

**ANALISA PERENCANAAN DIMENSI TULANGAN PERKERASAN
KAKU STA 42+750 – STA 47+600 PADA RUAS JALAN TOL
KUALANAMU- TEBING TINGGI
(STUDI KASUS)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Memperoleh Gelas Sarjana
Teknik Di Teknik Universitas Medan Area**

Oleh:

Martyannawa Vinhanggi N

NPM : 14. 811.0113



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2017**

**ANALISA PERENCANAAN DIMENSI TULANGAN PERKERASAN
KAKU STA 42+750 – STA 47+600 PADA RUAS JALAN TOL
KUALANAMU - TEBING TINGGI (STUDI KASUS)**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Martyannawa Vinhanggi N

14.811.0113

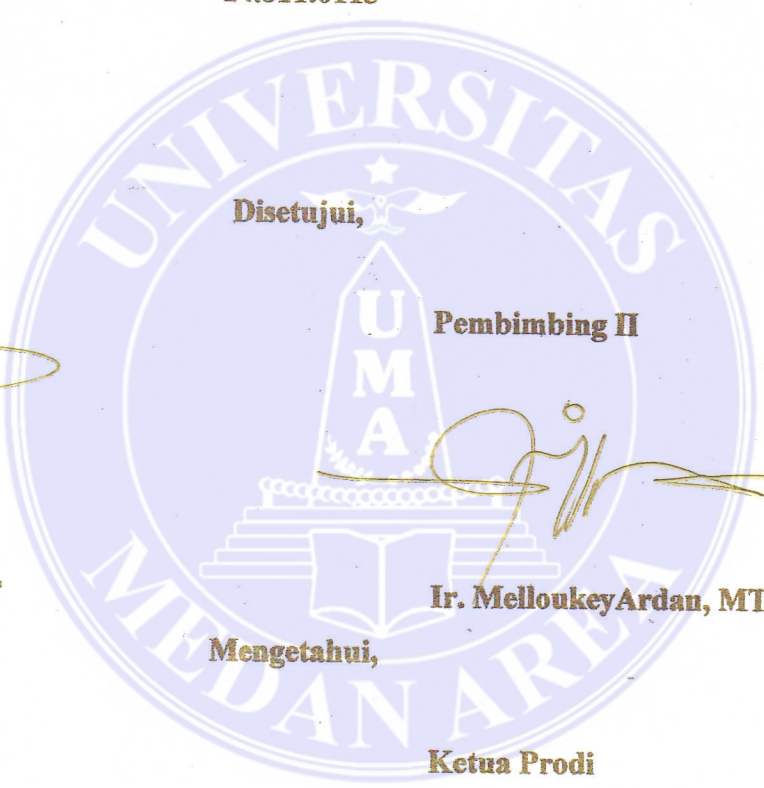
Pembimbing I



Ir. H. Irwan, MT

Disetujui,

Pembimbing II



Ir. Melloukey Ardan, MT

Mengetahui,

Dekan

Ketua Prodi

Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc



Ir. Kamaluddin Lubis, MT



LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sajana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian- bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi- sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, September 2017

Penulis



Martyannawa Vinhanggi N

NPM 14.811.0113

ABSTRAK

Jalan tol merupakan suatu jalan alternatif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas ataupun untuk mempersingkat jarak dari suatu tempat ke tempat lain. jalan tol termasuk klasifikasi jalan arteri yang melayani volume lalu lintas yang tinggi dan konfigurasi kendaraan-kendaraan berat.

Dengan kondisi perkembangan lalu lintas yang tinggi dan berdampak pada perkembangan pengguna jalan tol, tampaknya pembangunan jalan tol ini sangat diperlukan. Direktorat Jendral Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, cq. Proyek Unit Pelaksana Medan- Kualanamu Pembangunan Jalan Tol (Pemberi Kerja) sebagai Manajer Proyek akan membangun jalan tol baru. Jalan tol baru ini untuk menghubungkan Jalan Tol Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi dengan bandara KNIA.

Tebal lapisan perkerasan kaku menggunakan metode Pd T-14-2003. Prinsip metode ini adalah prinsip kelelahan (*fatigue*) dimana perbandingan antara tegangan lentur beton yang terjadi akibat beban roda dan kuat lentur beton menurun maka jumlah repetisi pembebanan sampai runtuh (*failure*) akan meningkat.

Dari hasil perhitungan diperoleh tebal lapis perkerasan kaku setebal 28 cm dan untuk tulangan memanjang dipakai tulangan yang diameternya 12 mm dengan jarak 25 cm antar tulangan sebanyak 21 batang serta tulangan memanjang dipakai tulangan yang diameternya 12 mm dengan jarak 25 cm antar tulangan sebanyak 21 batang. Sedangkan data yang diperoleh dari lapangan tebal lapis yang digunakan setebal 30 cm dan menggunakan diameter 12 mm pada tulangan memanjang dan melintang.

Kata kunci : Rigid Pavement, Analisa Tebal Perkerasan Jalan

ABSTRACT

Toll road is an alternative way to overcome traffic jams or to shorten the distance from one place to another. Toll roads include the classification of arterial roads that serve high traffic volumes and the configuration of heavy vehicles.

Given the high traffic conditions and the impact on the development of toll road users, it seems that the construction of this toll road is necessary. Directorate General of Highways, Ministry of Public Works and People's Housing, cq. Project Manager of Medan- Kualanamu Toll Road Construction (Employer) as Project Manager will build new toll road. The new toll road is to connect the Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi Highway to the KNIA airport.

The thickness of the rigid pavement layer using the method of Pd T-14-2003. The principle of this method is the principle of fatigue (fatigue) where the ratio between the bending stress of the concrete that occurs due to the wheel load and the flexural strength of the concrete decreases then the number of repetition loading until collapse (failure) will increase.

From the calculation results obtained thickness of rigid pavement layer as thick as 28 cm and for reinforcement used reinforcement diameter 12 mm with a distance of 25 cm between reinforcement as much as 21 bars and reinforcement bars used reinforced diameter 12 mm with a distance of 25 cm between reinforcement as much as 21 stems. While the data obtained from the thickness of the plywood used as thick as 30 cm and using a diameter of 12 mm in the elongated and transverse reinforcement.

Keywords: *Rigid Pavement, Pavement Thickness Analysis*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, perlindungan, serta kasih sayang- Nya yang tidak pernah berhenti mengalir dan selalu menyertai, yang selalu diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari keberhasilan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari pihak- pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. A Ya'kub Matondang, MA., sebagai Rektor Universitas Medan Area;
2. Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT., sebagai Dosen Pembimbing I yang memberikan bimbingan, waktu dan kesabaran dalam memberikan ilmu dalam penyusunan skripsi;
5. Bapak Ir. Melloukey Ardan, MT., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, waktu dan kesabaran dalam memberikan ilmu serta masukan dalam penyusunan skripsi;
6. Bapak Ir. Adi Wikanto., sebagai Pimpinan PT. Yodya Karya yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan penelitian;
7. Bapak Ir. Darwin Hutabarat., sebagai Pimpinan PT. Yodya Karya yang telah memberikan bimbingan dalam pengolahan data dan ijin pengambilan data penelitian;
8. Seluruh staff PT. Yodya Karya yang banyak membantu dalam memberikan referensi dalam penyusunan skripsi;
9. Semua keluarga, saudara dan teman- teman terutama orang tua yang memberikan dukungan secara moril, maupun materi serta waktu yang diluangkan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan penulisan skripsi ini dan dapat digunakan sebagai referensi buku bagi pembacanya.

Medan, Juli 2017

Penulis

Martyannawa Vinhanggi N



DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pengertian Jalan.....	4
2.2 Perkerasan Jalan.....	5
2.3 Perkerasan Kaku (Rigid Pavement).....	6
2.4 Jenis Perkerasan Kaku.....	10
2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan.....	11
2.6 Sambungan.....	12
2.7 Perencanaan Tulangan.....	19
2.8 Pola Sambungan.....	20
2.9 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan.....	22
2.10 Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan.....	23

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1 Teknik Penelitian	26
3.2 Metode Pengumpulan Data	27
3.3 Teknik Pengolahan Data.....	27
3.4 Bagan Alur Penelitian.....	28
3.5 Metode Perencanaan.....	30
3.7 Perumusan Lalu Lintas	31
3.8 Laju Rencana dan Koefisin Distribusi.....	32
3.9 Faktor Keamanan Beban.....	33
3.10 Prosedur Perencanaan.....	33
3.11 Perencanaan Tebal Pelat.....	33
3.12 Kondisi Daerah Perencanaan.....	34
3.13 Metode Lendutan.....	35
 BAB 4 HASIL PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	 38
4.1 Lokasi Penelitian.....	38
4.2 Perhitungan Tebal Lapis	38
4.3 Analisa Perhitungan Tulangan	44
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	 48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48

