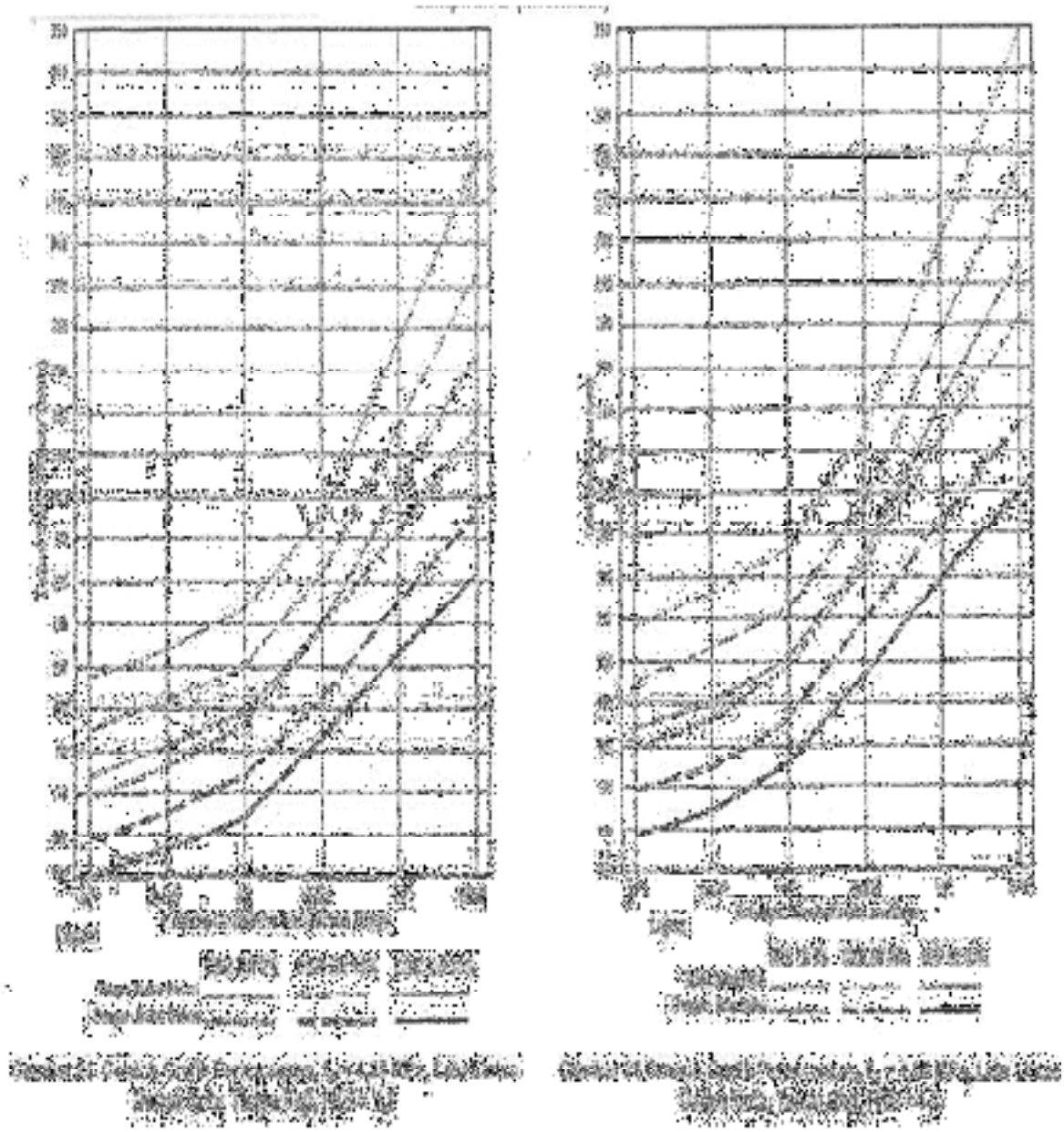
Tabel.2. 3 Faktor keamanan beban

No	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan bebas hambatan utama (*major freeway)* dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu-lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survey beban (*weight-in-motion)* dan adanya kemungkinan route alternative, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (*freeway)* dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

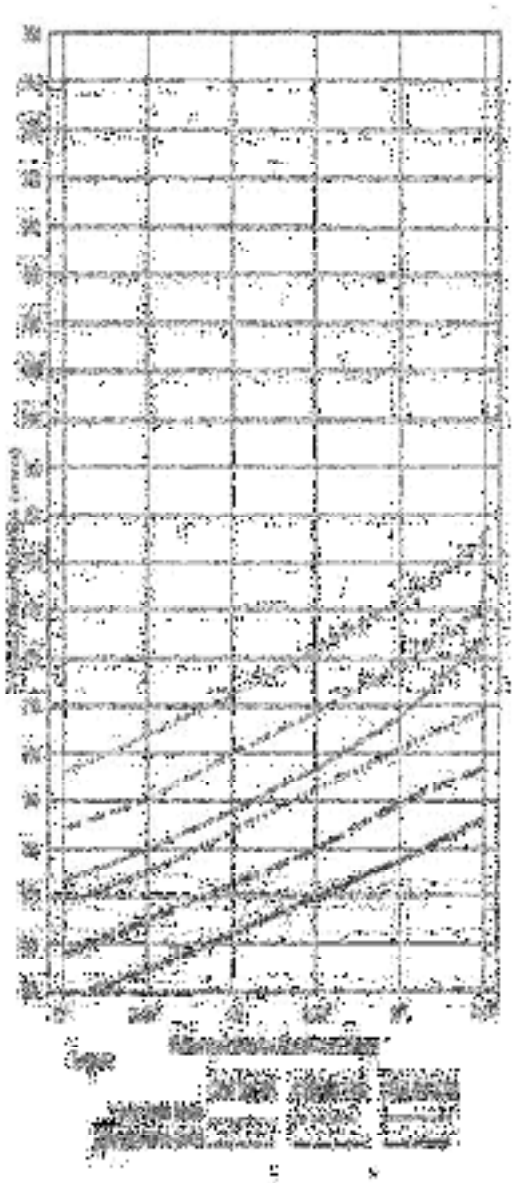
10. Taksiran tebal pelat beton

Untuk menentukan tebal taksiran pelat dapat dilihat dari gambar dibawah.

