

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU
MENGGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA
JALAN KENALI ASAM BAWAH



RAISYA MAYADHITA
1300822201041

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN MENGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA JALAN KENALI ASAM BAWAH



Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir (TA) dengan judul dan penyusunan sebagaimana di atas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam Ujian Tugas Akhir dan Komprehensif Program Strata Satu (S-1) Program Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Jambi, 2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Elvira Handayani, ST, MT

M. Nukrilullah, ST, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN MENGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA JALAN KENALI ASAM BAWAH

Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan panitia penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi.

Nama : Raisya Mayadhita
NPM : 1300822201041
Hari/Tgl : Senin, 18 Februari 2019
Jam : 14.00 s/d selesai
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi



No.	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	: Elvira Handayani, ST, MT	_____
2	Sekretaris	: M. Nuklirullah, ST, M.Eng	_____
3	Anggota	: Ir. Huzeirien, M. MT	_____
4	Anggota	: Annisaa Dwiretnani, ST, MT	_____
5	Anggota	: Ria Zulfiati, ST, MT	_____

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME

Elvira Handayani, ST, MT

MOTTO

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkan kamu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah”

(Imam bin Al-Qayim)

“Ilmu itu bagaikan binatang buruan, sedangkan pena adalah pengikatnya. Maka ikatlah binatang buruanmu dengan ikatan yang kuat”

(Imam Syafi’i)

“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu”

(HR Muslim)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai kemampuannya”

(QS Al - Baqarah : 286)

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”

(HR Tirmidzi)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir dengan judul **“Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Perbandingan Nilai CBR Pada Jalan Kenali Asam Bawah”** dapat penulis selesaikan. Karna penulis percaya, jika sesuatu pekerjaan itu terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari karunia Tuhan, dan juga interaksi antara doa dan ikhtiar dengan ketentuan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan, apapun pekerjaan yang dilakukan.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Tugas Akhir ini terselesaikan tidak lepas dari dorongan dan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, baik moril maupun material, untuk itu penulis ingin menyampaikam ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Ibu Elvira Handayani, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi dan selaku Pembimbing I, yang banyak memberikan saran, petunjuk serta bimbingan.
3. Bapak M. Nukrilullah, ST, M.Eng selaku pembimbing II, yang banyak memberikan saran, petunjuk serta bimbingan.

4. Bapak dan Ibu dosen serta Staff Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
5. Kepada Mama beserta saudaraku tersayang terima kasih atas jerih payah, *support*, serta doa.
6. Rekan- rekan mahasiswa/i Fakultas Teknik Angkatan 2013 serta semua pihak yang telah memberikan *support*, dan saran.

Semoga bantuan dan do'a serta bimbingan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat menjadi amal ibadah yang diterima Allah Subhanahuwataa'ala.

Akhir kata Penulis mengucapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan semoga amal dan budi semua pihak yang telah memberikan bantuan dan bimbingan kepada penulis, semoga mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT, *Aamin*.

Jambi, Februari 2019

Penulis,

RAISYA MAYADHITA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	3
1.6. Lokasi Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Jenis Perkerasan.....	4
2.1.1. Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	4
2.2. Lapisan Perkerasan Kaku	5
2.2.1. Tanah Dasar (<i>Sub Grade</i>).....	5

2.2.2.Pondasi Bawah (<i>Sub Base</i>).....	6
2.2.3.Lapisan Pelat Beton (<i>Concrete Slab</i>)	7
2.2.2.Tulangan	7
2.3. Jenis Lapisan Perkerasan Beton	7
2.4. Penyelidikan Daya Dukung CBR dengan DCP.....	8
2.5. Metode Perencanaan Perkerasan Kaku	11
2.5.1.Analisis Lalu Lintas (<i>Traffic Design</i>).....	11
2.5.2.CBR	18
2.5.3.Material Konstruksi Perkerasan	18
2.5.4. <i>Reliability</i>	19
2.5.5. <i>Serviceability</i>	21
2.5.6.Modulus Reaksi Tanah.....	22
2.5.7.Modulus Elastisitas Beton.....	22
2.5.8. <i>Flexural Strenght</i>	23
2.5.9. <i>Drainage Coefficient</i>	23
2.5.10. <i>Load Transfer</i>	26
2.5.11.Persamaan Penentuan Tebal Pelat (D)	27
2.5.12. <i>Reinforcement Design</i>	28
2.5.13.Perencanaan Penulangan dan Sambungan.....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Penelitian	32
3.2. Pengumpulan Data.....	32
3.3. Metodologi Penelitian	33

3.4. Bagan Alir Tugas Akhir	33
-----------------------------------	----

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Asumsi Perencanaan.....	35
4.2. Data Teknis.....	35
4.2.1.Kondisi Tanah	35
4.2.2.Data Lalu Lintas	35
4.3. Perhitungan <i>Equivalent Single Axle Load (ESAL)</i>	36
4.3.1.Menentukan Umur Rencana (UR).....	36
4.3.2.Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Tambah.....	37
4.3.3.Menentukan Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur.....	37
4.3.4.Menentukan VDF (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	37
4.3.5.Menghitung Nilai ESAL.....	38
4.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASTHO 1993.....	41
4.4.1.Menentukan Nilai <i>Reliability</i>	41
4.4.2.Menentukan Nilai <i>Serviceability</i>	41
4.4.3.Modulus Reaksi Tanah Dasar.....	41
4.4.4. <i>Drainage Coefficient</i>	42
4.4.5. <i>Load Transfer</i>	42
4.4.6.Perhitungan Tebal Pelat Beton	42
4.5. Perhitungan Penulangan dan Sambungan	45
4.5.1. <i>Tie Bar</i>	45

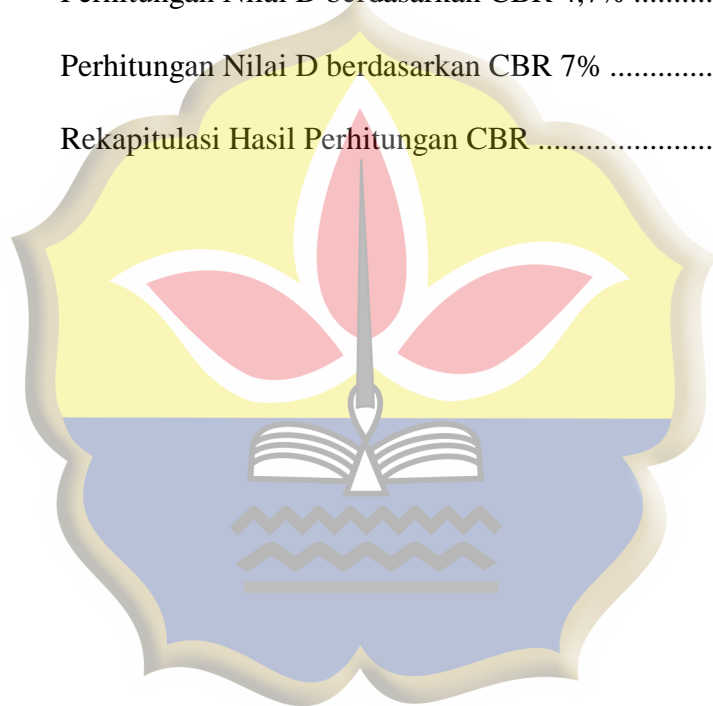
4.5.2. <i>Dowel</i>	45
4.5.3. Penulangan Pada Perkerasan Bersambung dengan Tulangan	46
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	47
5.2. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)	11
Tabel 2.2	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain	12
Tabel 2.3	Penggolongan Kendaraan Berdasarkan MKJI.....	12
Tabel 2.4	Penggolongan Kendaraan Berdasarkan Pedoman Teknis No. Pd. T-19-2004-B	13
Tabel 2.5	Penggolongan Kendaraan Berdasarkan PT. Jasa Marga (Persero)	13
Tabel 2.6	Data / Parameter Golongan Kendaraan, LHR, Pertumbuhan Lalu Lintas (i) & VDF	14
Tabel 2.7	<i>Vehicle Damage Factor</i> Berdasarkan Bina Marga MST-10	16
Tabel 2.8	Faktor Distribusi Lajur (D_L)	17
Tabel 2.9	<i>Realibility</i> (R) Disarankan	20
Tabel 2.10	<i>Standar Normal Deviation</i> (ZR).....	21
Tabel 2.11	<i>Terminal Serviceability Index</i> (Pt).....	22
Tabel 2.12	<i>Quality Of Drainage</i>	24
Tabel 2.13	Koefisien Pengaliran C (Binkot)	24
Tabel 2.14	Koefisien Pengaliran C (Hidrologi, Imam Subarkah)	25
Tabel 2.15	<i>Drainage Coefficient</i> (Cd).....	26
Tabel 2.16	<i>Load Transfer Coefficient</i>	26
Tabel 2.17	<i>Tie Bar</i>	28
Tabel 2.18	Rekomendasi <i>Dowel</i>	29