DAFTAR KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur.....	9
Tabel 2.2	Diameter Ruji.....	15
Tabel 2.3	Ukuran dan Berat Tulangan Polos.....	23
Tabel 3.1	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C) Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.....	32
Tabel 3.2	Faktor Keamanan Beban (Fkb).....	33
Tabel 3.4	Ketentuan Sifat- sifat Campuran Lapis Pondasi Agregat.....	36
Tabel 3.4	Ketentuan Sifat- sifat Campuran Laston (AC).....	37
Tabel 4.1	Jumlah Beban Sumbu Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Bebannya.....	40
Tabel 4.2	Reptisi Sumbu Rencana.....	41
Tabel 4.3	Tebal Agregrat kelas B untuk Perbaikan Tanah Dasar.....	43
Tabel 4.4	Tegangan Ekvivalen, Faktor Erosi dan Repetisi Beban Izin.....	43
Tabel 4.5	Analisa Fatik dan Erosi.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Susunan Lapisan Perkerasan Kaku.....	7
Gambar 2.2	Susunan Lapisan Perkerasan Kaku tanpa Lapisan Perantara.....	8
Gambar 2.3	Susunan Lapisan Perkerasan Kaku dengan Lapisan Perantara.....	8
Gambar 2.4	Sambungan Memanjang	14
Gambar 2.5	Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang	14
Gambar 2.6	Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji.....	16
Gambar 2.7	Sambungan Susut Melintang dengan Ruji.....	16
Gambar 2.8	Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur.....	17
Gambar 2.9	Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan.....	17
Gambar 2.10	Contoh Persimpangan yang membutuhkan Sambungan Isolasi.....	18
Gambar 2.11	Sambungan Isolasi.....	18
Gambar 2.12	Tampak Atas Penempatan Sambungan Isolasi pada Manhole.....	19
Gambar 2.12	Tampak Atas Penempatan Sambungan Isolasi pada Lubang Masuk Saluran.....	20
Gambar 2.13	Potongan Melintang Perkerasan dan Lokasi Sambungan.....	21
Gambar 2.14	Detail potongan Melintang Sambungan Perkerasan	22
Gambar 3.1	Bagan Alur Penelitian.....	30

Gambar 3.2	Kondisi Daerah Perencanaan.....	34
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian.....	38



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. 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 sering diakibatkan oleh beban kendaraan yang melebihi beban maksimum yang diijinkan dan faktor lingkungan.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan pada bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain- lain. Jalan beton semen merupakan jalan yang lapisan permukaannya dibuat dari beton semen. Perkerasan jalan beton bersifat kaku/rigid karena modulus elastisitasnya yang tinggi sehingga penyebaran beban roda lalu lintas ke tanah dasar cukup luas sehingga peranan daya dukung tanah dasar tidak terlalu penting. Berbeda dengan tipe jalan aspal yang membutuhkan daya dukung tanah yang besar.

Menurut Dipohusodo, jalan beton di dapat dari pencampuran bahan- bahan agregat kasar dan agregat halus yaitu pasir, batu, batu pecah atau semacam bahan lainnya dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Menurut Wiryanto (2000), jalan beton semen merupakan jalan yang sangat efektif pada saat ini menjadi solusi untuk menanggulangi kerusakan jalan akibat beban kendaraan yang berat.

Jalan tol Kualanamu- Tebing Tinggi merupakan klasifikasi jalan arteri yang menghubungkan Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi dengan Bandara Kualanamu menggunakan perkerasan kaku (rigid). Perencanaan konstruksi perkerasan merupakan hal yang sangat penting dalam pembangunan jalan apalagi jalan tol. Skripsi ini membahas tentang perencanaan tebal perkerasan kaku dan dimensi tulangan yang digunakan pada proyek jalan tol Kualanamu- Tebing Tinggi.

Berdasarkan uraian diatas maka memilih judul “Analisa Perencanaan Dimensi Tulangan Jalan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Tol Kualanamu- Tebing Tinggi” sebagai judul skripsi.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah menganalisa perhitungan penulangan serta membandingkan hasil perhitungan yang diperoleh di lapangan pada Ruas Jalan Tol Kualanamu- Tebing Tinggi. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan tebal lapis dan dimensi penulangan perkerasan kaku pada Ruas Jalan Tol Kualanamu- Tebing Tinggi.

1.3.Perumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan yang telah diuraikan di latar belakang masalah ada beberapa hal yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapakah tebal lapis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*)?
2. Bagaimana hasil perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan yang efisien?

3. Berapakah dimensi penulangan perkerasan kaku pada Ruas Jalan Tol Kualanamu- Tebing Tinggi?

1.4.Batasan Masalah

Dalam Penelitian ini penulis memberi batasan sebagai berikut:

1. Tidak membahas mengenai pemilihan material, perhitungan pondasi bawah dan perhitungan CBR untuk menghindari penyimpangan pengolahan data yang terlalu jauh dan agar pembahasan tidak terlalu luas serta sesuai dengan kelengkapan perolehan data.
2. Tidak membahas mengenai perhitungan struktur jalan tol karena lokasi jalan tol yang diteliti berhubungan langsung dengan permukaan tanah.

1.5.Sistematika Pembahasan

Berdasarkan judul yang diteliti terdapat beberapa sistematika pembahasan antara lain:

1. Perhitungan tebal pelat beton
 - Menganalisis lalu lintas dengan menghitung jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya.
 - Menghitung repetisi sumbu yang terjadi
 - Menghitung tebal pelat beton
2. Perhitungan Tulangan
 - Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan

- Perkerasan beton bersambung dengan tulangan
 - a) Tulangan memanjang
 - b) Tulangan melintang
- Perkerasan beton menerus dengan tulangan
 - a) Tulangan memanjang
 - b) Pengecekan jarak teoritis antar retakan



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, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel, Jalan Umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, Jalan Khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri dan Jalan Tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaanya diwajibkan membayar tol.

Karena jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi sebagai bagian jalan, termasuk bagian pelengkapanya, suatu tempat atau area yang berbentuk jalur yang digunakan sebagai prasarana transportasi, baik menggunakan kendaraan maupun jalan kaki, maka harus memenuhi persyaratan sesuai dengan fungsinya.

Fungsi transportasi adalah memindahkan barang atau orang dari satu tempat ketempat lain, dengan cara aman, nyaman, lancar, dan ekonomis.

Aman berarti barang atau orang yang dipindahkan tidak rusak atau cidera karena kecelakaan atau gangguan lainnya, dan nyaman berarti selama proses

memindahkan/ perjalananan pemakai jalan merasa enak dan bisa menikmati tanpa ada gangguan, sedangkan lancar berarti tidak ada hambatan yang berarti, sehingga barang atau orang bisa sampai pada tujuan sesuai dengan waktu yang direncanakan. Selain persyaratan tersebut di atas proses pemindahan orang/ barang harus ekonomis, berarti biaya pemakai jalan rendah. Hal ini bisa tercapai apabila jarak yang diambil jarak yang terletak dan semua standar yang digunakan diambil standar minimal dalam batas aman.

2.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas.

Agregat yang dipakai adalah berupa batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil sampingan peleburan baja. Bahan ikat yang dipakai adalah berupa aspal, semen dan tanah liat.

Perkerasan jalan mempunyai persyaratan kuat, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Sedangkan lapisan atas badan jalan menggunakan bahan khusus yang secara konstruktif harus lebih baik daripada badan jalan.

2.3. Jenis Perkerasan Jalan

Dari jenis pengikat yang dipergunakan ada 3 jenis perkerasan yaitu: Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat, Perkerasan Komposit, yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) terdiri dari hanya 3 (tiga) lapis yaitu: Lapisan atas/permukaan/*surface* yaitu lapisan campuran agregat dan aspal sebagai bahan pengikat, Lapisan pondasi (*Base*) yaitu terdiri dari selapis agregat baik dengan aspal (*bonded*) ataupun tanpa aspal (*unbond*), Lapisan pondasi bawah (*Subbase*) yaitu terdiri dari satu lapis bahan berbutir yang pada umumnya tidak menggunakan bahan pengikat. Ketiga lapisan ini diletakkan pada tanah dasar (*subgrade*) yang rata dan padat. Bersifat fleksibel (tidak kaku) karena modulus elastisitasnya (E) tidak terlalu tinggi ($\pm 10.000 \text{ kg/cm}^2$) sehingga penyebaran beban roda lalu lintas ke tanah dasar tidak terlalu lebar/luas. Hal ini berakibat bahwa peranandaya dukung tanah dasar tidak terlalu penting.

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) mempunyai karakteristik sebagai berikut secara struktural (utama) terdiri dari satu lapis yang berupa selapis beton mutu tinggi ($F_x = 45 \text{ kg/cm}^2$ atau 375 kg/cm^2), Lapis di bawahnya disebut *subbase* yang tidak terlalu berperan sebagai struktur, bersifat rigid/kaku karena nilai modulus elastisitasnya (E) cukup tinggi ($\pm 250.000 \text{ kg/cm}^2$) sehingga penyebaran beban roda lalu lintas olehnya ke tanah dasar cukup luas.

Perkerasan Komposit (Perkerasan Gabungan Kaku dan Lentur). Perkerasan komposit yang menggabungkan perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Perkerasan komposit ini sering digunakan untuk *runway* atau lapangan terbang. Sebagai contoh perkerasan kaku dari pelat beton semen sebagai lapis pondasi dan aspal beton sebagai lapis permukaan.

2.4. Perkerasan Kaku (*Rigid Pevement*)

Perkerasan Beton Semen didefinisikan sebagai perkerasan yang mempunyai lapisan dasar beton dari *PortlandCement* (PC). Menurut Ir. Nyoman Suaryana, MSc dalam buku berjudul perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) tahun 2001, berdasarkan struktur perkerasannya, perkerasan kaku dibedakan menjadi: Perkerasan beton tanpa tulangan dengan sambungan atau *Joined Plain Concrete Pavement* (JPCP), Perkerasan beton bertulang dengan sambungan atau *Joined Plain Concrete Pavement* (JRCP). Perkerasan beton bertulang menerus atau *Continously Reinforced Concrete Pavement*.

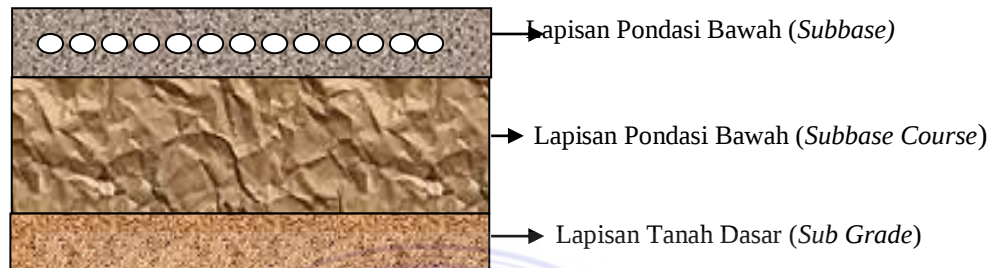
Tetapi hampir seluruh perkerasan kaku di Indonesia umumnya dari jenis JPCP yaitu berupa pelat beton yang diberi sambungan melintang setiap 4-5 m. Sambungan tersebut berguna meneruskan beban dari satu pelat ke pelat berikutnya dan umumnya digunakan dowel.