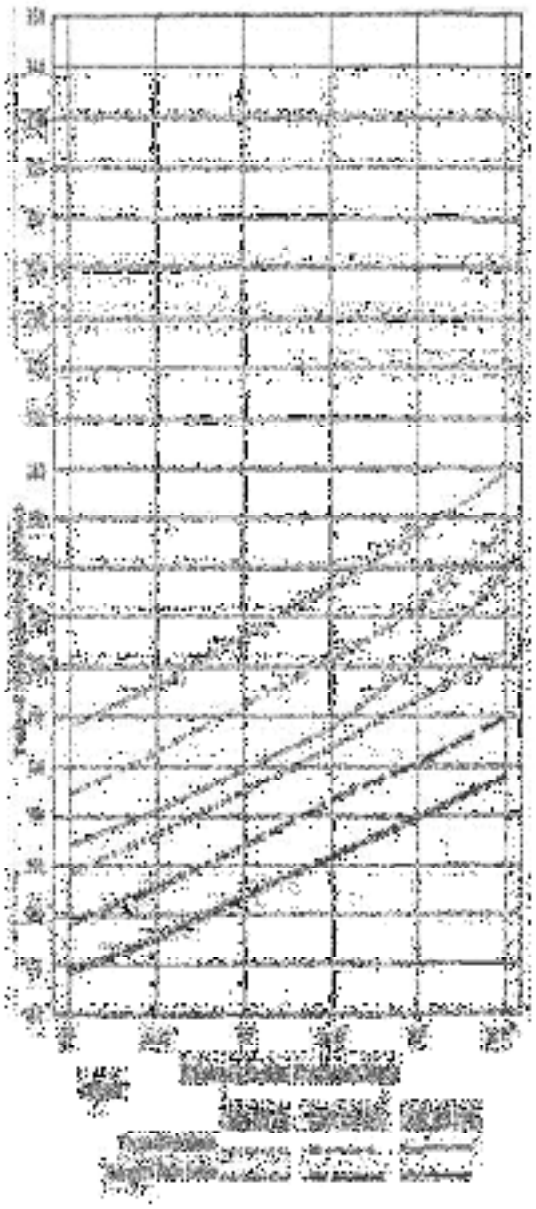


gambarl.2 4 Tebal taksiran pelat beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



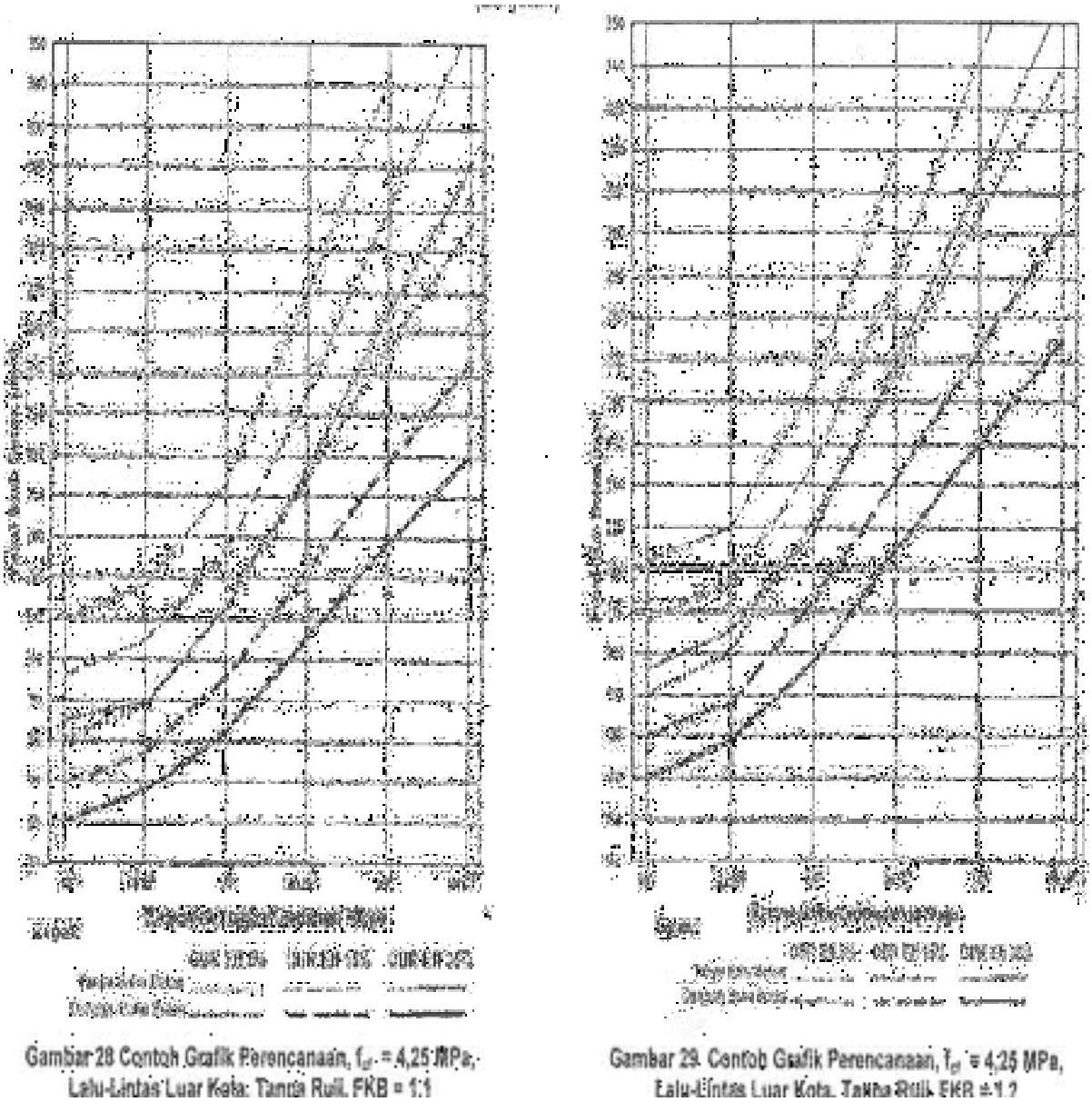
Gambar 36 Contoh Grafik Perencanaan, f_{ct} = 4,25 MPa, Lalu Lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1



Gambar 37 Contoh Grafik Perencanaan, f_{ct} = 4,25 MPa, Lalu Lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,2

gambar.2 5 Tebal taksiran pelat beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

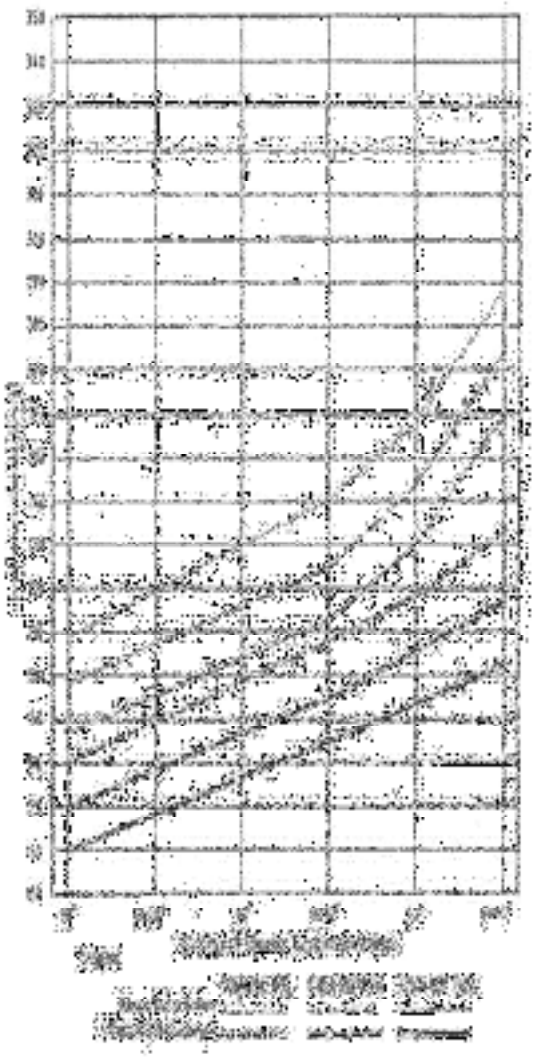


Gambar 28 Contoh Grafik Perencanaan, f_{cf} = 4,25 MPa, Lalu-Lintas Luar Kota: Tanpa Ruji, FKB = 1:1