Tabel 2.19	Koefisien Gesekan Antara Pelat dengan Lapisan Pondasi Bawah.....	31
Tabel 4.1	Hasil Survey Data Lalu Lintas Harian.....	36
Tabel 4.2	VDF (<i>Vehicle Damage Factor</i>) Bina Marga MST-10	38
Tabel 4.3	Prediksi Volume Lalu Lintas	39
Tabel 4.4	Perhitungan Desai Lalu Lintas	40
Tabel 4.5	Perhitungan Nilai D berdasarkan CBR 4,7%	43
Tabel 4.6	Perhitungan Nilai D berdasarkan CBR 7%	44
Tabel 4.7	Rekapitulasi Hasil Perhitungan CBR	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Susunan Lapisan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	5
Gambar 2.2	Alat <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)	9
Gambar 2.3	Konfigurasi Beban Sumbu	16
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	34



DAFTAR NOTASI

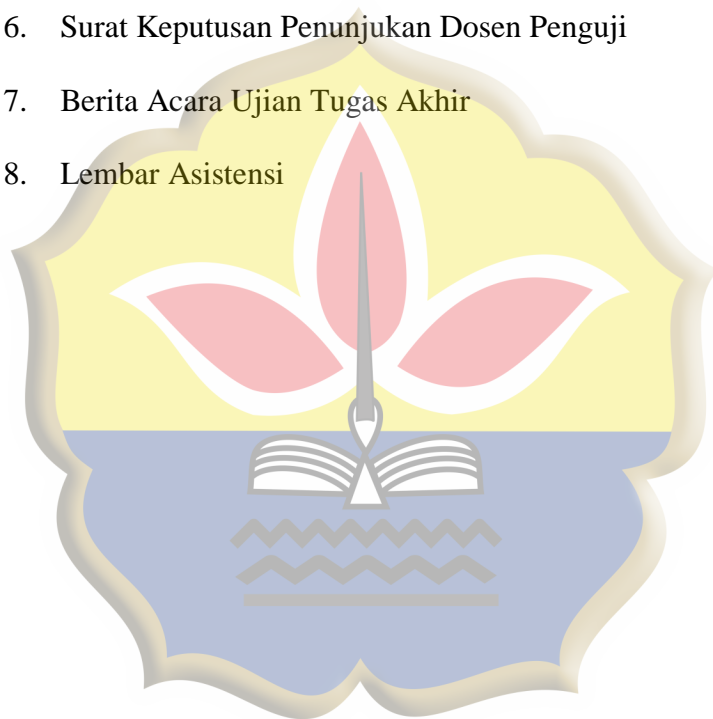
LHR	: Jumlah Lalu Lintas Harian Rata-rata (kendaraan) Pada Tahun Survei / Pada Tahun Terakhir
i	: Pertumbuhan Lalu Lintas Petahun (%)
VDF	: Nilai <i>Damage Factor</i>
W18	: Traffic Design Pada Lajur Lalu Lintas
LHR _j	: Jumlah Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2 Arah untuk Jenis Kendaraan j
VDF _j	: <i>Vehicle Damage Factor</i> untuk Jenis Kendaraan j
DD	: Faktor Distribusi Arah
DL	: Faktor Distribusi Lajur
N1	: Lalu Lintas pada Tahun Pertama Jalan dibuka
Nn	: Lalu Lintas pada Akhir Umur Rencana
Sc'	: <i>Modulus of Rupture</i> sesuai Spesifikasi Pekerjaan (psi)
fc'	: Kuat Tekan Beton
Ec	: Elastisitas Beton
R	: <i>Reliability</i>
ZR	: Standard Normal Deviation
So	: Standar Deviasi
Po	: <i>Initial Serviceability</i>
Pt	: <i>Terminal Serviceability Index Major</i>
ΔPSI	: <i>Total Lost of Serviceability</i>
MR	: <i>Resilient Modulus</i>

J	: <i>Load Transfer Coefficient</i>
k	: Modulus Reaksi Tanah Dasar (pci)
Pheff	: Prosen Hari Effective Hujan dalam Setahun (%)
Tjam	: Rata-rata Hujan Perhari (Jam)
WL	: Faktor Air Hujan yang Akan Masuk ke Pondasi Jalan (%)
Cd	: Drainage Coefficient
d	: Diameter dowel (Inch)
D	: Tebal Pelat Beton (Inch)
As	: Luas Tulangan yang diperlukan (mm ² /m)
F	: Koefisien Gesekan Antara Pelat Beton dengan Lapisan dibawahya
L	: Jarak Antara Sambungan (m)
h	: Tebal Pelat (mm)
fs	: Tegangan Tarik Baja Ijin (Mpa)



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Dokumentasi
- Lampiran 2. *Site Plan* Jalan Perumahan Kenali Asam Bawah
- Lampiran 3. *Time Schedule*
- Lampiran 4. Gambar Kerja Rencana Jalan Perumahan Kenali Asam Bawah
- Lampiran 5. Surat Keputusan Penunjukan Dosen Pembimbing
- Lampiran 6. Surat Keputusan Penunjukan Dosen Penguji
- Lampiran 7. Berita Acara Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 8. Lembar Asistensi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan kaku adalah jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai bahan utama perkerasan tersebut, merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang digunakan selain dari perkerasan lentur. Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki kontribusi beban yang besar, seperti pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal.

Perkerasan kaku memiliki beberapa metode dalam perencanaan diantaranya adalah Metode Bina Marga dan AASTHO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Dalam Tugas Akhir ini penulis memilih menggunakan metode AASTHO tahun 1993, hal ini digagas oleh Yonandika dan Ahmad di tahun 2016. Penelitian mereka menyatakan bahwa penggunaan AASTHO 1993 dinilai lebih hemat dan lebih menguntungkan dari segi anggaran.