Tujuan dari pemasangan tulangan pada perkerasan kaku adalah bukan untuk mencegah retak, tetapi untuk mengikat setiap retak yang terjadi sehingga perkerasan kaku secara struktural tetap menjadi satu kesatuan. Retak yang terjadi dapat diakibatkan oleh perubahan temperatur/kadar air, tahanan geser antar layer.

2.4.1 Susunan dan Material serta Sifat Perkerasan Kaku

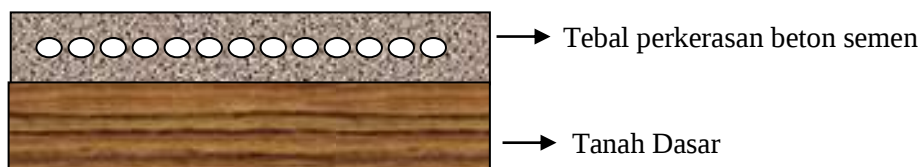
Sebelum mulai melakukan perencanaan, terlebih dahulu diketahui secara garis besar tentang perkerasan kaku (*rigid pavement*). Prosedur perencanaan perkerasan kaku berdasarkan perencanaan yang dikembangkan oleh NAASRA (*National Association Of Australian State Road Authotities*). Dalam buku ini

untuk perencanaan perkerasan kaku digunakan NAASRA. Secara umum, susunan lapisan pada perkerasan kaku seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.1. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku
Sumber : Ari Suryawan, 2005

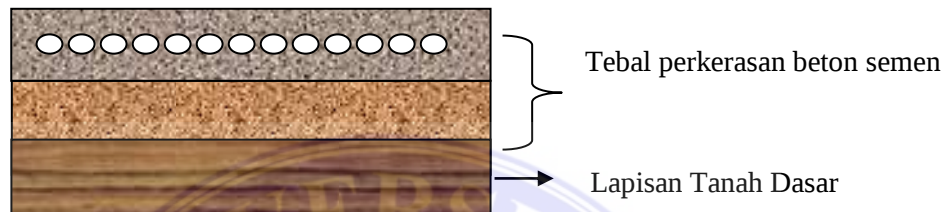
- b. Dalam pelaksanaan, ditemui susunan perkerasan kaku jalan beton semen tanpa lapisan perantara dan lapisan perantara.
- Lapisan Perantara adalah beton (*concrete*) langsung dicor di atas tanah dasar (*subgrade*), hal ini disebabkan karena tanah dasar berupa tanah yang teguh, atau tanah dari jenis berbutir (kepasiran), tanah dasar mudah diresapi dan mengalirkan air hujan (tanah granular atau berpori-pori), pelaksanaan konstruksi jalan tidak mensyaratkan perlu adanya lapisan tanah dasar yang tetap teguh dilewati alat- alat berat, selama pekerjaan perkerasan dilaksanakan.



Gambar 2.2. Susunan Perkerasan Kaku tanpa Lapisan Perantara
Sumber: Ari Suryawan, 2005

- Dengan Lapisan Perantara adalah terdapat lapisan perantara antara tanah dasar (*subgrade*) dengan perkerasan jalan beton semen

(concrete). Lapisan perantara disebut sebagai lapisan base (*base course* atau lapisan pondasi atas), tetapi sebagian orang menyebut sebagai lapisan sub base (lapisan pondasi bawah) karena material yang dipakai menyerupai material *sub base* pada perkerasan lentur.



Gambar 2.3. Susunan Perkerasan Kaku dengan Lapis Perantara
Sumber: Ari Suryawan, 2000

Lapisan perantara diperlukan karena tanah dasar kemungkinan menjadi jenuh selama musim hujan (lapisan *subbase* berfungsi untuk mencegah efek “*pumping*”), tanah berupa tanah yang sulit mengalirkan air hujan (dari tanah dominan lempung), tanah dasar dapat dipengaruhi “efek pembekuan” (*Frost Action* selama musim dingin, bukan di daerah tropis).

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	<i>Job mix</i> mudah dikendalikan kualitasnya. Modulus elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda	Kendali kualitas untuk <i>Job Mix</i> 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 singkat	Kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air.
5	Indeks pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana, terutama jika <i>transverse joints</i> 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 rencana 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 relatif ada	Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar daripada perkerasan kaku
9	Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang	Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan dan lebih mudah menentukan perkiraan pelapisan ulang
10	Kekuatan konstruksi perkerasan kaku lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton 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 di atas tanah dasar.

2.5. Jenis Perkerasan Kaku

Jenis perkerasan kaku yang akan dijelaskan adalah Perkerasan Beton Semen. Perkerasan beton semen didefinisikan sebagai perkerasan yang mempunyai lapisan dasar beton dari *Portland Cement* (PC).

Perkerasan jalan beton semen (*Concrete Pavement*) pertama kali digunakan di kota Bellefontaine, negara bagian Ohio, Amerika Serikat, pada tahun 1891. Sebagian perkerasan jalan ini masih berfungsi sampai saat ini, sesudah $\pm$ 117 tahun dan dijadikan “Monumen Nasional” oleh Asosiasi Teknik Sipil Amerika.

Menurut NAASRA ada 5 jenis perkerasan kaku yaitu Perkerasan Beton Semen Bersambung tanpa tulangan atau *Jointed Plain Concrete Pavement* (JPCP), Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan atau *Jointed Reinforced Concrete Pavement* (JRCP), Perkerasan Beton Semen Menerus dengan Tulangan atau *Continuously Reinforced Concrete Pavement* (CRCP), Perkerasan Beton Semen Pratekan atau *Prestressed Concrete Pavement* (PCP), Perkerasan Beton Semen Menerus dengan Tulangan serta Baja (fiber) atau *Continuously Concrete Composite Pavement*.

2.6. Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode dari perencanaan perkerasan kaku Pd T-14-2003 adalah ketahanan pelat dalam menerima beban lalu lintas. Dengan demikian yang menjadi pembatas utama bukanlah kekuatan pelat dalam menerima repetisi tegangan yang timbul akibat beban. Untuk mengatasi repetisi pembebanan lalu lintas dengan konfigurasi

dan beban sumbunya, dalam perencanaan tebal pelat, ditetapkan prinsip kelelahan (*fatigue*). Prinsip tersebut didasarkan anggapan bahwa apabila perbandingan tegangan perbandingan antara tegangan lentur beton yang terjadi akibat beban roda dengan kuat lentur beton menurun, maka jumlah repetisi pembebanan sampai runtuh (*failure*) akan meningkat.

Metode AASTHO, konsep perencanaan beton semen cara AASTHO adalah bahwa yang direncanakan tersebut setelah mengalami repetisi beban lalu lintas seperti yang direncanakan akan mengalami penurunan indeks permukaan sehingga mencapai suatu harga tertentu sesuai dengan yang direncanakan. Dengan kata lain, kriteria dari akhir umur rencana jalan tersebut adalah bila indeks permukaan telah mencapai suatu nilai tertentu sesuai dengan yang direncanakan, yang merupakan awal dari *functional failure* perkerasan tersebut dan *structural failure*.

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas 2 model kerusakan yaitu: retak fatik (leleh) tarik lentur pada pelat, erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat rentak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu lintas yang digunakan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/ kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik dan kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikkan dan proses perhitungan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100% (menggunakan metode Pd T-14-2003).

2.7. Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenteng serta beban lalu-lintas, memudahkan pelaksanaan, mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain sambungan memanjang, sambungan melintang, sambungan isolasi. Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

a. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Tie bars merupakan potongan baja profil yang dipasang pada lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antara sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus

dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_t = 204 \times b \times h, \text{ dan}$$

$$l = (38,3 \times \phi) + 75$$

dengan pengertian:

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2)

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

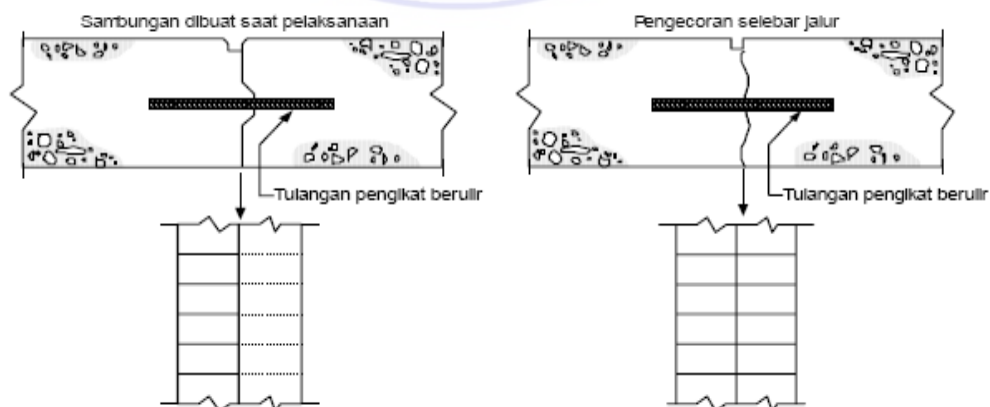
h = Tebal pelat (m)

l = Panjang batang pengikat (mm)