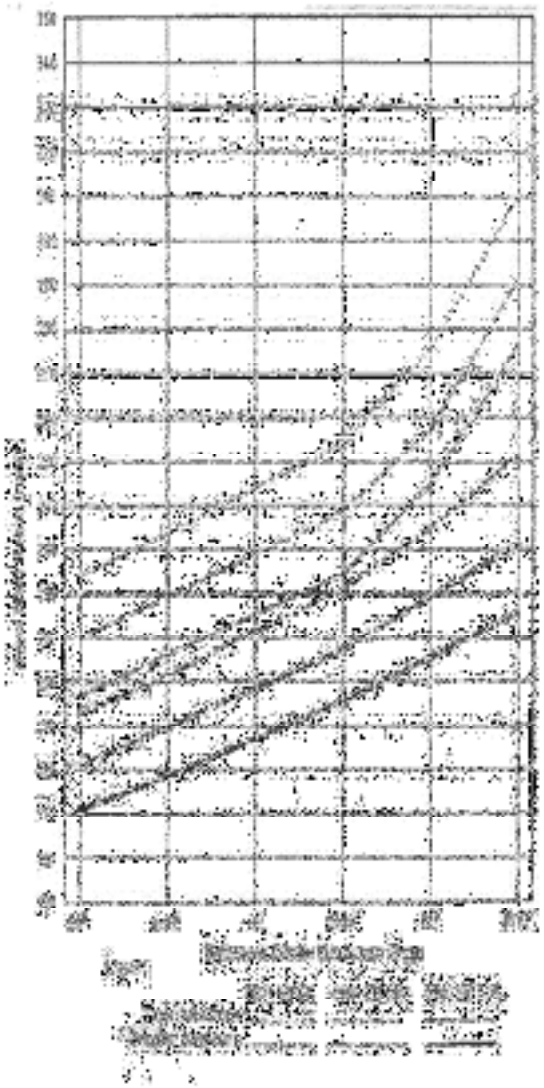
Gambar 29. Contoh Grafik Perencanaan, f_{cf} = 4,25 MPa, Lalu-Lintas Luar Kota, Tanpa Ruji, FKB = 1:2

gambar.2 6 Tebal taksiran pelat beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



Gambar 30 Contoh Grafik Perencanaan, f_{cf} = 4,25 MPa, Lalu-Lintas Luar Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1



Gambar 31 Contoh Grafik Perencanaan, f_{cf} = 4,25 MPa, Lalu-Lintas Luar Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,2

gambar.2 7 Tebal taksiran pelat beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

11. Faktor rasio tegangan (FRT)

Dalam menentukan rasio tegangan dapat menggunakan rumus:

$$FRT = \frac{TE}{f''cF} \qquad \text{…….persamaan (2.3)}$$

Dimana:

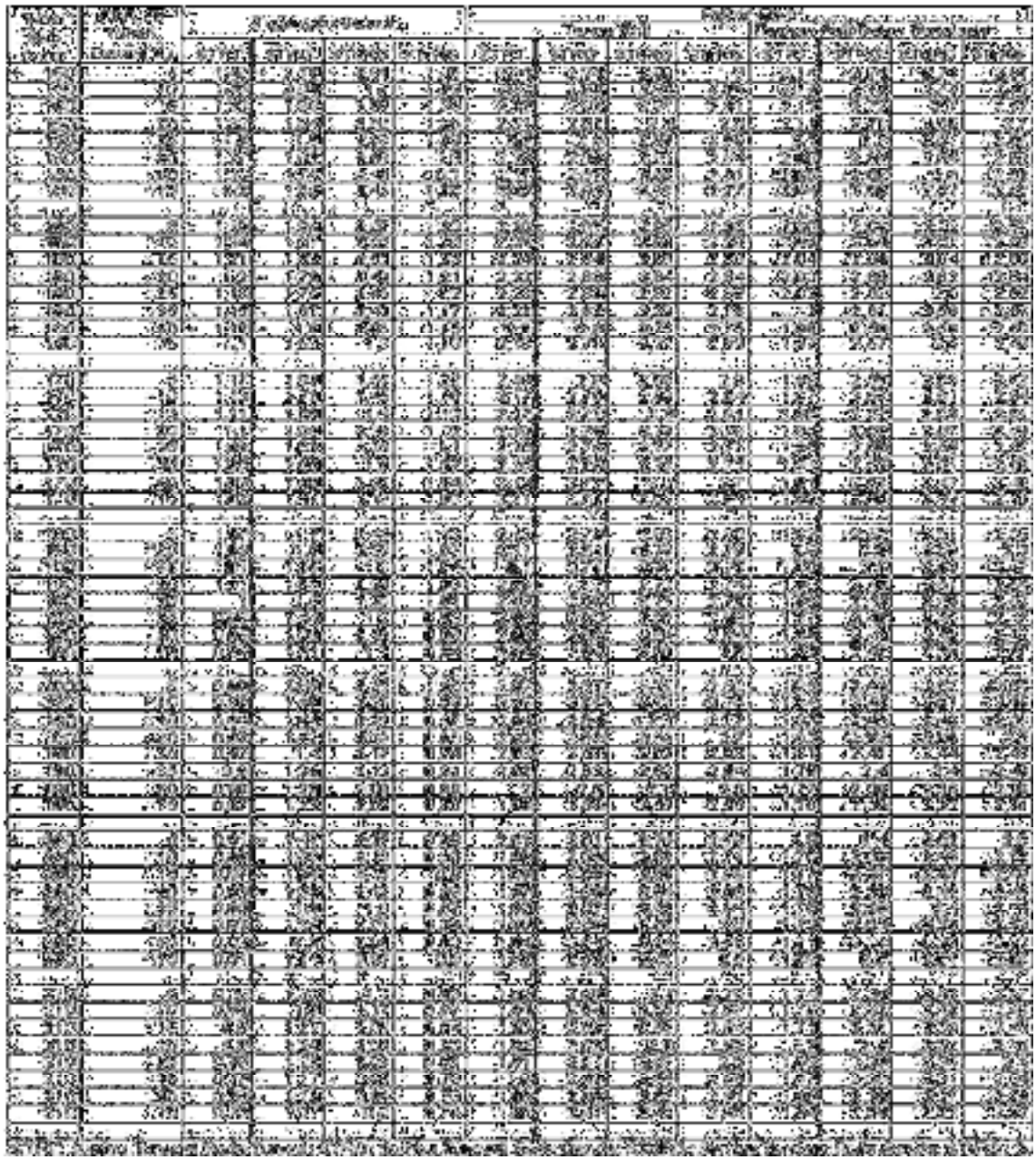
FRT : faktor rasio tegangan

TE : tegangan ekivalen

F'cf : kuat tarik beton

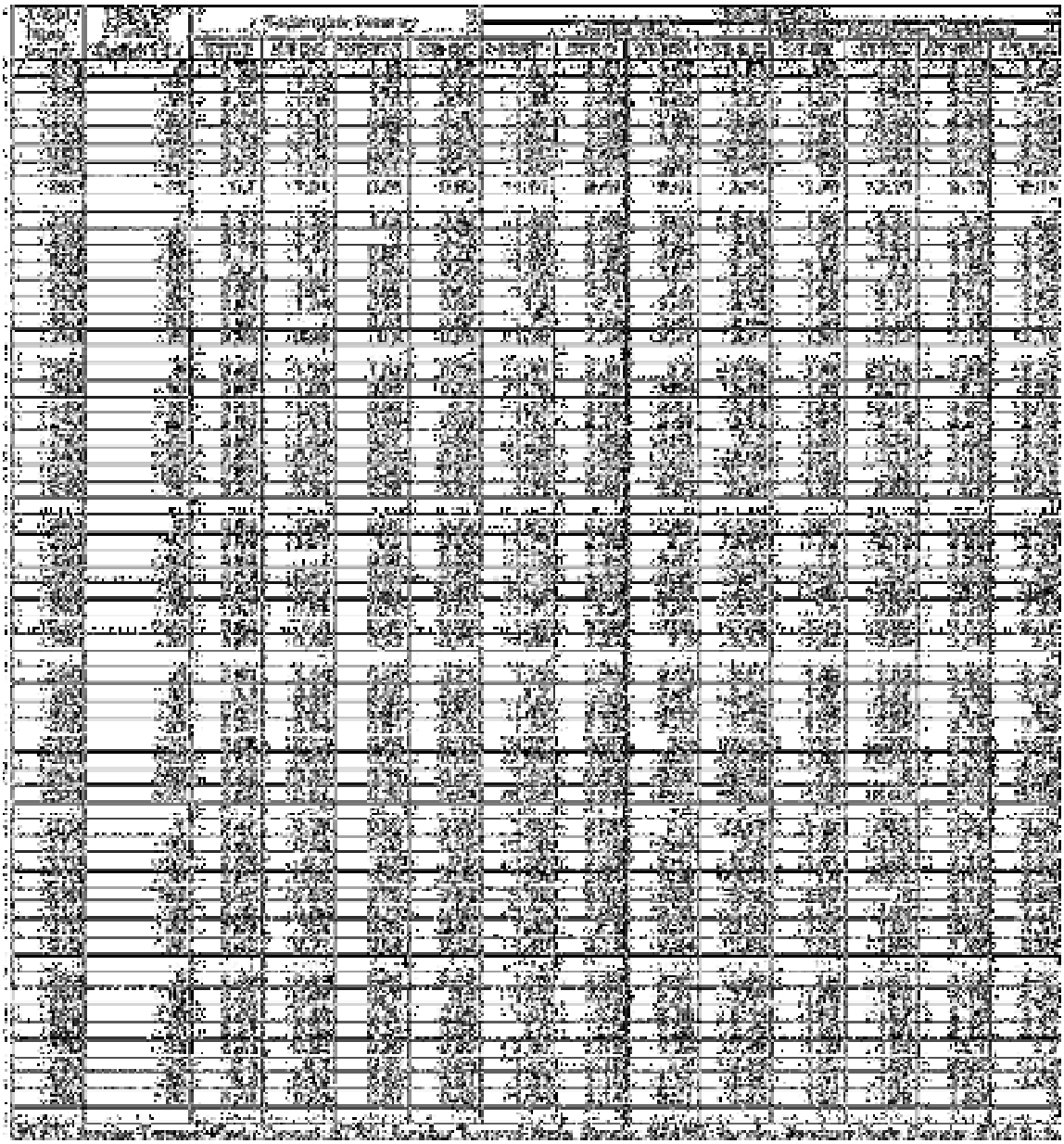
12. Analisis fatik dan Erosi

Untuk total fatik dan kerusakan erosi dihitung berdasarkan lalu-lintas selama umur rencana.jika kerusakan fatik dan erosi lebih dari 100% tebal taksiran dinaikkan dan proses perencanaan diulang, dan kerusakan erosi dan fatik harus <100%. Kerusakan fatik dan erosi dapat dilihat dari gambar berikut.



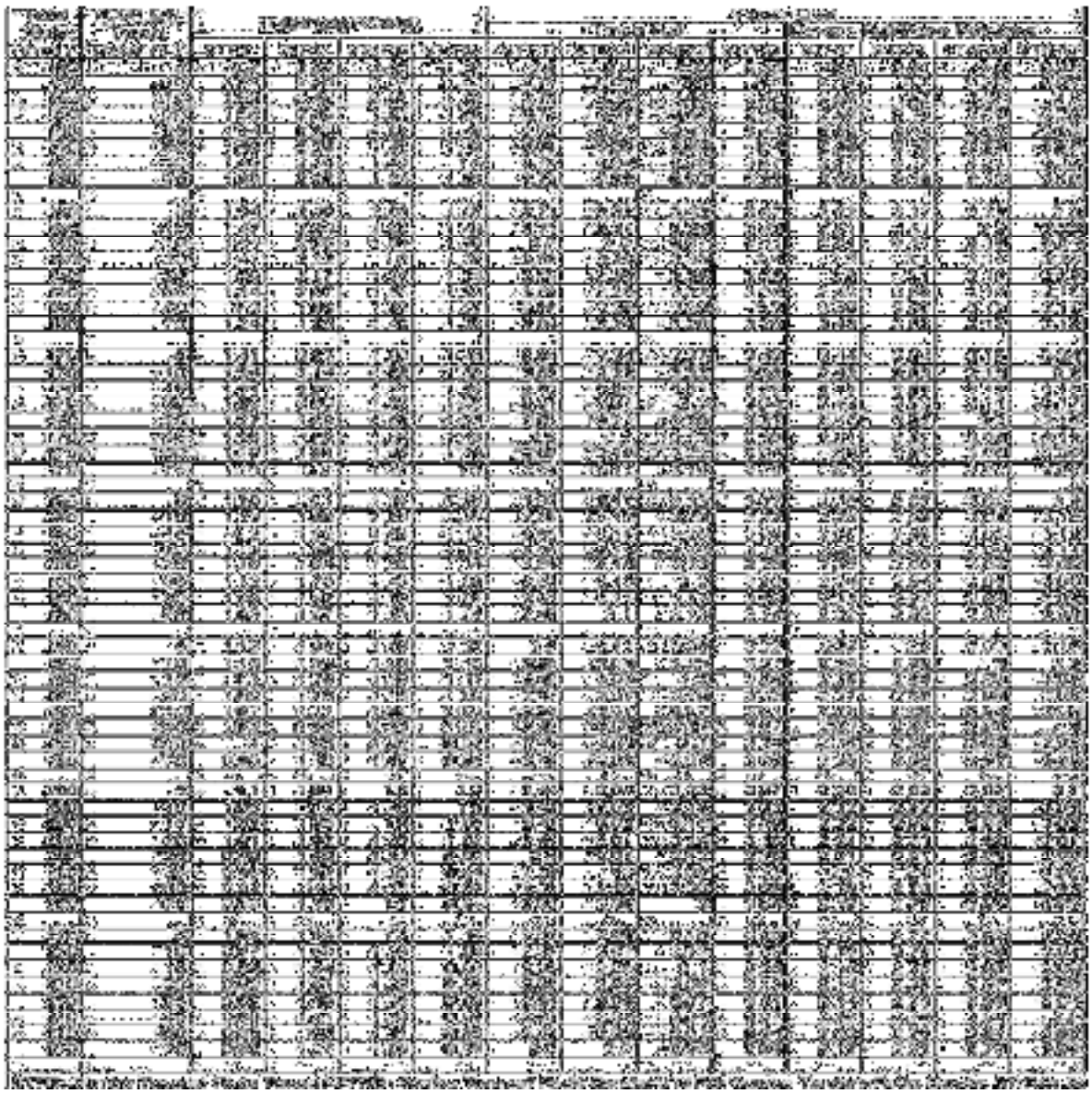
gambar.2 8 Tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk perkerasan dengan bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