Penelitian ini memiliki panjang 5,25 km. Di lokasi ini terdapat permukiman warga yang terdiri dari hunian pribadi dan 13 perumahan. Sehingga pada jalan kenali asam bawah ini sering dilewati sepeda motor, kendaraan ringan, maupun kendaraan berat masuk dan keluar perumahan. Hal ini tentu saja mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada jalan tersebut yang disebabkan karena beban kendaraan

yang melewati jalan tersebut, maka sebagai solusinya perlu dilakukan perencanaan tebal perkerasan kaku pada jalan kenali asam bawah tersebut.

Penelitian pada perencanaan tebal perkerasan kaku dilakukan untuk mengetahui tebal perkerasan kaku yang akan dibangun dengan melihat lalu lintas harian rata-rata kendaraan yang melewati jalan tersebut dan dengan membandingkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) di dua titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*) pada lokasi yang akan dilaksanakan pembangunan perkerasan kaku.

Berdasarkan pemaparan diatas, perlu dilakukan penelitian untuk mengangkat permasalahan yang terjadi dengan judul “Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Menggunakan Perbandingan Nilai CBR Pada Jalan Kenali Asam Bawah”. Diharapkan dapat digunakan sebagai panduan dalam perencanaan tebal perkerasan pihak yang terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang diatas adalah bagaimana perencanaan tebal perkerasan kaku dengan membandingkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) di dua titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*).

1.3 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah memahami proses perencanaan tebal perkerasan kaku dengan membandingkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) di dua titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*) yang berbeda.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa tebal lapis ulang perkerasan kaku pada Jalan Kenali Asam Bawah dengan menggunakan

perbandingan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) di dua titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*) yang berbeda.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

1. Penulis hanya menghitung tebal perkerasan kaku dengan membandingkan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) di dua titik DCP (*Dinamyc Cone Penetrometer*) yang berbeda.
2. Perencanaan perkerasan kaku pada Jalan Kenali Asam Bawah direncanakan dengan umur rencana 40 tahun.

1.5 Manfaat

Dari penelitian yang telah dilakukan, hasilnya diharapkan dapat berguna dan diaplikasikan dalam perencanaan perkerasan kaku dan bisa untuk menambah informasi atau pun sebagai referensi penelitian selanjutnya.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini berada di Jalan Marskal Surya Dharma, Kelurahan Kenali Asam Bawah Kecamatan Kota Baru.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar (*terlampir*).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jenis Perkerasan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar (*subgrade*). Perencanaan konstruksi perkerasan juga dapat dibedakan antara perencanaan untuk jalan baru dan untuk peningkatan (jalan lama yang sudah pernah diperkeras). Terdapat dua jenis perkerasan yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yang dapat diuraikan sebagai berikut:

2.1.1 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan jalan beton semen portland atau lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga disebut *Rigid Pavement*, terdiri dari pelat beton semen portland dan lapisan pondasi (bisa juga tidak ada) diatas tanah dasar (Ari Suryawan, 2009). Pelat beton ini dapat menggunakan tulangan ataupun tanpa tulangan tergantung dari perencanaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab/plat beton itu sendiri.

Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapisan-lapisan pondasi bawah, pondasi, dan lapis permukaan. Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan

perkerasan jalan beton semen portland adalah kekuatan beton itu sendiri, adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya (tebal pelat betonnya). Lapis pondasi bawah, jika digunakan di bawah plat beton, dimaksudkan untuk sebagai lantai kerja, dan untuk drainase dalam menghindari terjadinya “*pumping*”.

Pumping adalah peristiwa keluarnya air disertai butiran-butiran tanah dasar melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat gerakan lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas yang terakumulasi di bawah plat beton. *Pumping* dapat mengakibatkan terjadinya rongga di bawah plat beton sehingga menyebabkan rusak/retaknya plat beton.

Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada **Gambar 2.1** berikut :



Gambar 2.1. Susunan lapisan perkerasan kaku (*Rigid pavement*)

Sumber : Depkimpraswil, Pd T-14-2003

2.2 Lapisan Perkerasan Kaku

Lapisan – lapisan perkerasan kaku sebagai berikut :

2.2.1 Tanah Dasar (*Sub Grade*)

Tanah dasar dapat terdiri dari tanah asli, tanah dasar tanah galian, atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan. Diatas lapisan tanah dasar

diletakkan lapisan struktur perkerasan lainnya, oleh karena itu mutu daya dukung tanah dasar ikut mempengaruhi mutu jalan secara keseluruhan.

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

2.2.2 Pondasi Bawah (*Sub Base*)

Lapisan pondasi atau terkadang juga dianggap sebagai lapisan pondasi bawah jika digunakan dibawah perkerasan beton karena beberapa pertimbangan yaitu untuk kendali terhadap terjadinya *pumping*, kendali terhadap sistem drainase bawah perkerasan, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar, untuk mempercepat pekerjaan konstruksi, serta menjaga kerataan dasar dari pelat beton. Bahan pondasi bawah yang digunakan dalam perencanaan perkerasan beton semen dapat berupa :

1. Bahan berbutir.
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*).
3. Campuran beton kurus (*Lean-Mix Concrete*).

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan

pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

2.2.3. Lapisan Pelat Beton (*Concrete Slab*)

Lapisan pelat beton terbentuk dari campuran semen, air dan agregat. Lapisan pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan dibawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran aspal setebal 5 cm.

2.2.4. Tulangan

Tujuan dasar distribusi penulangan baja adalah bukan untuk mencegah terjadinya retak pada pelat beton tetapi untuk membatasi lebar retakan yang timbul pada daerah dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadinya pembelahan pelat beton pada daerah retak tersebut, sehingga kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.

Pada perkerasan beton semen terdapat dua jenis tulangan, yaitu tulangan pada pelat beton untuk memperkuat pelat beton tersebut dan tulangan sambungan untuk menyambung kembali bagian – bagian pelat beton yang telah terputus(diputus). Kedua tulangan tersebut memiliki bentuk, lokasi serta fungsi yang berbeda satu sama lain.

2.3. Jenis Lapis Perkerasan Beton

Lapis perkerasan beton dapat diklasifikasikan atas 2 tipe sebagai berikut :

- a. Perkerasan beton dengan *dowel* dan *tie bar*. Jika diperlukan untuk kendali retak dapat digunakan *wiremesh*, penggunaannya independent terhadap adanya tulangan *dowel*.
- b. Perkerasan beton bertulang menerus terdiri dari prosentasi besi yang relatif cukup banyak dan tidak ada siar kecuali untuk keperluan pelaksanaan konstruksi dan beberapa siar muai.