ϕ = Diameter batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

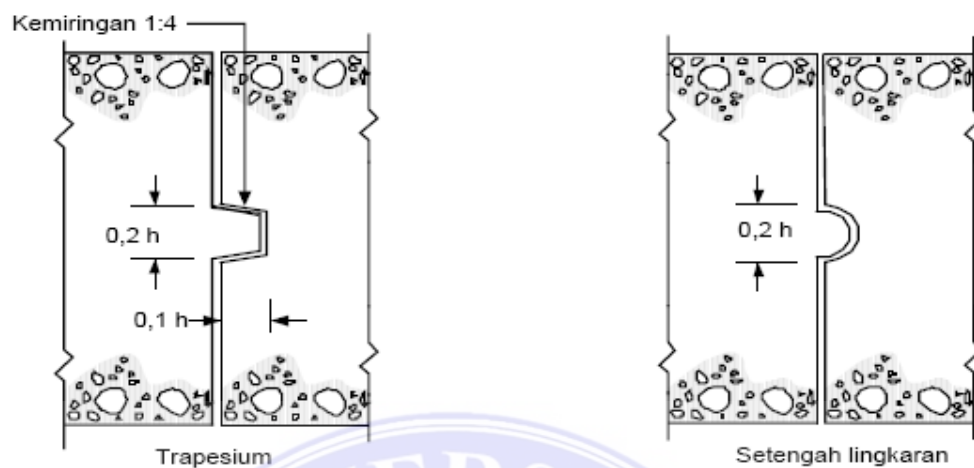
b. Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Sambungan Memanjang

Sumber: Pd T 14-2003



Gambar 2.5 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang

Sumber: Pd T 14-2003

Sebelum penghamparan pelat beton disebelahnya, permukaan sambungan pelaksanaan harus dicat dengan aspal atau kapur tembok untuk mencegah terjadinya ikatan beton lama dengan yang baru.

c. Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara ini yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari pelat.

d. Sambungan Susut dan Sambungan Pelaksanaan Melintang

Ujung sambungan ini harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang jalan dan tepi perkerasan. Untuk mengurangi beban dinamis, sambungan melintang harus dipasang dengan kemiringan 1 : 10 searah perputaran jarum jam.

e. Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapisan pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat

untuk lapisan pondasi stabilisasi semen sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3.10 dan gambar 3.11.

Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

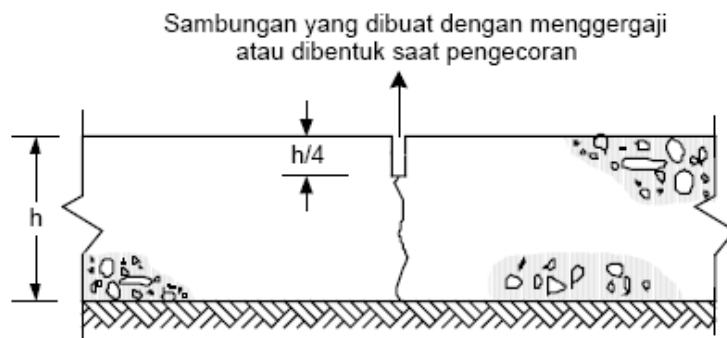
Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji (*dowel*) yang merupakan baja polos yang digunakan sebagai sarana penyambung/ pengikat pada *rigid pavement* dengan panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan memengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton.

Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Diameter Ruji

No	Tebal Pelat Beton h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, SNI, Pd T 14-2003:14



Gambar 2.6 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji

Sumber: Pd T 14-2003



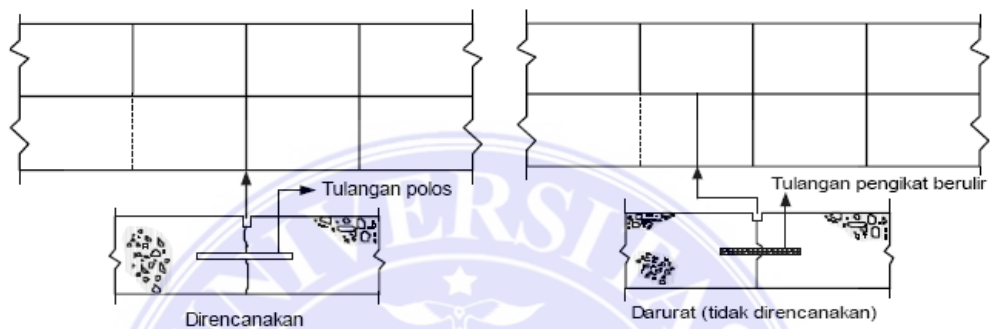
Gambar 2.7 Sambungan Susut Melintang dengan Ruji

Sumber: Pd T 14-2003

f. Sambungan Pelaksanaan Melintang

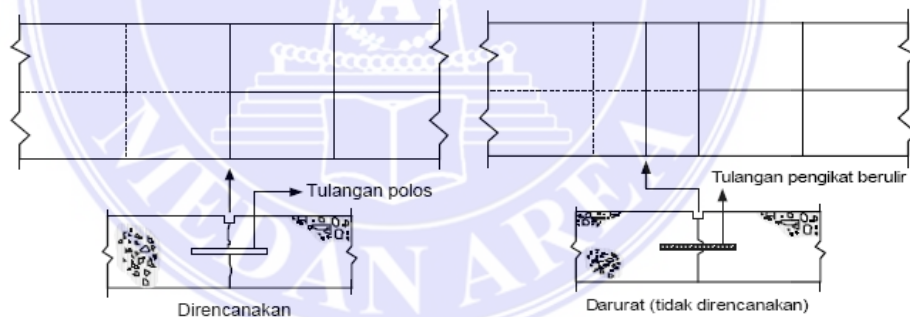
Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat/ harus menggunakan batanf pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan ditengah tebal pelat. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada gambar 2.8 dan gambar 2.9.

Sambungan pelaksanaan tersebut di atas harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat sampai 17 cm. Untuk ketebalan lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat berdiameter 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.



Gambar 2.8 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Per Lajur

Sumber: Pd T 14-2003



Gambar 2.9 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan yang Tidak Direncanakan Untuk Pengecoran Seluruh Lebar Perkerasan

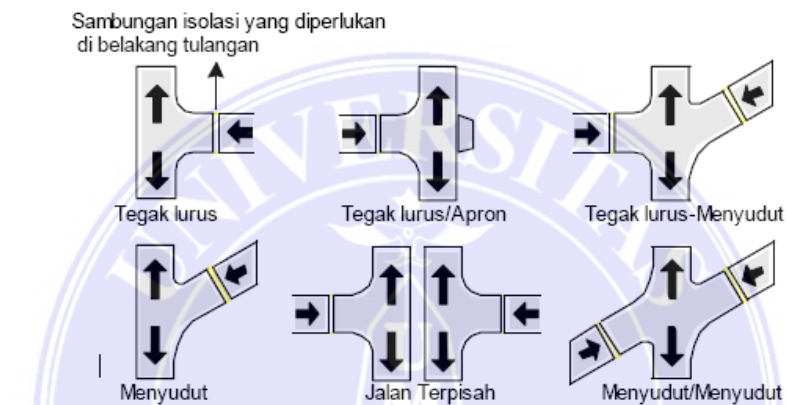
Sumber: Pd T 14-2003

g. Sambungan Isolasi

Sambungan isolasi memisahkan perkerasan dengan bangunan yang lain, misalnya manhole, jembatan, tiang listrik, jalan lama, persimpangan dan lain

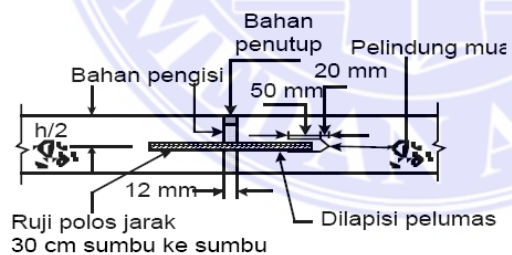
sebagainya. Contoh persimpangan yang membutuhkan sambungan isolasi diperlihatkan pada gambar 2.10.

Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (*joint sealer*) setebal 5-7 mm dan sisanya diisi dengan bahan pengisi (*joint filler*) sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.11.