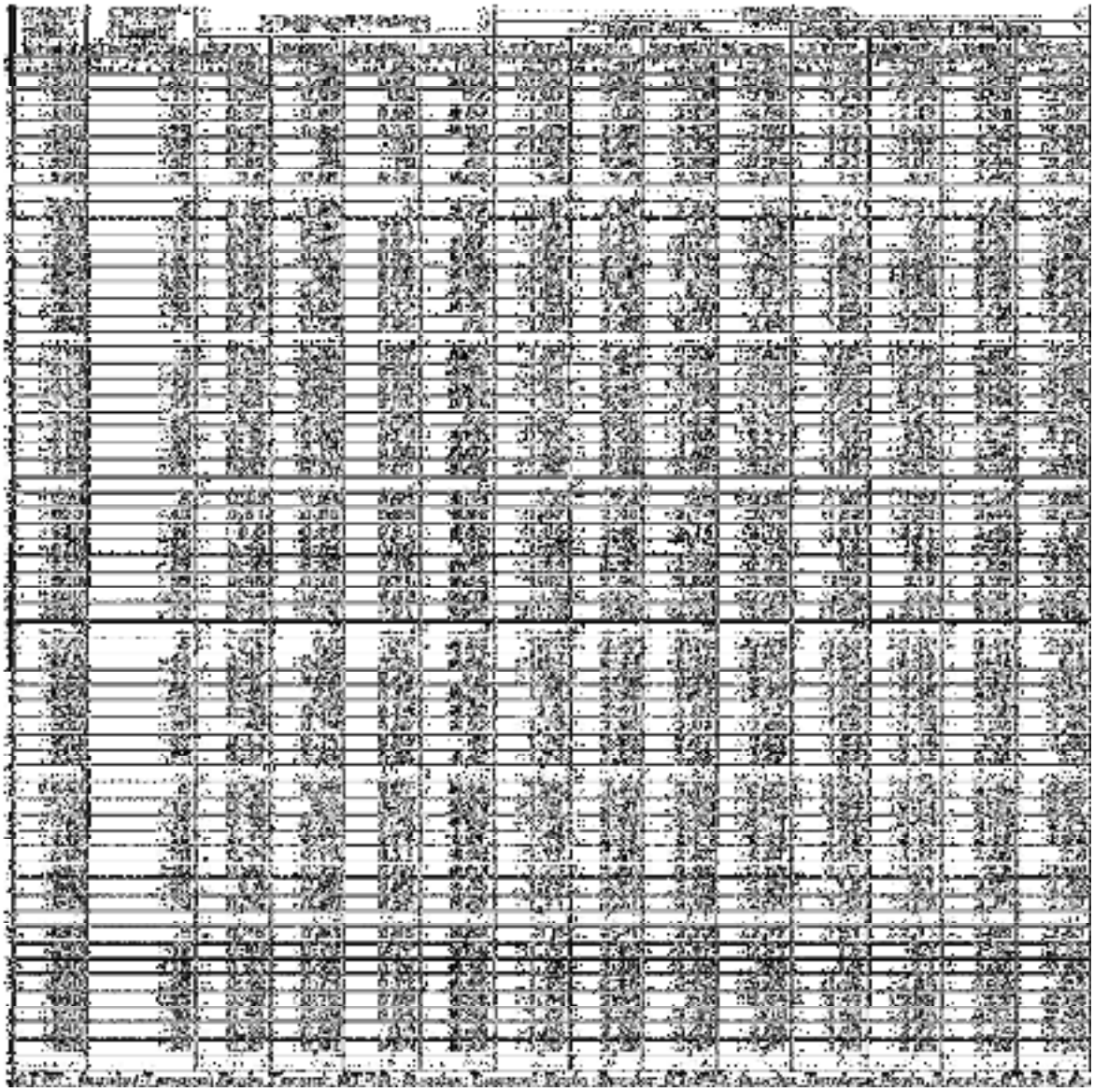
gambar.2 9 Tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk perkerasan dengan bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



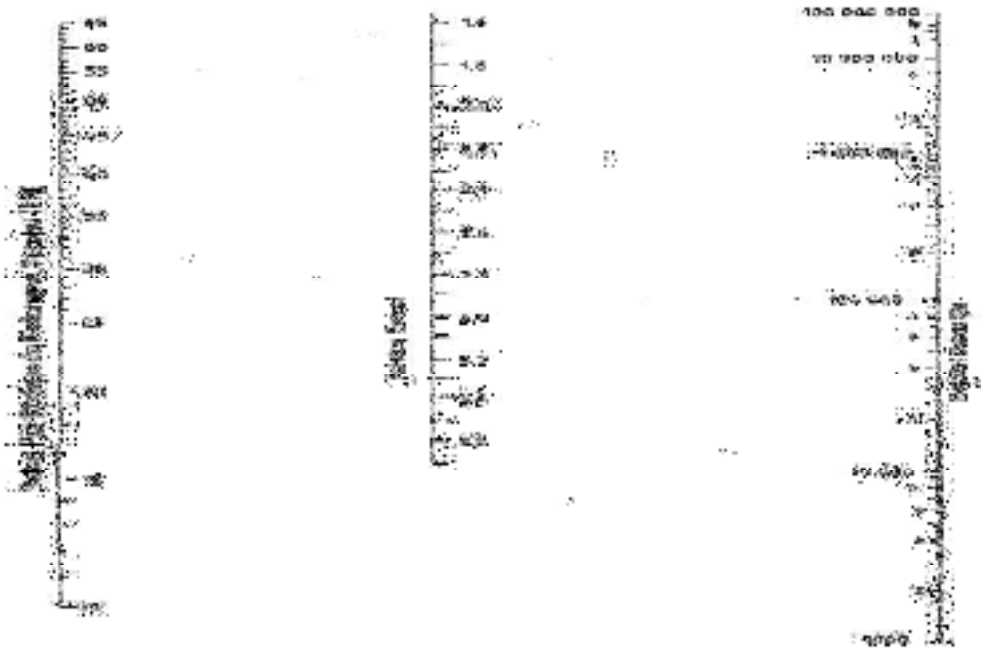
gambar.2 10 Tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk perkerasan tanpa bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