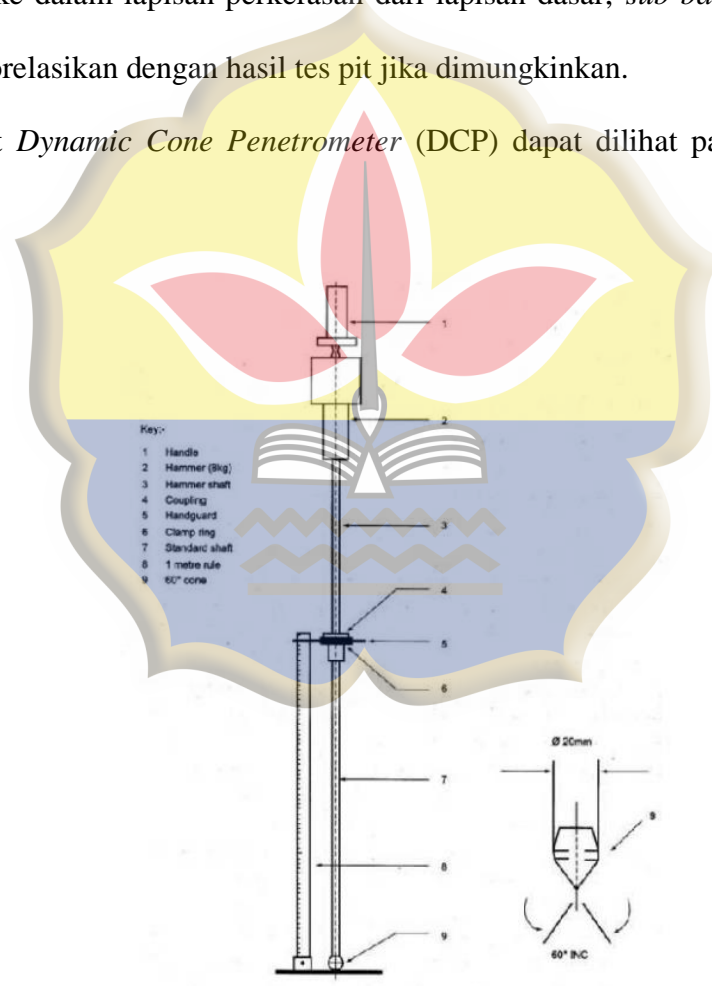
2.4. Penyelidikan Daya Dukung *California Bearing Ratio* (CBR) dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Pengujian menggunakan DCP menghasilkan data yang dapat dianalisa untuk menghasilkan informasi yang akurat terhadap ketebalan dan kekuatan dari perkerasan jalan atau lapangan terbang. Pengujian dapat dilakukan dengan cepat dan lokasi pengujian dapat mudah dirapikan. Ketika digunakan untuk desain, uji DCP dilakukan ketika perkerasan jalan atau lapangan terbang berada pada kondisi basah. Uji DCP umum dilakukan dengan 3 orang yang dapat melakukan 20 pengujian dalam satu hari dengan interval 50 dan 500 m. DCP dapat memberikan informasi dalam jumlah dan kualitas yang cukup untuk memperkirakan kekuatan perkerasan dan kemajuan pekerjaan yang sudah didesain. Hasil dari uji DCP dapat juga digunakan untuk menentukan posisi paling tepat untuk melakukan tes pit sebagai informasi tambahan.

DCP terdiri dari konus didasar dari batang vertikal. Sebuah palu diangkat dan dijatuhkan secara berulang – ulang kedalam perangkai pada setengah tinggi batang untuk menghasilkan pukulan yang standar, “*blow*” kepada konus yang menekan perkerasan. Skala vertikal sepanjang batang digunakan untuk mengukur kedalaman

penetrasi dari konus. Penetrasi dan jumlah pukulan dicatat pada lembar data uji. Penetrasi per pukulan atau ‘nilai penetrasi’ dicatat selama konus menekan perkerasan dan digunakan untuk menghitung kekuatan dari material. Perubahan dalam nilai penetrasi mengindikasikan perubahan kekuatan material, sehingga memungkinkan lapisan diidentifikasi dan dapat menentukan ketebalan serta kekuatan dari lapisan tersebut. Lapisan – lapisan ini kemudian dikelompokkan bersama ke dalam lapisan perkerasan dari lapisan dasar, *sub-base*, dan *subgrade* yang dikorelasikan dengan hasil tes pit jika dimungkinkan.

Alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dapat dilihat pada **Gambar 2.2** berikut :



Gambar 2.2. Alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Sumber : *Transport Research Laboratory Department for International Development*

Prinsip kerja DCP adalah bahwa kecepatan penetrasi dari konus ketika ditekan

oleh kekuatan standar, sebanding dengan kekuatan bahan yang diukur. Bila lapis

perkerasan jalan atau lapangan terbang memiliki kekuatan yang berbeda, lingkungan lapisan – lapisan disekitarnya dapat diidentifikasi dan ketebalan lapisan dapat ditentukan.

Menurut Harison, J.A., Correlation of CBR Dynamic Cone Penetrometer Stenght Measurement of Soil. Australian Road Research 16(2), June, 1986 dalam Leni (2016 : 91), menentukan dan memperkirakan nilai CBR tanah atau bahan granular dapat menggunakan beberapa metode, namun yang cukup akurat dan paling murah sampai saat ini adalah dengan Penetrasi Konus Dinamis atau dikenal dengan nama *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Disamping itu DCP adalah salah satu cara pengujian tanpa merusak atau *Non Destructive Testing* (NDT) yang digunakan untuk lapis pondasi batu pecah, pondasi bawah sirtu, stabilisasi tanah dengan semen atau kapur dan tanah dasar.

- a. Kelebihan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)
 - Menentukan kekakuan dalam mm/pukulan
 - Perubahan lapisan tanah dapat diketahui melalui perubahan kemiringan
 - Meminimalisir gangguan permukaan tanah
 - Informasi kekuatan dan desain dapat dikorelasikan dengan uji lain (CBR)
 - Biaya murah dan waktu yang dibutuhkan sedikit (cepat)
- b. Kekurangan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)
 - Tidak dapat digunakan pada batuan keras, aspal, maupun beton
 - DCP dapat rusak bila dilakukan pada lapisan tanah keras secara berulang-ulang atau pembuangan lapisan yang tidak sempurna
 - Tidak dapat mengukur kelembaban maupun kepadatan (hanya untuk

mengukur kekakuan).

2.5. Metode Perencanaan Perkerasan Kaku

Untuk merencanakan perkerasan kaku terdapat beberapa cara. Yang umum digunakan di Indonesia adalah AASHTO dan Bina Marga. Pada perencanaan ini mengacu pada AASHTO (*American Association of State High-way and Transportation Officials*) guide for design of pavement structure 1993 (selanjutnya disebut AASHTO 1993). Langkah-langkah / tahapan, prosedur dan parameter-parameter perencanaan secara praktis sebagai berikut dibawah ini :

2.5.1. Analisis lalu-lintas (*Traffic Design*)

Analisa lalu – lintas mencakup umur rencana, lalu – lintas harian rata – rata, pertumbuhan lalu – lintas tahunan, *vehicle damage factor*, dan *equivalent single axle load*.

a) Umur Rencana

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013,

Umur rencana perkerasan baru seperti yang ditulis di dalam **Tabel 2.1** :

Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
Lentur	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal	
	<i>Cement Treated Base</i>	
Perkerasan Kaku	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan tanpa Penutup	Semua Elemen	Minimum 10

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, 2018

b) Faktor Pertumbuhan Lalu – Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka pada **Tabel 2.1** digunakan sebagai nilai minimum.

Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk Desain

	2011 – 2020	> 2021 – 2030
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor Rural (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013, 2018

c) Lalu – lintas harian rata – rata (LHR) dan pertumbuhan lalu lintas tahunan

Penggolongan kendaraan terdapat paling tidak 3 (tiga) versi yaitu berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (Tabel 2.3), berdasarkan Pedoman Teknis No. Pd-T-19-2004-B Survei pencacahan lalu lintas dengan cara manual (Tabel 2.4), dan berdasarkan PT. Jasa Marga (Tabel 2.5).