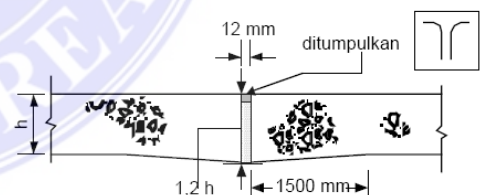


Gambar 2.10 Contoh Persimpangan yang Membutuhkan Sambungan Isolasi

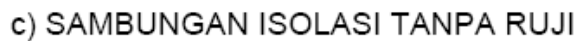
Sumber: Pd T 14-2003



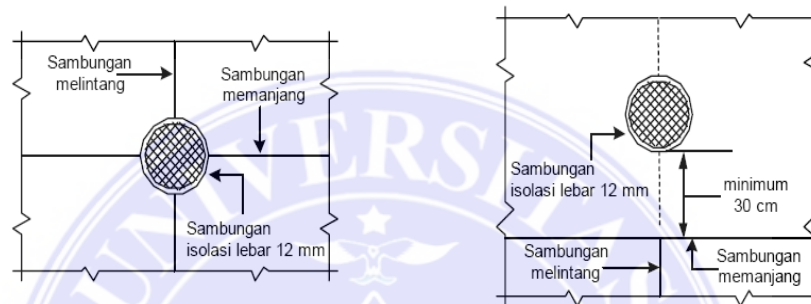
a) SAMBUNGAN ISOLASI DENGAN RUJI



b) SAMBUNGAN ISOLASI DENGAN PENEBALAN TEPI

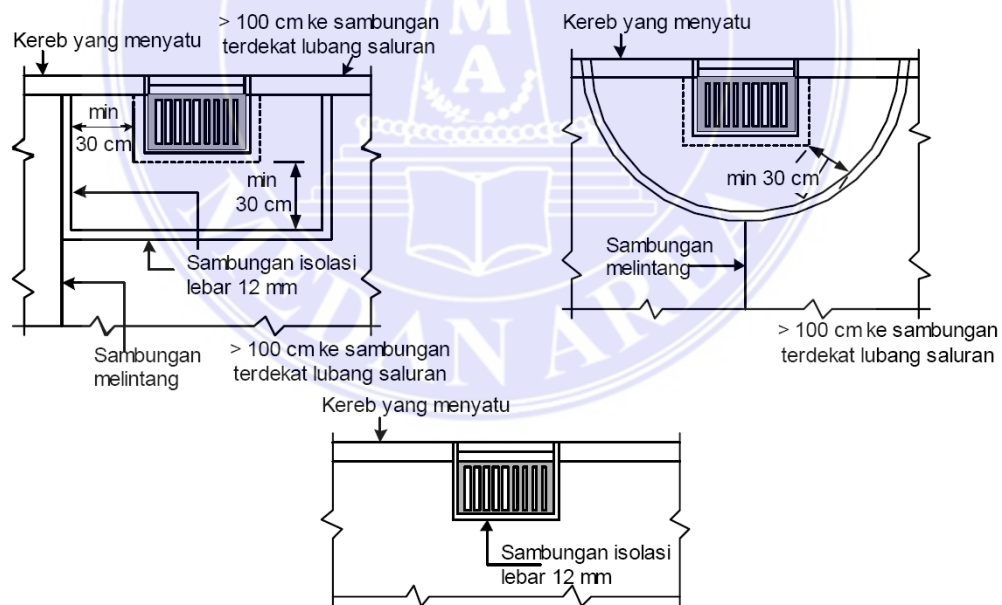


ditebalkan 20% dari tebal perkerasan sepanjang 1,5 seperti pada gambar 2.11b. sambungan isolasi yang digunakan pada lubang masuk ke saluran, manhole, tiang listrik dan bangunan lain yang tidak memerlukan penebalan tepid an ruji, ditempatkan di sekeliling bangunan tersebut sebagaimana diperlihatkan pada gambar 2.11c, gambar 2.12 dan gambar 2.13.



Gambar 2.12 Tampak Atas Penempatan Sambungan Isolasi pada Manhole

Sumber: Pd T 14-2003



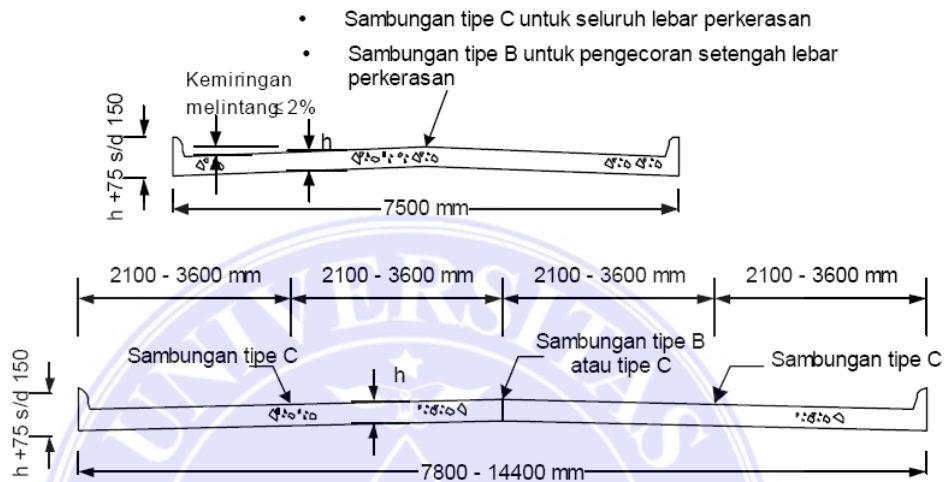
Gambar 2.12 Tampak Atas Penempatan Sambungan Isolasi pada Lubang Masuk Saluran

Sumber: Pd T 14-2003

2.8.1. Pola Sambungan

Pola sambungan pada perkerasan beton semen harus mengikuti batasan-batasan sebagai berikut hindari bentuk panel yang tidak teratur. Usahakan bentuk panel persegi mungkin. Perbandingan maksimum panjang panel terhadap lebar adalah 1,25, jarak maksimum sambungan memanjang 3-4 meter, jarak maksimum sambungan melintang 25 kali tebal pelat maksimum 5,0 meter, semua sambungan susut harus menerus sampai kerb dan mempunyai kedalaman seperempat dan sepertiga dari tebal perkerasan masing-masing untuk lapis pondasi berbutir dan lapis stabilitas semen, antar sambungan harus bertemu pada satu titik untuk menghindari terjadinya retak refleksi pada lajur yang bersebelahan, sudut antar sambungan yang lebih kecil dari 60^0 harus dihindari dengan mengatur 0,5 m panjang terakhir dibuat tegak lurus terhadap tepi perkerasan, apabila sambungan berada dalam area 1,5 m dengan manhole atau bangunan yang lain, jarak sambungan harus diatur sedemikian rupa sehingga anantara sambungan dengan manhole atau bangunan lain tersebut membentuk sudut tegak lurus. Hal tersebut berlaku untuk bangunan yang berbentuk bundar. Untuk bangunan berbentuk segi empat, sambungna harus berada pada sudutnya atau diantara dua sudut, semua bangunan lain seperti manhole harus dipisahkan dari perkerasan dengan sambungan muai selebar 12 mm yang meliputi keseluruhan tebal pelat, perkerasan yang berdekatan dengan bangunan lain atau manhole harus ditebalkan 20% dari ketebalan normal dan berangsur-angsur berkurang sampai ketebalan normal sepanjang 1,5 m seperti diperlihatkan pada gambar 3.15b, panel yang tidak persegi empat dan yang mengelilingi manhole harus diberi tulangan berbentuk

anyaman sebesar 0,15% terhadap penampang beton semen dan dipasang 5 cm dibawah permukaan atas. Tulangan harus dihentikan sebesar 7,5 cm dari sambungan.



Gambar 2.13 Potongan Melintang Perkerasan dan Lokasi Sambungan

Sumber: Pd T 14-2003

2.8.2. Penutup Sambungan

Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan atau benda lain ke dalam sambungan perkerasan. Benda- benda lain yang masuk ke dalam sambungan dapat menyebabkan kerusakan berupa gompal dan atua pelat beton yang saling menekan ke atas (*blow up*).

yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

- 1) Pelat dengan bentuk yang tidak lazim

Pelat disebut tidak lazim bila diperbandingkan antara panjang dengan lebar lebih besar dari 1,25 atau bila pola sambungan pada pelat benar-benar berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang

- 2) Pelat dengan sambungan tidak sejalur (*mismatched joint*)
- 3) Pelat berlubang (*pits or structure*)

2.10. Perkerasan Beton Semen Bersambung dengan Tulangan

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{\mu x L X M X g x h}{2 x f_s}$$

Dimana :

A_s = Luas penampang baja (mm^2/m lebar pelat)

f_s = kuat tarik tulangan (MPa). Biasanya 0,6 x tegangan leleh

g = gravitasi (m/dtk^2)

L = jarak antar sambungan yang tidak dikat dan/ atau tepi bebas pelat (m)

M = berat per satuan volume pelat (kg/m^3)

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah sebagaimana pada tabel 3.7.

Tabel 3.7 Ukuran dan Berat Tulangan Polos

Diameter (mm)	Luas Tampang (cm ²)	Berat (kg/m ²)	Diameter (mm)	Luas Tampang (cm ²)	Berat (kg/m ²)
4,5	0,16	0,125	22	3,80	2,980
5	0,20	0,153	25	4,91	3,850
5,5	0,24	0,188	26	5,31	4,136
6	0,28	0,220	28	6,16	4,830
6,5	0,33	0,239	30	7,07	5,510
6,8	0,36	0,282	32	8,04	6,310
7	0,38	0,300	34	9,08	7,13
8	0,50	0,393	35	9,62	7,60
8,5	0,56	0,439	36	10,18	7,99
9	0,63	0,4999	38	11,34	8,90
10	0,79	0,620	40	12,57	9,87
12	1,13	0,887	42	13,85	10,9
14	1,33	1,040	44	15,21	11,9
14	1,54	1,209	46	16,62	13,0
15	1,77	1,377	48	18,10	14,2
16	2,04	1,580	48,5	18,47	14,5
18	2,34	1,994	50	19,64	15,4
19	2,83	2,230	55	23,76	18,7
20	3,14	2,465	95	70,88	55,6
60	28,27	22,2	100	78,54	61,7
65	33,18	26,0	110	95,03	74,6
70	38,48	30,2	120	113,1	88,8
75	44,18	34,7	130	132,7	104
80	50,27	39,3	140	153,9	121
85	56,75	44,5			
90	63,62	49,9			

Sumber: Pd T- 14- 2003

Tabel 3.8 Luas Penampang Total sesuai Diameter Tulangan

Jarak As-as (cm)	Jumlah Batang Tiap m ²	Luas Penampang total dalam 100cm lebar pelat sesuai diameter tulangan (mm) yang tercantum							
		6	8	10	12	14	16	19	22
7,0	14,29	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,73	40,51	54,30
7,5	13,33	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	37,81	50,81
8,0	12,50	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	35,45	47,51
8,5	11,76	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,65	33,37	44,72
9,0	11,11	3,14	5,59	8,73	13,57	17,10	22,34	31,52	42,23
9,5	10,53	2,98	5,29	8,27	11,90	16,20	21,16	29,86	40,01
10,0	10,00	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	28,36	38,01
10,5	9,53	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	27,01	36,20
11,0	9,10	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	25,78	34,55
11,5	8,70	2,46	4,37	6,83	9,83	12,39	17,48	24,66	33,05
12,0	8,34	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	23,63	31,67
12,5	8,00	2,26	4,02	6,28	9,09	12,32	16,08	22,69	30,41
13,0	7,70	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	21,82	29,24
13,5	7,41	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,89	21,01	28,16
14,0	7,15	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	20,26	27,15
14,5	6,90	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	19,56	26,21
15,0	6,67	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,11	18,91	25,31
15,5	6,46	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	18,30	24,52
16,0	6,25	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	17,73	23,76
16,5	6,06	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	17,19	23,04
17,0	5,89	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,82	16,68	22,36
17,5	5,72	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	16,21	21,72
18,0	5,56	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	15,75	21,12
19,0	5,27	1,49	2,65	4,14	5,95	8,10	10,58	14,92	20,01
20,0	5,00	1,41	2,51	3,93	5,65	7,69	10,05	14,18	16,01