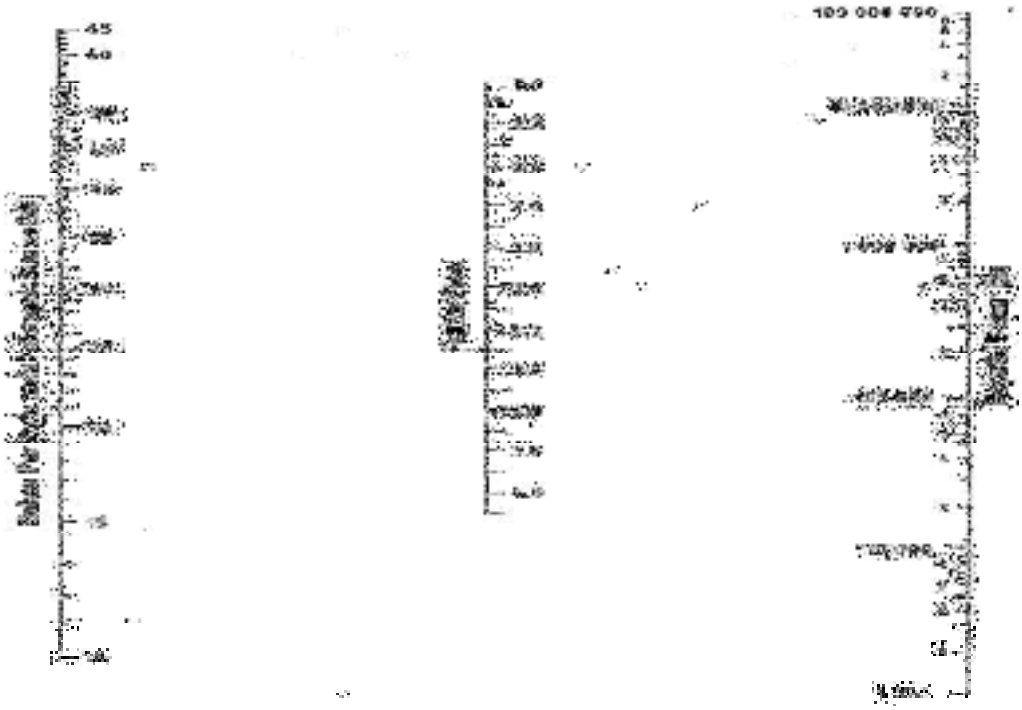
gambar.2 11 Tegangan ekivalen dan faktor erosi untuk perkerasan tanpa bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



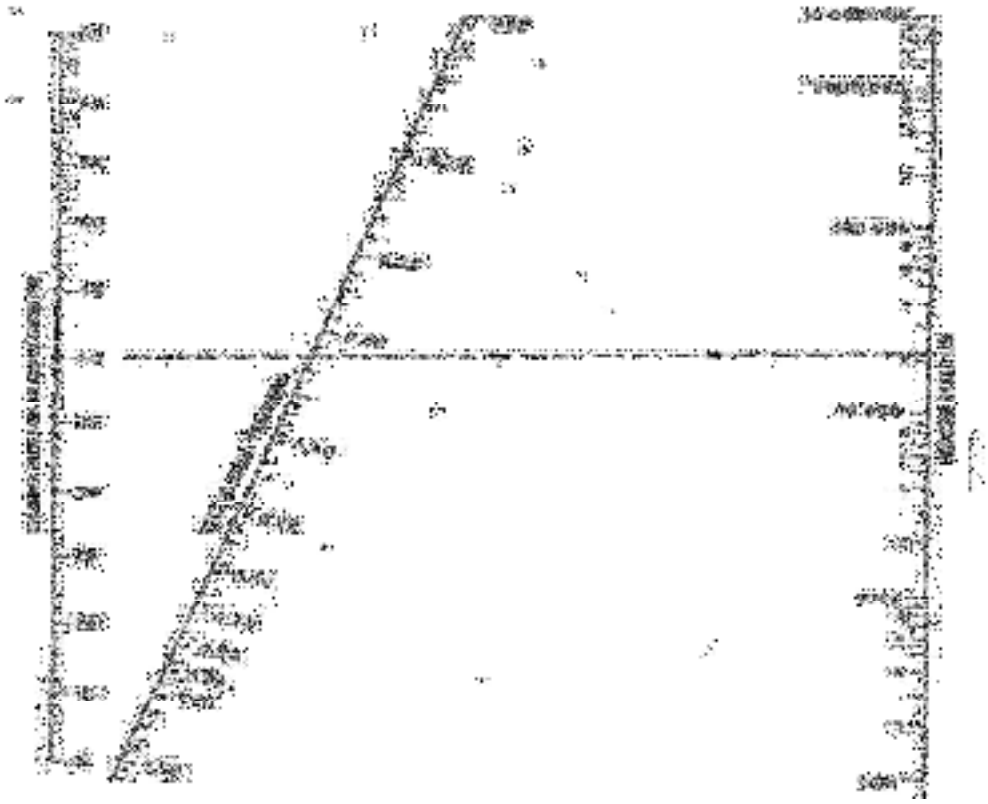
tabel.2 12 Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktorerosi dengan bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



gambar.2 13 Analisis erosi dan jumlah repetis berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003



gambar.2 14 Analisis erosi dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan dengan/tanpa bahu beton

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton semen 2003

2.6 Perkerasan Jalan Beton Semen (*Rigid Pavement*) menggunakan metode AASHTO (*American Association Of State Highway Transportation Official)*

Parameter perencanaan perkerasan kaku metode AASHTO 1993 antara lain:

1. Pertumbuhan

   Pertumbuhan lalu lintas untuk masa yang akan datang didapat dengan cara menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas (R) tiap jenis kendaraan, sebagai berikut:

   - Faktor distribusi arah D_D = 0.3 - 0.7, dan umumnya diambil 0.5 *(AASHTO 1993 hal.II-9*)
   - Faktor distribusi lajur D_L = 0.5 diambil dari tabel dibawah *(AASHTO 1993 hal. II-11)*

Tabel.2. 4 Tabel fakktor distribusi lajur (DL)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)

1	100
2	80 -100
3	60 -80
4	50 -75

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

- Vehicle damage faktor (VDF) = $\left\{\frac{\text{Beban sumbu Kendaraan}}{\text{Beban sumbu standard}}\right\}^4$

2. Traffic design, ESAL *(Equivalent Single Axle Load).*

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapat dengan mengalikan beban gandar standard kumulatif pada jalur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu-lintas.

Traffic design dalam satu tahun dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$W_{18} = LHR_J \times VDF_J \times D_D \times D_L \times 365$ *…….persamaan (2.4)*

Dimana:

W_{18} : *Traffic design* pada lajur lalu-lintas, *Equivalent Single Axle load.*

LHR_J : Jumlah lalu-lintas harian rata-rata.

D_D : faktor distribusi arah.

D_L : faktor distribusi lajur.

Untuk $W_t = W_{18} \times \frac{(1+i)\,n}{i}$ *…….persamaan (2.5)*

Dimana:

W_t : jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W_{18} : beban gandar standar kumulatif selama 1tahun

n : umur rencana

i : pertumbuhan lalu-lintas

3. Modulus reaksi subgrade (k)

Berdasarkan AASHTO 1993, nilai Modulus reaksi tanah dasar (K) ditentukan apakah *subbase* atau tidak. Pada perencanaan ini digunakan *subbase Lean Mix Concrete (LMC).* Data-data yang digunakan untuk menentukan nilai K sebagai berikut:

1. Menentukan MR tanah dasar

   Maka, nilai CBR bisa didapatkan dengan menggunakan rumus:

   MR = 1500 x CBR

   K $=\frac{MR}{19.4}$ = pci ……..*persamaan (2.6)*

- Lapis subbase : *cement aggregate mixture*
- Loss of support :1

  Faktor *Loss of support* (LS) mengacu pada tabel 2.5. (diambil dari AASHTO 1993 hal. II-27).