Tabel 2.3 Penggolongan kendaraan berdasarkan MKJI

No.	Tipe Kendaraan	Golongan
1	Sedan, Jeep, St. Wagon	2
2	Pick up, combi	3
3	Truk 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	4
4	Bus kecil	5a
5	Bus besar	5b
6	Truck 2 as (H)	6
7	Truck 3 as	7a
8	Trailer 4 as, truck gandingan	7b
9	Truck s. trailer	7c

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

Tabel 2.4 Penggolongan Kendaraan Berdasarkan Pedoman Teknis

No.Pd.T-19-2004-B

No.	Jenis Kendaraan	Golongan
1	Sedan, Jeep, dan Station Wagon	2
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	4
4	Bus Kecil	5a
5	Bus Besar	5b
6	Truk ringan 2 sumbu	6a
7	Truk sedang 2 sumbu	6b
8	Truk 3 sumbu	7a
9	Truk Gandengan	7b
10	Truk Semi Trailer	7c

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018**Tabel 2.5** Penggolongan kendaraan berdasar PT. Jasa Marga (Persero)

No.	Golongan Kendaraan
1	Golongan 1
2	Golongan 1 au
3	Golongan 2 a
4	Golongan 2 a au

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

Dari ketiga versi penggolongan diatas terlihat bahwa jika kita akan melakukan kajian *vehicle damage factor* (VDF) dimana ada perbedaan standar sistem penggolongan tersebut, seringkali tidak begitu mudah untuk analisis lalu-lintas.

Data yang dibutuhkan untuk perencanaan dari parameter lalu-lintas harian rata-rata dan pertumbuhan lalu-lintas tahunan, untuk memudahkan dalam analisis, disajikan dalam suatu tabel (lihat **Tabel 2.6**). dalam tabel ini digabungkan sekalian data/parameter vehicle damage factor (VDF).

Tabel 2.6 Data / Parameter Golongan Kendaraan, LHR, Pertumbuhan Lalu-Lintas (i) & VDF

No.	Jenis Kendaraan	Gol.	LHR	i(%)	VDF
1	Sedan, Jeep, dan Station Wagon				
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus				
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box				
4	Bus Kecil				
5	Bus Besar				
6	Truk ringan 2 sumbu				
7	Truk sedang 2 sumbu				
8	Truk 3 sumbu				
9	Truk Gandengan				
10	Truk Semi Trailer				

Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2013

Keterangan:

Contoh diatas, penggolongan kendaraan mengacu pada Pedoman Teknis No.Pd.T-19-2004-B.

LHR : Jumlah lalu-lintas harian rata-rata (kendaraan) pada tahun survei/

Pada tahun terakhir

i : Pertumbuhan lalu-lintas pertahun (%)

VDF : Nilai *Damage Factor*

Contoh di atas, penggolongan kendaraan mengacu pada Pedoman Teknis No. Pd. T-19-2004-B.

d) *Vehicle Damage Factor*

Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) diambil berdasarkan Bina Marga MST-10.

1) Bina Marga MST-10

Mengacu pada buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. SNI 1732-1989-F dan Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelmen beam No.01/MN/BM/83 Bina Marga MST 10, dimaksudkan *damage factor* didasarkan pada muatan sumbu terberat sebesar 10 ton. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal / ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb). Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini :

$$\text{Sumbu Tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots \text{Pers. (2.1)}$$

$$\text{Sumbu Ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots \text{Pers. (2.2)}$$

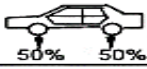
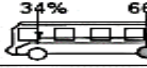
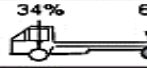
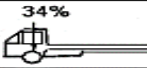
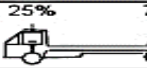
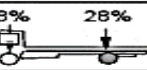
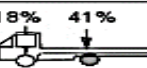
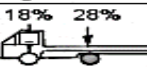
Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max), dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

Vehicle Damage Factor (VDF) jika dihitung berdasarkan formula diatas dengan konfigurasi sumbu pada **Gambar 2.2**. serta untuk muatan sumbu terberat 10 ton hasilnya diberikan pada **Tabel 2.7**.

Tabel 2.7. *Vehicle Damage Factor* berdasar Bina Marga MST - 10

No.	Tipe Kendaraan & Golongan			VDF	
1	Sedan, Jeep, dan Station Wagon	2	Gol-1	1.1	0,0005
2	Pick-up, Combi	3	Gol-2	1.2	0,2174
3	Truk 2 as (L), Micro Truck	4	Gol-2	1.2L	0,2174
4	Bus Kecil	5a	Gol-2	1.2	0,2174
5	Bus Besar	5b	Gol-9	1.2	0,3006
6	Truk 2 as (H)	6	Gol-3	1.2 H	2,4159
7	Truk 3 as	7a	Gol-4	1.2.2	2,7416
8	Truk 4 as, Truk Gandengan	7b	Gol-6	1.2 + 2.2	3,9083
9	Truk Semi Trailer	7c	Gol-8	1.2.2+2.2	4,1718

Sumber: Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAI KOSONG	UE 18 KSAI MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,2,2 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Gambar 2.3. Konfigurasi Beban Sumbu

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

e) Traffic Design

Data dan parameter lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi :

- Jenis Kendaraan
- Volume lalu-lintas harian rata-rata
- Pertumbuhan lalu-lintas tahunan
- Damage factor
- Umur rencana
- Faktor distribusi arah
- Faktor distribusi lajur
- Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana (traffic design)

Faktor distribusi arah : $D_D = 0,3 - 0,7$ dan umumnya diambil 0,5

(AASHTO 1993 hal. II-9) Faktor distribusi lajur (D_L), mengacu pada **Tabel 2.8**

(AASHTO1993 hal. II-9).

Tabel 2.8 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO (*Design Of Pavement Structure*) 1993, 2018

Rumus umum desain traffic (ESAL = *Equivalent Single Axle Load*) :

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times 365 \dots \dots \dots \text{Pers. (2.3)}$$

dimana :

W18 = Traffic design pada lajur lalu lintas, *Equivalent Single Axle Load*

LHRj = Jumlah lalu-lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j.

VDFj = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan j.

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

N1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka

Nn = Lalu-lintas pada akhir umur rencana

2.5.2.CBR

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

CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6 % untuk lapis tanah dasar, mengacu pada spesifikasi (versi Departemen Pekerjaan Umum edisi 2005 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5 % dan atau 4 % pun dapat digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah, atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar.

2.5.3.Material Konstruksi Perkerasan

Material perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut :

a) Pelat beton

- *Flexural strenght* (Sc') = 45 kg/cm²
- Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc' = 350 kg/cm²
(disarankan)

b) *Wet Lean Concrete*

- Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc' = 350 kg/cm²

Sc' digunakan untuk penentuan parameter *Flexural Strenght*, dan fc' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (Ec).

2.5.4. *Reliability*

Reliability : Probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layannya.

Penetapan angka *Reliability* dari 50 % sampai 99,99 % menurut AASHTO merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi *reliability* yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain. Besaran – besaran desain yang terkait dengan ini antara lain :

- Peramalan kinerja perkerasan
- Peramalan lalu-lintas
- Perkiraan tekanan gandar
- Pelaksanaan konstruksi

Reliability (R) mengacu pada **Tabel 2.9** (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-9).