Sumber: Buku Teknik Sipil, Ir. V. Sunggono kh, 1995: 353

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Teknik Penelitian

Pendekatan, metode dan strategi yang digunakan dalam teknik penelitian ini terdiri dari beberapa rancangan, yaitu: Penelitian Survey Lapangan di dalam Penelitian survey lapangan mempelajari secara intensif tentang latar belakang, keadaan sekarang, interaksi lingkungan sesuatu unit parameter, misalnya survey kondisi perkerasan jalan sebelumnya dan penyebab terjadinya kerusakan pada jalan tersebut, Penelitian Kausal-Komparatif merupakan Penelitian yang menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dengan cara berdasarkan atas pengamatan terhadap akibat yang ada, mencari kebalik faktor yang mungkin menjadi penyebab melalui data tertentu dan Penelitian atau Perancangan dengan bantuan software adalah penelitian permasalahan sebuah proyek yang dicoba diselesaikan dengan bantuan software yang ada, penggunaan software hanya sebatas membantu tidak menjadi tujuan pokok dari penyusunan Skripsi.

Untuk menunjang penyelesaian penelitian ini diperlukan data- data berupa:

1. Data Sekunder yaitu data- data yang ada sebelumnya, seperti:
 - Data- data proyek yang diperoleh dari dinas/ instansi yang terkait
 - Data perencanaan dengan acuan literatur atau studi pustaka.
2. Data Primer adalah data- data yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan atau survey langsung dilapangan seperti:

- Pengamatan situasi yang dilakukan langsung di lapangan terhadap objek penelitian.
- Pengambilan data- data lapangan berupa pengukuran dimensi jalan, kapasitas jalan berupa volume LHR.
- Membuat dokumentasi secara visual di lapangan.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Perencanaan dan penelitian dalam menyelesaikan skripsi ini dalam pengumpulan data dilakukan dengan dua (2) cara, sebagai berikut: data primer adalah data yang didapatkan dari hasil perhitungan atau penelitian sendiri. adapun yang termasuk dalam data primer adalah: data hasil tebal lapis pondasi dan lapis permukaan ruas jalan yang diteliti, Tebal lapis permukaan aspal yang ada (AC-WC), data lintasan harian rata- rata dari berbagai jenis kendaraan yang melintasi dan data sekunder

Data sekunder adalah data yang di dapatkan dari hasil penelitian atau pengujian orang dari perusahaan atau instansi terkait, seperti: data curah hujan, pertumbuhan lalu lintas, kelas jalan, sketsa jalan dan penanganannya, data laboratorium, seperti: kepadatan lapangan lapis aspal yang ada, marshall test, CBR tanah dasar dan data pendukung lainnya bila diperlukan, Kelandaian jalan yang ada, Dan sebagainya.

3.3. Teknik Pengolahan Data

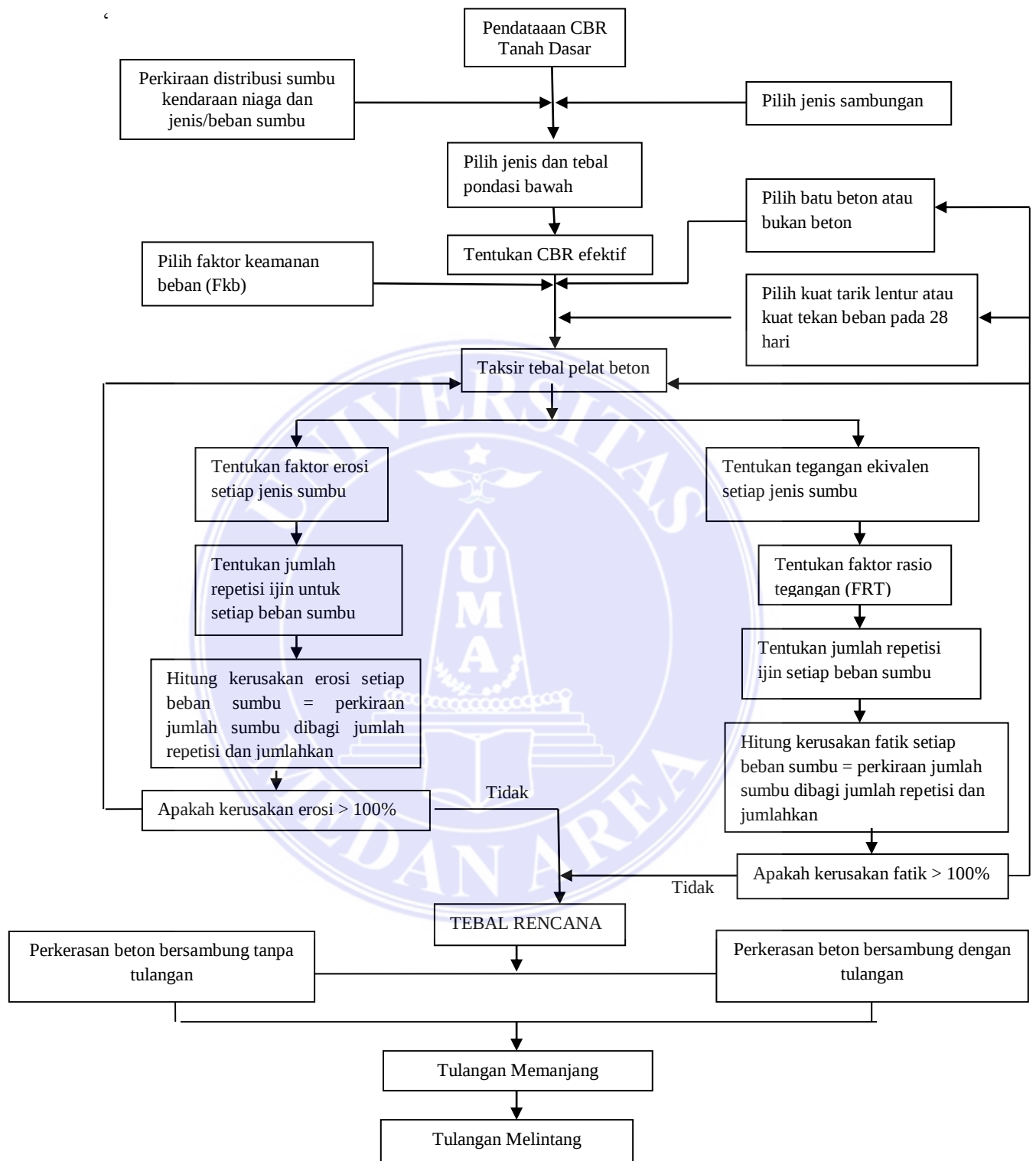
Dalam proses pengolahan data, proses ini bertujuan untuk menganalisa dan mempelajari semua permasalahan yang ada selama masa perencanaan dan mencari solusi terbaik bagi setiap masalah yang mungkin timbul pada saat proses pembangunan berlangsung.

Setelah proses pengolahan data, kemudian dilanjutkan dengan membuat kesimpulan. Kesimpulan berisi ringkasan dan semua proses yang dilakukan sebelumnya yang bertujuan agar pembaca lebih memahami maksud dari tujuan dalam penelitian.

Memberikan rekomendasi yang menjadi rujukan bagi penulis dalam menganalisa setiap permasalahan, hal ini dimaksudkan agar dapat digunakan sebagai masukan atau informasi bagi pihak lain yang berminat pada bidang yang sama guna penyusunan karya ilmiah.

3.4. Bagan Alur Penelitian (*Flowchart*)

Bagan alur penelitian atau *flowchart* adalah kumpulan dan simbol- simbol notasi yang menunjukkan bagaimana program di organisasikan atau diatur untuk membentuk suatu fungsi yang dimaksudkan. Setiap simbol menyatakan aksi yang dilakukan oleh program dan urutan dari aksi tersebut diatur sesuai dengan arah pariah pada garis yang menghubungkan simbol- simbol tersebut. Untuk memudahkan pemahaman terhadap proses pelaksanaan penulisan maka dibuat diagram alir penulisan yang sistematis seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1. Bagan Alur Penelitian

3.5. Metode Perencanaan

Secara teoritis jalan beton semen atau lapis rigid pavement dapat langsung diletakkan diatas tanah asli (*subgrade*) tanpa menggunakan lapis pondasi bawah (*subbase*), tentunya tergantung seberapa besar nilai kekuatan tanah dasar aktual yang ada. Nilai kekuatan tanah dasar dapat berupa Modulus *Subgrade Reaction* (k) atau *California Bearing Ratio* CBR (%).

Akan tetapi kenyataan pelaksanaan lapangan, lapis transisi antara subgrade dengan pelat beton disebut lapis pondasi bawah tetap diperlukan sebagai berikut: memperoleh landasan atau kedudukan yang kokoh, uniform dan rata, mampu mengatasi efek pumping, infiltrasi air dari bawah pondasi dan eksesi dari tanah potensial, lapis transisi (pondasi bawah) dapat meningkatkan nilai CBR efektif, lapis transisi atau lapis pondasi bawah umumnya menggunakan Lean Mix Concrete atau CBK (Campuran Beton Kurus), Sirtu (*granular subbase*) dengan BP (bahan pengikat), atau dengan stabilisasi lain, sehingga dapat mempermudah pelaksanaan pengecoran slab beton dan memperoleh ketebalan pelat yang seragam, lapis transisi yang kedap air dapat menjaga kualitas cor beton, karena tidak terjadi kehilangan faktor air semen, menjaga stabilitas permukaan tanah pasca pemadatan material lepas (*subbase* atau *subgrade*), menjaga stabilitas kedudukan plat beton akibat beban roda kendaraan *truck mixer* dan lain-lain pada saat pelaksanaan pekerjaan cor slab beton.