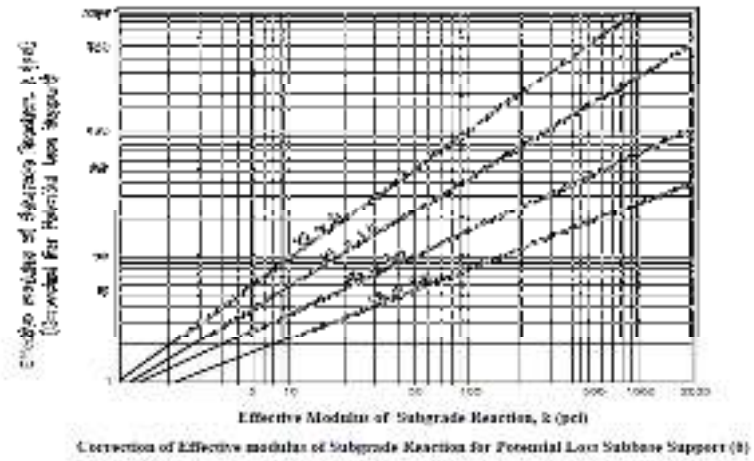
Tabel.2. 5 Loss Of Support Faktors (LS)

No	Tipe material	LS
1	Cement Treatment Granular Base (E = 1.000.000 – 2.000.000 psi)	0 -1
2	Cement Aggregate Mixtures (E = 500.000 – 1.000.000 psi)	0 -1
3	Asphalt Treated Base (E = 350.000 – 1.000.000 psi)	0 -1
4	Bituminous Stabilized Mixtures (E = 40.000 – 300.00 psi)	0 -1
5	Lime Stabilized (E = 20.000 – 70.000 psi)	1 -3
6	Unbound Granular Materials (E = 15.000 – 45.000 psi)	1 -3
7	Fine Grained / Natural Subgrade materials (E = 3.000 – 40.000 psi)	2 -3

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

- Koreksi *effective modulus of subgrade reaction,* didapat k = dari gambar.
- Dari literature *Highway Enginering,*Clarkson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996 didapat k = dari gambar.

Koreksi modulus of subgrade reaction (k), menggunakan grafik pada gambar 2.15. *(diambil dari AASHTO 1993 hal. II-42).*



gambar.2 15 Effective Modulus of Reaction, k (psi) Subgrade

Pendekatan nilai modulus Reaksi Tanah Dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan k seperti gambar 2.16. Diambil dari literatur *Highway Engineering (Teknik Jalan Raya),* Clarkson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996.

gambar.2 16 Hubungan antara (k) dan (CBR*)*

4. *Flexural strength*

   Berdasarkan spesifikasi umum jalan *rigid pavement* di Indonesia mensyaratkan *flexural strength* (Sc) = 45 kg/cm^2 = 640 psi.

5. *Reability*

   Untuk nilai *reability* dapat dilihat dari tabel 2.6. *(diambil dari AASHTO 1993 hal. II-9).*

Tabel.2. 6 Loss Of Support Faktors (LS)

fungsi jalan	Rekomendasi	
	Urban	Rural
Bebas hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri	80 -99	75 – 95
Kolektor	80 -95	75 -95
Lokal	50- 80	50 -80

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

6. *Serviceability*

   Terminal serviceability index mengacu pada tabel 2.7. (diambil dari tabel AASHTO 1993 hal. II-10).

Tabel.2. 7 Terminal serviceability (Pt)

Percent of people stating unacceptable	p_t
12	3,0
55	2,5
85	2

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

Initial serviceability untuk *rigid pavement*: p_o = 4,5 (diambil dari AASHTO 1993).

Total loss of serviceability: $\Delta PSI = p_o - p_t$

7. *Standard nominal deviation* (ZR)

   Standard nominal deviation mengacu pada tabel 2.8. *(diambil dari AASHTO 1993 hal. I-62).*

Tabel.2. 8 Standard normal deviation

Relibialitas (%)	**Standard Normal Deviate (Zo)**
50	0
60	-0.25
70	-0.52
75	-0.67
80	-0.84
85	-1.04
90	-1.28

91	-1.34
92	-1.41
93	-1.48
94	-1.56
95	-1.65
96	-1.75
97	-1.88
98	-2.05
99	-2.33
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

8. *Standard deviation* (So) untuk *rigid pavement* : S_o = 0,30 – 0,40 (diambil dari AASHTO 1993 hal.I-62).
9. Modulus elastisitas beton (E_c)

   $E_c = 57.000\sqrt{Fc'}$ ……*persamaan (2.7)*

   Dimana:

   Ec = Modulus elastisitas beton (psi)

   F_c' = Kuat tekan, silinder (psi)

10. *Load Transfer* (J)

    Load transfer coefficient (J) mengacu pada tabel 2.9. (diambil dari AASHTO 1993 hal. II-26).

Tabel.2. 9 Load Transfer Coefficient

Shoulder	Asphalt		Tied PCC	
Load transfer devices	Yes	No	Yes	No
Pavement type				
1. Plain jointed & jointed reinforced	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
2. CRCP	2.9 - 3.2	N/A	2.3 - 2.9	N/A

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

11. *Drainage Coefficient* (C_d)

a. Variable faktor Drainase

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase.

- Variable pertama: mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.
- Variable kedua: persentase struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat mendekati jenuh air (*saturated)*, dengan variasi < 1 %, 1 – 5 %, 5 -25 %, > 25 %.

b. Penetapan Variabel Mutu Drainase

Penetapan variabel pertama mengacu pada tabel 2.10. (diambil dari AASHTO 1993 hal. II-22), dan dengan pendekatan sebagai berikut:

- Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan, relative kecil berdasar hidrologi yaitu berkisar 70 – 95% air yang jatuh diatas jalan aspal /beton akan masuk ke sistem drainase.
- Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk kepondasi jalan, inipun relatif kecil terjadi, karena adanya *road side ditch*, *cross drain,* dan muka air tertinggi didesain terletak dibawah *subgrade*.
- Pendekatan dengan lama dan frekuensi hujan, yang rata-rata hujan terjadi selama 3 jam per hari dan jarang sekali terjadi hujan terus menerus selama 1 minggu.

Maka waktu pemutusan 3 jam (bahkan kurang bila memperhatikan butir (b). dapat diambil sebagai pendekatan dalam penentuan kualitas drainase, sehingga pemilihan mutu drainase antara *good - excelent*.

Tabel.2. 10 Quality of Drainage

Quality of drainage	Water removed within
Excellent	2 jam
Good	1 hari
Fair	1 minggu
Poor	1 bulan
Very Poor	Air tidak terbebaskan

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

c. variabel prosen perkerasan terkena air

Dalam prosen struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan asumsi sebagai berikut:

Tabel.2. 11 Koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran		C
Binkot	Jalan beton dan aspal	0.70 - 0.95
Imam Subarkah	Jalan aspal	0.70 - 0.95
	Jalan beton dan aspal	0.80 -0.95

Sumber: Hidrologi, Imam Subarkah.

$$\text{Pherf} = \frac{T\ jam}{24} \times \frac{T\ hari}{365} \times \text{WL} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{persamaan (2.8)}$$

Tjam = 3 jam per hari

Thari = 35 % x 365 hari = 128 hari hujan dalam setahun.

Dimana:

Pherf = Prosen hari effective hujan dalam setahun (%)

Tjam = Rata-rata hujan per tahun (jam)

Thari = Rata-rata jumlah hari hujan per tahun (hari)

WL = Faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan.

Drainage coefficient (C_d) mengacu pada tabel 2.12. *(*diambil dari AASHTO 1993 hal. II-26*)*.