Standard normal deviate (ZR) mengacu pada **Tabel 2.10** (diambil dari AASHTO 1993 halaman I-62).

Standard deviation untuk rigid pavement : $S_o = 0,30 - 0,40$ (diambil dari AASHTO 1993 halaman I-62).

Tabel 2.9 *Reliability (R)* disarankan

Klasifikasi Jalan	Reliability : R (%)	
	Urban	Rural
Jalan Tol	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber : AASHTO - Design Of Pavement Structure 1993, 2018

Penetapan konsep *Reliability* dan Standar Deviasi, parameternya ditentukan sebagai berikut :

- Berdasar parameter klasifikasi fungsi jalan
- Berdasar status lokasi jalan urban/rural
- Penetapan tingkat *Reliability (R)*
- Penetapan *standard normal deviation (ZR)*
- Penetapan standar deviasi (S_o)
- Kehandalan data lalu-lintas dan beban kendaraan.

Tabel 2.10. Standard normal deviation (Z_R)

R (%)	Z _R
50	-0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,090
99,99	-3,750

Sumber : AASHTO - Design Of Pavement Structure 1993,

2.5.5. Serviceability

Terminal Serviceability index (P_t) mengacu pada **Tabel 2.11** (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-10).

Inisial serviceability untuk *rigid pavement* : P_o = 4,5 (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-10).

Total loss of serviceability : $\Delta\text{PSI} = P_o - P_t$

Tabel 2.11. Terminal Loss of Serviceability

Percent of people stating Unacceptable	P _t
12	3,0
55	2,5
85	2,0

Sumber : AASHTO - *Design Of Pavement Structure* 1993, 2018

Penetapan parameter *serviceability* :

- *Initial serviceability* : P_o = 4,5
- *Terminal serviceability index major highway* : P_t = 2,5
- *Terminal serviceability index jalan lalin rendah* : P_t = 2,0
- *Total loss of serviceability* : ΔPSI = P_o – P_t.....Pers. (2.4)

2.5.6. Modulus Reaksi Tanah

Modulus of subgrade (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

$$M_R = 1.500 \times C \dots\dots\dots \text{Pers. (2.5)}$$

$$k = \frac{M_R}{19,4} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.6)}$$

M_R = *Resilient modulus*

2.5.7. Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c'} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.7)}$$

Dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton (psi)

f_c' = Kuat tekan beton, silinder (psi)

Kuat tekan beton f_c' ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan (jika ada dalam spesifikasi). Di Indonesia saat ini umumnya digunakan : $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$.

2.5.8. Flexural Strength

Flexural strength (modulus of rupture) ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan. *Flexural strength* di Indonesia saat ini umumnya digunakan : $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$.

2.5.9. Drainage Coefficient

a) Variabel faktor drainase

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase.

- Variabel pertama : mutu drainase, dengan variasi excellent, good, fair, poor, very poor. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.
- Variabel 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 variable mutu drainase

Penetapan variabel pertama mengacu pada **Tabel 2.12** (diambil dari AASHTO 1993 halaman II-22).

- Air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk kedalam pondasi jalan relatif kecil berdasar hidrologi yaitu berkisar $70 - 95 \%$ air yang jatuh di atas jalan aspal/beton akan masuk ke sistem drainase (sumber : BINKOT Bina Marga & Hidrologi Imam Subarkah)

Kondisi ini dapat dilihat acuan koefisien pengaliran pada **Tabel 2.13** & **Tabel 2.14**.

- Air dari samping jalan yang kemungkinan akan masuk ke pondasi jalan, inipun relative kecil terjadi, karena adanya *road side ditch*, *cross drain*, juga muka air tertinggi di desain terletak dibawah *subgrade*.

Tabel 2.12. 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 : AASHTO - Design Of Pavement Structure 1993, 2018

Tabel 2.13. Koefisien pengaliran C (Binkot)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70 – 0,95
2	Bahu jalan :	
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	- Batuan masif keras	0,70 – 0,85
	- Batuan masif lunak	0,60 – 0,75

Sumber : Petunjuk desain drainase permukaan jalan No. 008/T/BNKT/1990, Binkot, Bina Marga Dep. PU, 2018

Tabel 2.14. Koefisien pengaliran C (Hidrologi, Imam Subarkah)

Type daerah aliran		C
Jalan	Beraspal	0,70 – 0,95
	Beton	0,80 – 0,95
	Batu	0,70 – 0,85

Sumber : Hidrologi, Imam Subarkah, 2018

c) Penetapan variable prosen perkerasan terkena air

Penetapan variabel kedua yaitu prosentase struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air sampai tingkat saturated, relatif sulit, belum ada data rekaman pembanding dari jalan lain, namun dengan pendekatan-pendekatan, pengamatan dan perkiraan berikut ini, nilai dari faktor variabel kedua tersebut dapat didekati.

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

$$P_{heff} = \frac{T_{jam}}{24} \times \frac{Thari}{365} \times WL \times 100 \dots\dots\dots \text{Pers. (2.8)}$$

Dimana :

P_{heff} = Prosen hari effective hujan dalam setahun yang akan berpengaruh Terkenanya perkerasan (dalam %)

T_{jam} = Rata – rata hujan per hari (jam)

T_{hari} = Rata – rata jumlah hari hujan per tahun (hari)

WL = Faktor air hujan yang akan masuk ke pondasi jalan (%)

Selanjutnya *drainage coefficient* (Cd) mengacu pada **Tabel 2.15.**

(AASHTO 1993 halaman II – 26)

Tabel 2.15. Drainage Coefficient (Cd)

Quality of drainage	Percent of time pavement structure is exposed To moisture levels approaching saturation			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Excellent	1,25 – 1,20	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10
Good	1,20 – 1,15	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00
Fair	1,15 – 1,10	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90
Poor	1,10 – 1,00	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80
Very Poor	1,00 – 0,90	0,90 – 0,80	0,80 – 0,70	0,70

Sumber : AASHTO - Design Of Pavement Structure 1993, 2018

Penetapan parameter *drainage coefficient* :

- Berdasar kualitas drainase
- Kondisi *Time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation* dalam setahun

2.5.10. Load Transfer

Load transfer coefficient (J) mengacu pada **Tabel 2.16.** (diambil dari AASHTO 1993 halaman II – 26) dan AASHTO halaman III – 132.

Tabel 2.16. *Load Transfer Coefficient.*

Shoulder	Asphalt		Tied PCC	
	Yes	No	Yes	No
Load transfer devices				
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 : AASHTO - Design Of Pavement Structure 1993, 2018

Pendekatan penetapan parameter *load transfer* :

- Joint dengan dowel : $J = 2,5 - 3,1$
(diambil dari AASHTO 1993 halaman II – 26)
- Untuk overlay design : $J = 2,2 - 2,6$
(diambil dari AASHTO 1993 halaman II – 26)

2.5.11. Persamaan Penentuan Tebal Pelat (D)

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) \times$$

$$\log_{10} \frac{S'_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}}]} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.9)}$$

Dimana :

W18 = Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)

ZR = Standar normal deviasi

So = Standar deviasi

D = Tebal pelat beton (inchi)

ΔPSI = serviceability loss = $p_o - p_t$

p_o = Initial Serviceability

p_t = Terminal serviceability index

S'_c = Modulus of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi)

C_d = Drainage coefficient

J = Load transfer coefficient

E_c = Modulus elastisitas

k = Modulus reaksi tanah dasar (pci)

2.5.12. Reinforcement Design

a. Tie Bar

Tie bar dirancang untuk memegang plat agar teguh dan dapat menahan gaya-gaya tarik maksimum. Tie bar tidak dirancang untuk memindah beban. Jarak tie bar dapat mengacu pada **Tabel 2.17**.