Dari uraian di atas jelaslah bahwa penggunaan lapis pondasi bawah memang diperlukan untuk menjamin kesempurnaan kedudukan plat beton perkerasan kaku.

Ketentuan dari “Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd.T-14-2003) – BSN 2003”, apabila nilai CBR subgrade $< 2\%$ harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari CBK (campuran Beton Kurus) atau *Lean Mix Concrete* setebal minimal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR efektif 5%.

Prinsip perencanaan jalan beton, didasarkan kepada: kekuatan tanah dasar (CBR), kekuatan lapis pondasi, kekuatan beton semen, beban lalu lintas

3.7.1 Perumusan Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan jalan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*) sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana sesuai beban rencana.

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri dari 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut: Konfigurasi sumbu yang diperhitungkan, yaitu: Sumbu tunggal roda tunggal (STRT), Sumbu tunggal roda ganda (STRG), Sumbu tandem roda ganda (STRG), Sumbu tridem roda ganda (STdRG)

3.7.2 Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JKSN) Rencana

$JSKN_{UR} = 365 \times JSKN_n \times R$, dimana:

$JSKN_{UR}$ = jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

$JSKN_H$ = jumlah total sumbu kendaraan maksimu harian, pada saat jalan dibuka

R = faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana

Dimana: $\frac{(1+i)^{UR} - 1}{\log(1+i)}$

i = angka pertumbuhan lalu lintas per tahun

UR = umur rencana ; UR = 20 s/d 40 tahun

3.7.3 JSKN Rencana Per Jalur

$$JSKN_{UR \text{ jalur}} = JSKN_{UR} \times C,$$

dimana; C = koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan berat

3.8 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 lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 4.1

Tabel 3.1 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (n1)	Koefisien Distribusi	
		1 arah	2 arah
Lp < 5,50 m	1 Lajur	1,00	1,00
5,50 m ≤ Lp < 8,25 m	2 Lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ Lp < 11,25 m	3 Lajur	0,50	0,48
11,25 m ≤ Lp < 15,00 m	4 Lajur	-	0,45
15,00 m ≤ Lp < 18,75 m	5 Lajur	-	0,43
18,75 m ≤ Lp < 22,00 m	6 Lajur	-	0,40

Sumber: Pd T 14-2003

3.9 Faktor Keamanan Beban

Tabel 3.2 Faktor keamanan beban (Fkb)

No	Penggunaan	Nilai (Fkb)
1	Jalan bebas hambatan utama (mayor freeway) dan jalur berlajur banyak yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi bila menggunakan data lalu lintas dari survey beban (eight-in-motion) dan adanya kemungkinan rute alternatif, 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: Pd T- 14- 2003

3.10 Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan:

1. Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

3.11 Perencanaan Tebal Pelat

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikkan dan proses perencanaan diulangi.

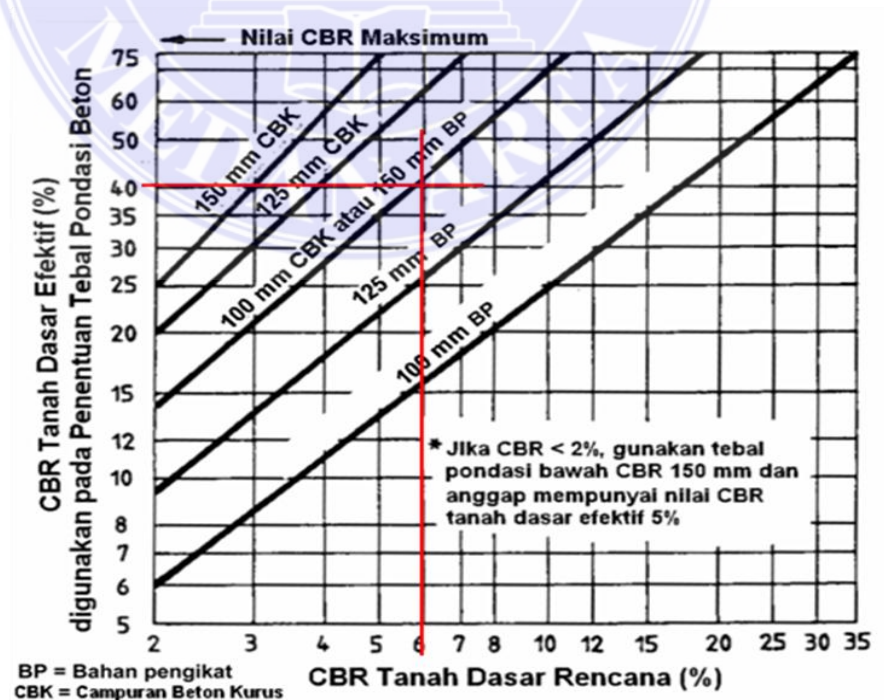
Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

Kontrol perhitungan tebal rencana pelat digunakan tabel “Tegangan Ekvivalen

dan Faktor Erosi, Nomogram Repetisi Beban Izin (faktor Fatik dan Repetisi Beban Izin (Faktor Erosi))” (Gambar 3.6, 3.7, dan 3.8).

3.12 Kondisi Daerah Perencanaan

Data aktual lapangan menunjukkan bahwa kondisi tanah dasar pada rencana trase jalan batas Kota Medan – Kabupaten Tanah Karo sangat bervariasi, bahkan pada lokasi Sta tertentu terdapat nilai CBR < 3 %, sebelum dilakukan perbaikan CBR tanah dasar dengan material yang lebih baik . Dalam perencanaan ini nilai kekuatan tanah (CBR *Subgrade*) yang harus dicapai/dipersiapkan pasca perbaikan tanah dasar direncanakan mempunyai CBR minimum 6%. Kekuatan tersebut dipakai sebagai dasar perhitungan untuk tebal lapis perkerasan kaku (gambar 3.6). CBR efektif 40%. Perencanaan jalan beton ini diposisikan untuk widening dan bahu jalan.



Gambar 3.2 Grafik CBR efektif

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 19*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Anonim. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Asnuri. 2012. *Analisa Design Pada Ruas Jalan Mulawarman di Kecamatan Tenggarong Seberang Kabupaten Kutai Kartanegara Sepanjang 4 Km*. Surabaya
- America Assocaton of State Highway and Transportation Officials. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Amerika Serikat.
- Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Bandung.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta
- Kementerian Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2010. *Perhubungan Darat dalam Angka 2009*. Jakarta
- Sukirman Silvia, 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung
- Sunggono. V. Ir, 1995. *Buku Teknik Sipil*. Bandung

LAMPIRAN

1. Informasi Proyek

a. Data Umum

Adapun data umum proyek pembangunan jalan tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi, seksi 3 Parbarakan-Lubuk Pakam (Sta 42+750 – Sta 47+600) adalah sebagai berikut:

1. Pemilik proyek

Nama perusahaan : PT Jasamarga Kualanamu Tol (JMKT)
Kantor pusat : Gedung Graha Simatupang Lantai 11, Jalan
TB.Simatupang, Jakarta Selatan
Kantor Proyek : Jalan Tengku Raja Muda No.10 Lubuk
Pakam Deli Serdang, Sumatera Utara.

2. Kontraktor Pelaksana

Nama perusahaan : PT Waskita Karya (Persero) TBK
Alamat kantor : Jl. Galang km 3 Lubuk Pakam Deli
Serdang Sumatera Utara.
Nomor kontrak : 006/KONTRAK-DIR/2015
Tanggal Kontrak : 18 juni 2015
Nilai kontrak : RP 439.754.930.330,-
Nomor SPMK : 180/JMKT/VII/2015
Tanggal SPMK : 24 juli 2015
Waktu pelaksanaan : 450 hari kalender

3. Konsultan Supervisi

Nama perusahaan : PT Yodya Karya (Persero)
Alamat Kantor : Jl. Mesjid I No 55 Lubuk Pakam Deli
Serdang, Sumatera Utara
Nomor Kontrak : 007/KONTRAK-DIR/JMKT/2015
Tanggal Kontrak : 18 Juni 2015
Nilai Kontrak : Rp 7.928.965.000,-
Nomor SPMK : 145/JMKT/VI/2015

Tanggal SPMK : 25 JUNI 2015

Waktu pelaksanaan : 18 bulan

4. Konsultan PMI

Nama Perusahaan : PT. Parentjana Djaya Jo. PT. Wahana Mitra Amerta

Alamat Kantor : Jl. Kesaktian Pancasila-Bakaran Batu Lubuk Pakam,
DeliSerdang , Sumatera Utara