Tabel.2. 12 Drainage coefficient

	Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation			
Quality of drainage	< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
Excellent	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.1
Good	1.20 - 1.15	1.15 - 1.1.10	1.10 - 1.00	1
Fair	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.9
Poor	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.8
Very Poor	1.0 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.7

Sumber: perencanaan perkerasan jalan beton metode AASHTO 1993

12. Penentuan tebal pelat

$$\text{Log}_{10}\ \text{Wt} = Z_R\ \text{So} + 7{,}35\ \log(D+1) - 0{,}06 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4{,}5-1{,}5}}{1+\frac{1{,}624\ x\ 10\ 7}{(D+1)8{,}46}}$$

$$+ (4{,}22\text{-}0{,}32\text{pt}) \times \log_{10} \frac{SC\ Cd\ x\ (D0{,}75 - 1{,}132)}{215{,}63\ x\ J\ x\ (\ D0{,}75 - \frac{18{,}42}{(Ec{:}k)0{,}25}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textit{persamaan (2.9)}$$

Dimana:

W_{18} = *Traffic design, Equivalent Single Axle Load* (ESAL).

Z_R = Standar normal deviasi.

S_O = Standar deviasi.

D = Tebal pelat beton (inchi /cm).

ΔPSI = *Serviceability loss* = P_o - P_t.

P_o = *Initial Serviceability*.

P_t = *Terminal serviceability index.*

S^1_C = *Modulus of rupture* (psi).

C_d = *Drainage coefficient*.

J = *Load transfer coefficient*.

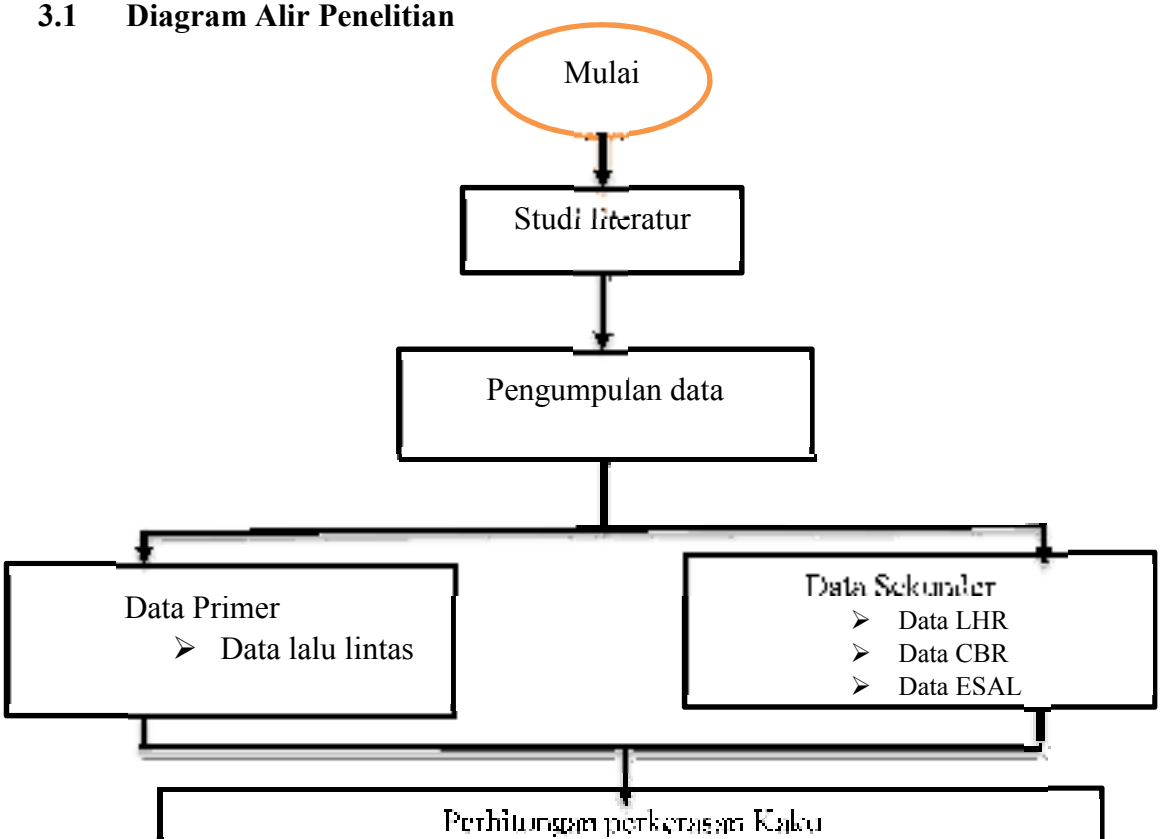
E_c = Modulus elastisitas (psi).

K = Modulus reaksi tanah dasar (pci)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



3.2 Studi Literatur

Sebelum melakukan penelitian ini, terlebih dahulu penulis mencari dan mempelajari setiap refrensi yang berkaitan dengan judul penelitian. Metode AASHTO dan Metode Bina Marga adalah refrensi utama dalam penelitian ini. Dengan cara mencari dalam buku lain dan jurnal penelitian tentang teknik sipil merupakan suatu refrensi tambahan untuk penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

3.3 Pengumpulan data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini bersifat asumsi. Dimana peneliti menggunakan nilai CBR tanah dasar yaitu 3%, 6%, 9%. Maka dari data ini dilakukan penelitian untuk mendapatkan hubungan tanah dasar terhadap perkerasan dengan metode AASHTO dan metode Bina Marga. Untuk data-data lainnya disesuaikan berdasarkan asumsi sesuai dengan keperluan penelitian.

3.4 Data lalu-lintas

Karena penelitian ini bersifat literatur, maka data lalu-lintas bersifat asumsi dari peniti untuk mengetahui beban lalu-lintas kendaraan dan jumlah total volume lalu-lintas pada lokasi perencanaan sebagai dasar untuk memperkirakan dan merencanakan beban yang akan dilalui jalan tersebut.

3.5 Data CBR

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan 3 nilai CBR yang berbeda, yaitu CBR 3%, CBR 6%, CBR 9% agar mendapatkan hasil yang lebih valid.

3.6 Perhitungan Perkerasan Kaku

Dalam perhitungan perkerasan kaku, peneliti menggunakan 2 metode yaitu: perhitungan dengan metode Bina Marga dan Perhitungan dengan Metode AASHTO. Penggunaan 2 metode ini bertujuan hasil yang lebih efektif dalam suatu perencanaan perkerasan kaku.

3.7 Analisa data

Analisa data berisi parameter perhitungan tebal pelat. Yang membedakan parameter perencanaan tebal pelat untuk metode Bina Marga dan AASHTO sebagai berikut:

Bina Marga	AASTHO
Menggunakan sumbu kendaraan niaga (LHR)	Menggunakan ESAL (*Equivalent Single Axle Load)*
Menentukan repetisi ijin untuk setiap sumbu	Tanah dasar dinyatakan dalam modulus reaksi tanah dasar (k)
Menghitung kerusakan fatik dan kerusakan erosi. Total kerusakan fatik dan erosi harus < 100%	Menggunakan nilai *flexural strength*
	Menggunakan *Reability* untuk mengetahu tingkat resiko kegagalan
	Menggunakan koefisien drainase

3.8 Kesimpulan dan Saran

Didalam ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian dan masukan (saran) yang diberikan peneliti.