Tabel 2.17. Tie Bar

Jenis dan mutu baja	Tegangan kerja (psi)	Tebal Perkerasan (In)	Diameter batang ½ In				Diameter batang 5/8 In			
			Panjang (In)	Jarak Maksimum (In)			Panjang (In)	Jarak Maksimum (In)		
				Lebar lajur 10ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft		Lebar lajur 10ft	Lebar lajur 11 ft	Lebar lajur 12 ft
Grade 40	30.000	6	25	48	48	48	30	48	48	48
		7	25	48	48	48	30	48	48	48
		8	25	48	44	40	30	48	48	48
		9	25	48	40	38	30	48	48	48
		10	25	48	38	32	30	48	48	48
		11	25	35	32	29	30	48	48	48
		12	25	32	29	26	30	48	48	48

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

b. Dowel

Alat pemindah beban yang biasa dipakai adalah dowel baja bulat polos. Syarat perancangan minimum dapat mengacu pada **Tabel 2.18**, atau penentuan diameter dowel dapat menggunakan pendekatan formula :

$$d = \frac{D}{8} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.10)}$$

dimana :

d = Diameter dowel (Inches)

D = Tebal pelat beton (Inches)

Tabel 2.18 Rekomendasi dowel

Tebal Perkerasan	Dowel diameter	Panjang dowel	Jarak dowel
6	$\frac{3}{4}$	18	12
7	1	18	12
8	1	18	12
9	1 $\frac{1}{4}$	18	12
10	1 $\frac{1}{4}$	18	12
11	1 $\frac{1}{4}$	18	12
12	1 $\frac{1}{4}$	18	12

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018

2.5.13. Perencanaan Penulangan dan Sambungan

Tata cara penulangan sambungan :

Tujuan dasar distribusi penulangan baja adalah bukan untuk mencegah terjadinya retak pada pelat beton tetapi untuk membatasi lebar retakan yang timbul pada daerah dimana beban terkonsentrasi agar tidak terjadi pembelahan pelat beton pada daerah retak tersebut, sehingga kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.

Banyaknya tulangan baja yang didistribusikan sesuai dengan kebutuhan untuk keperluan ini yang ditentukan oleh jarak sambungan susut, dalam hal ini dimungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan.

a. Kebutuhan penulangan pada perkerasan bersambung tanpa tulangan

Pada perkerasan bersambung tanpa tulangan, penulangan tetap dibutuhkan untuk mengantisipasi atau meminimalkan retak pada tempat – tempat dimana dimungkinkan telah terjadi konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari.

Tipikal penggunaan tulangan khusus ini antara lain :

- Tambahan pelat tipis
- Sambungan yang tidak tepat

b. Penulangan pada perkerasan bersambung dengan tulangan

Luas tulangan pada perkerasan ini dihitung dari persamaan berikut:

$$A_s = \frac{11,76 F h}{f_s} \dots\dots\dots \text{Pers. (2.11)}$$

dimana :

A_s = Luas tulangan yang diperlukan (mm^2/m lebar)

F = Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya (Tabel 2.19)

L = Jarak antara sambungan (m)

h = Tebal pelat (mm)

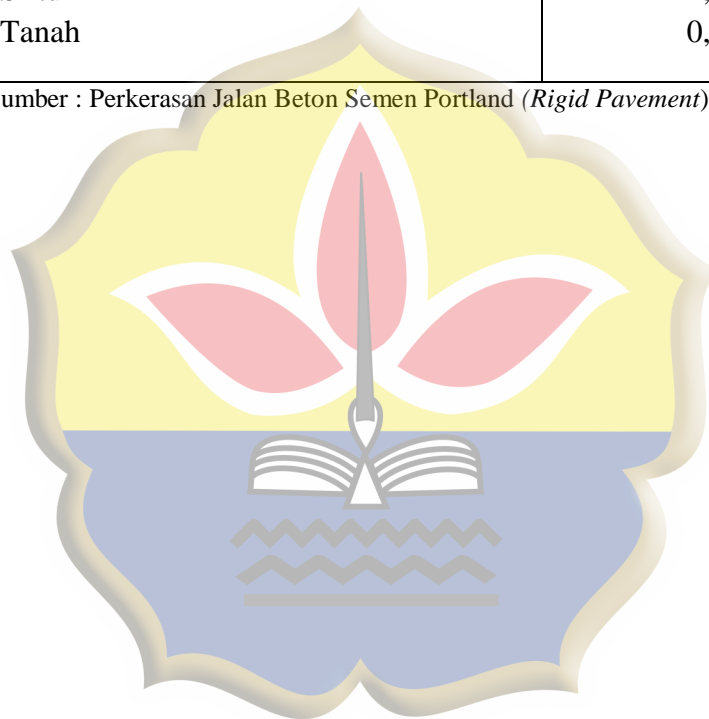
f_s = Tegangan tarik baja ijin (mpa)

A_s minimum menurut SNI 1991 untuk segala keadaan = 0,14 % dari luas penampang beton.

Tabel 2.19. Koefisien gesekan antara pelat dengan lapisan pondasi bawah

Tipe material dibawah Slab	Friction Factor (F)
Burtu, Lapen dan Kontruksi sejenis.	2,2
Aspal beton, Lataston	1,8
Stabilisasi Kapur	1,8
Stabilisasi Aspal	1,8
Stabilisasi Semen	1,8
Koral Sungai	1,5
Batu Pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (*Rigid Pavement*), 2018



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian penyusunan Perencanaan Perkerasan Kaku Menggunakan Perbandingan Nilai CBR Pada Jalan Kenali Asam Bawah sebagai berikut :

1. Survei
2. Identifikasi masalah
3. Studi pustaka
4. Pengumpulan data
5. Analisis data
6. Kesimpulan

3.2 Pengumpulan data

Pengumpulan data ini diperoleh dari survey langsung di lapangan dan dari instansi terkait. Data-data yang dimaksudkan adalah data primer dan data sekunder sebagai berikut :

1. Data Primer

Data primer yang dikumpulkan adalah data LHR.

2. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yang didapat adalah peta lokasi dan CBR tanah.

3.3 Metodologi Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Panjang dan lebar jalan beton

Panjang dan lebar diukur sebagai acuan untuk perencanaan pembetonan.

2. Tebal lapisan perkerasan (dengan beton)

Jalan aspal yang lama akan dibongkar dan lapisan perkerasannya diganti dengan lapis perkerasan beton.

3. Penulangan jalan beton

Jalan beton yang direncanakan adalah jenis beton bertulang dengan sambungan tipe JRC (*jointed reinforced concrete*).

4. Sambungan antar segmen

Sambungan antar segmen dalam perencanaan adalah setiap 10 meter.

5. Metode pelaksanaan

Pelaksanaan pembetonan akan dilaksanakan secara per segmen dengan metode konstruksi selang-seling.