Nomor Kontrak : 009/KONTRAK-DIR/2015

Tanggal Kontrak : 24 Juli 2015

Nilai Kontrak : Rp 7.582.905.000,-

Nomor SPMK : 184/JMKT/VII/2015

Tanggal SPMK : 28 Juli 2015

Waktu Pelaksanaan : 26 bulan

b. Data Teknis

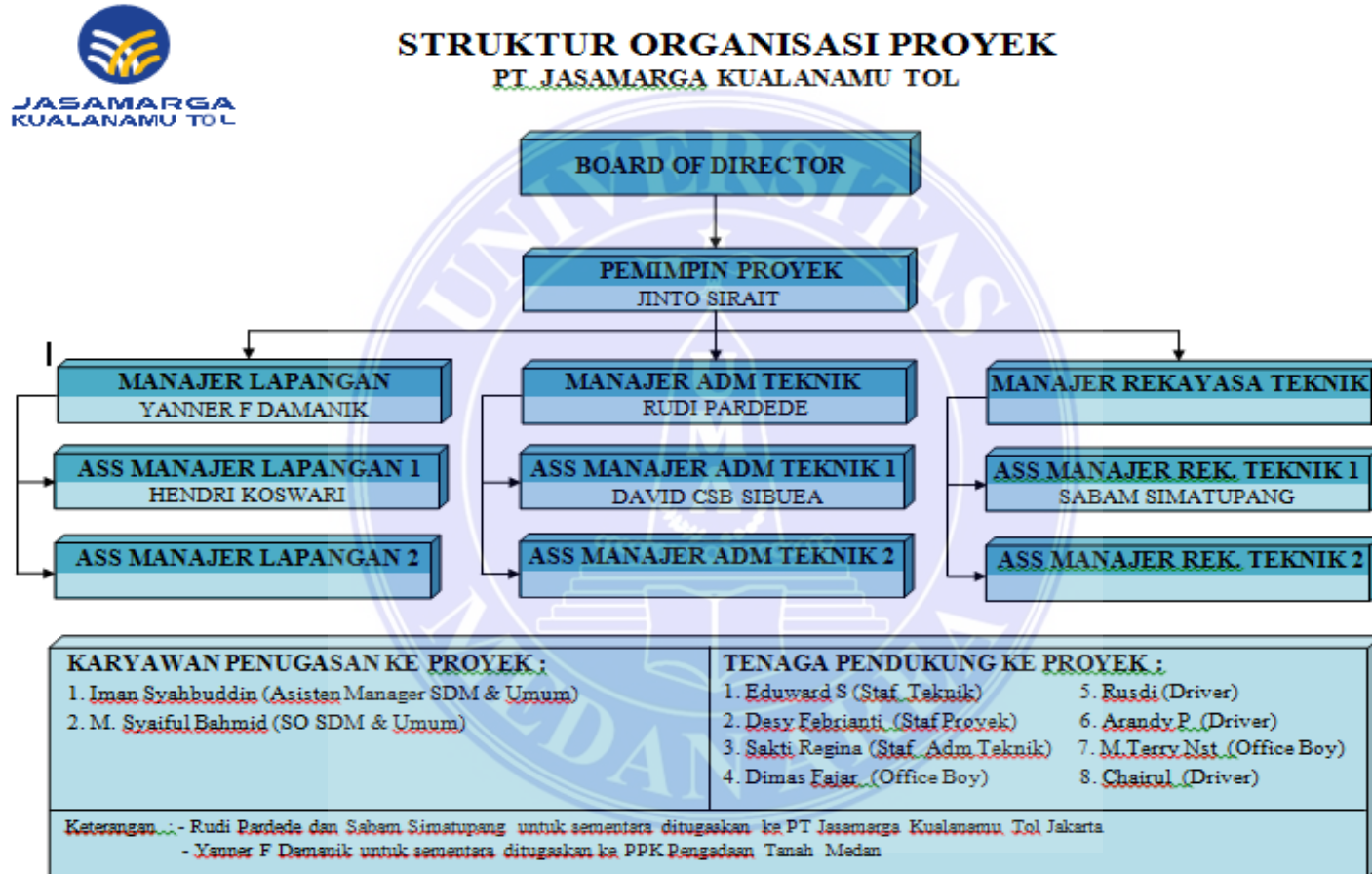
Adapun data khusus proyek pembangunan jalan tol Medan-Kualanamu- Tebing Tinggi, seksi 3 Parbarakan-Lubuk Pakam (Sta 42+750 – Sta 47+600) adalah sebagai berikut:

1. Panjang Jalan Utama (Main Road) : 4,85 km
2. Panjang Jalan Akses : 3,32 km
3. Kecepatan Rencana : 100 km/jam
4. Jumlah Lajur Jalan Utama : 2 x 2 lajur
5. Lebar Lajur : 3,6 m
6. Lebar Bahu Jalan : 3 m (bahu luar) 1,5 m (bahu dalam)
7. Lebar median : 0,8 m
8. Jumlah Gerbang Tol : 1 (satu)
9. Tipe Perkerasan Jalan : Rigid pavement
10. Tipe Perkerasan Bahu Jalan : Flexible pavement
11. Median Main Road : concrete barrier (CB)
12. JPO : 2 buah
13. Under Pass : 2 lokasi
14. Over Pass : -
15. Jembatan : 3 Unit

- 16. Jumlah Simpang Utama : 1 (satu) *Interchange*, 1 (satu) *Junction*
- 17. Tipe Konstruksi Jembatan : I-girder
- 18. Tipe Konstruksi Jalan : Timbunan

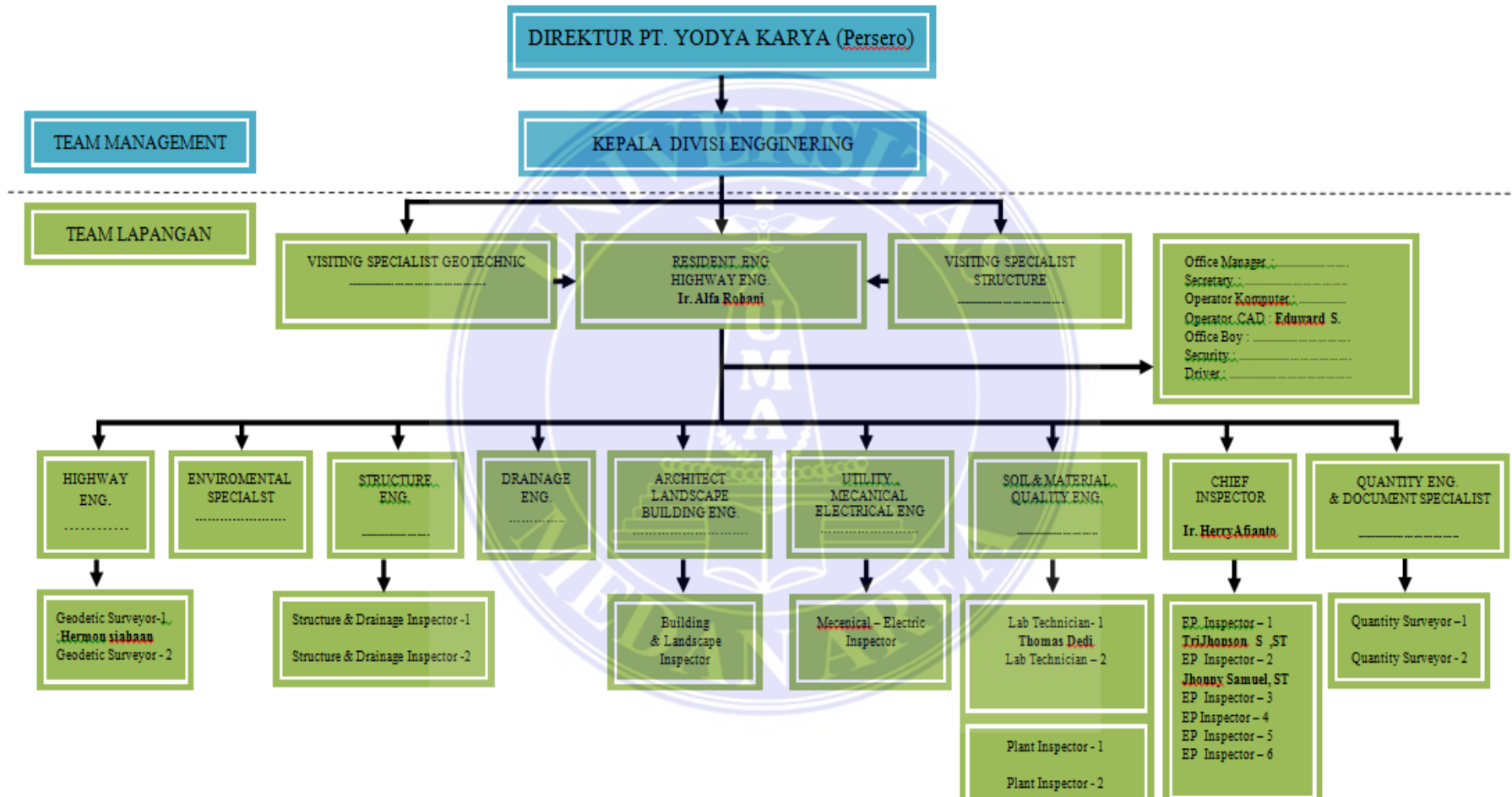


2. Struktur organisasi



Gambar 1 Struktur Organisasi Owner (PT. Jasamarga Kualanamu Tol)

BAGAN STRUKTUR ORGANISASI JASA PENGAWASAN TEKNIK (SUPERVISI) PT. YODYA KARYA (Persero)



Gambar 2 Struktur Organisasi Konsultan (PT. Yodya Karya

3. Papan Informasi



INFORMASI PROYEK



• Nama Proyek	: Pembangunan Jalan Tol Medan - Kualanamu Tebing Tinggi, Parbarakan – Tebing Tinggi Seksi 3 : Parbarakan – Lubuk Pakam Sta. 42+750 – Sta. 47+600
• Pengguna Jasa	: Jasa Marga Kualanamu Tol
• Perencana	: PT. Cipta Strada
• Lokasi	: Parbarakan - Lubuk Pakam
• Sumber Dana	: RKAP PT. Jasamarga Kualanamu Tol
• Tahun Anggaran	: 2015 - 2016
• Waktu Pelaksanaan	: 450 hari Kalender
• Waktu Pemeliharaan	: 1095 hari Kalender

Gambar 3 Papan Informasi Proyek

FOTO DAN DOKUMENTASI LAPANGAN



Gambar 1 Pemasangan Dowel



Gambar 2 Setelah penghamparan



Gambar 3 Proses penghamparan *Lean Concrete* dengan alat berat



Gambar 4 Pemerataan Lean Concrete dengan Excavator





Gambar 5 Penghamparan dan perataan base bawah (Lean Concrete)



Gambar 6 Finishing