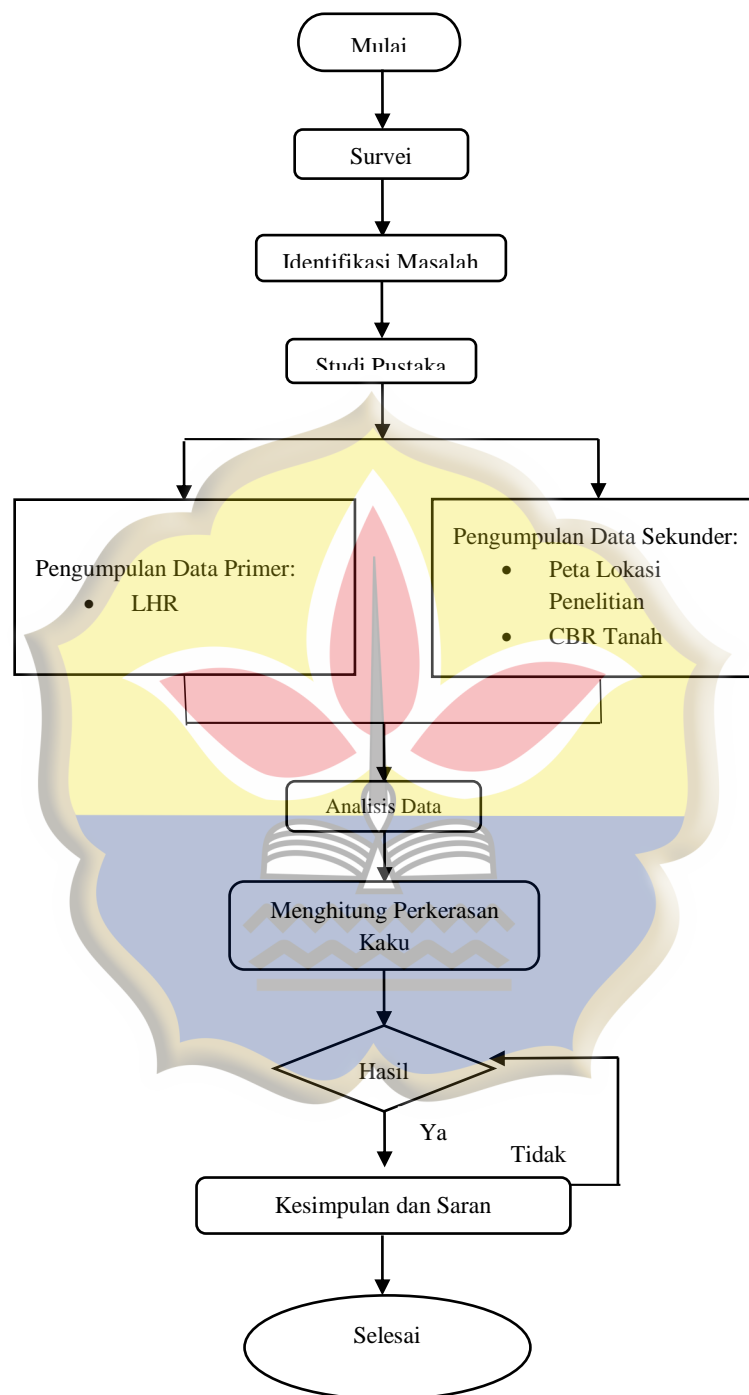
6. Gambar rencana

Setelah semua perencanaan selesai, maka akan digambar detail penulangan, panjang, dan lebarnya.

3.4 Bagan Alir Tugas Akhir

Adapun tahapan dari Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku pada Jalan Kenali

Asam Bawah adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Asumsi Perencanaan

Pada perencanaan perkerasan kaku ini tidak melakukan pengujian CBR tetapi CBR tanah dasar yang akan digunakan diasumsikan sebagai berikut :

1. Perkerasan jalan lama dianggap tidak ada, tetapi diasumsikan CBR nya :
 - CBR 4.7% dianggap tanah lunak
 - CBR 7% dianggap timbunan tanah pilihan

4.2 Data Teknis

Data teknis yang digunakan :

- a. Umur Rencana : 40 Tahun
- b. Jenis Perkerasan : Perkerasan Kaku (Lapis Beton Semen)
- c. Peranan Jalan : Jalan Desa (Jalan Lingkungan)
- d. Faktor Distribusi Arah : 0,5

4.2.1 Kondisi Tanah

Kondisi tanah pada ruas jalan ini cenderung datar dan rata karena tidak berada pada daerah berbukit maupun lereng.

Data CBR tanah dasar tidak dilakukan pengujian dilapangan dikarenakan masalah waktu dan ekonomi, tetapi akan dilakukan perhitungan dari asumsi perkerasan jalan lama mempunyai nilai struktur dan perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya.

4.2.2 Data Lalu Lintas

Berdasarkan data sekunder hasil survei Dinas Perhubungan Kota Jambi pada ruas Jalan Kenali Asam Bawah, diperoleh data lalu lintas pada tahun 2016 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil survey data lalu lintas harian

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN
1	Kendaraan Roda Dua	1715
2	Sedan, Jeep, St. Wagon	842
3	Pick-up, Combi	202
4	Truck 2 as	1
5	Bus kecil	0
6	Bus besar	0
7	Truck 3 as	0
8	Trailer 4 as, Truck gandengan	0
9	Truck S. Trailer	0

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

4.3 Perhitungan Equivalent Single Axle Load (ESAL)

4.3.1 Menentukan Umur Rencana (UR)

Berdasarkan Tabel 2.1 umur rencana perkerasan jalan baru (UR) yang bersumber dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 adalah 40 tahun.

Tabel 2.1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan. <i>Cement Treated Base</i>	
Perkerasan Kaku	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	Minimum 10
Jalan tanpa penutup	Semua Elemen	

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

4.3.2 Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Tahunan (i)

Berdasarkan **Tabel 2.2** Faktor pertumbuhan lalu lintas (i) minimum untuk desain, factor pertumbuhan lalu lintas pada jalan desa > 2021 – 2030 tahun akhir umur rencana adalah 1%.

Tabel 2.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum untuk Desain

	2011 – 2020	> 2021 – 2030
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor Rural (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

4.3.3 Menentukan Faktor Distribusi Arah dan Faktor Distribusi Lajur

Berdasarkan **Tabel 2.8** Faktor Distribusi Lajur (D_L) :

Jumlah lajur per arah = 1

Faktor Distribusi Lajur (D_L) = 100%

Faktor Distribusi Arah (D_D) = 0,3 – 0,7 dan umumnya diambil 0,5

Tabel 2.8 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO (*Design Of Pavement Structure*) 1993

4.3.4 Menentukan VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Nilai VDF yang diambil untuk perhitungan ESAL yaitu berdasarkan Bina Marga MST – 10 dengan rincian perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 4.4** beban kendaraan yang diambil berdasarkan beban standar dengan ketentuan muatan yang diizinkan.

Tabel 4.2 VDF (Vehicle Damage Factor) Bina Marga MST - 10

No.	Jenis Kendaraan	Gol. Kend.	Konf. Sumbu	Bobot Total (Ton)	Axle Loads				VDF				
					Depan		Belakang		E Depan	E Belakang		E Total	
1	Sedan, Jeep, St. Wagon	2	1.1	2,00	50% 1,00	50% 1,00			0,0002	0,0002			0,0005
2	Pick-up, Combi	3	1.2	8,30	34% 2,82	66% 5,48			0,0143	0,2031			0,2174
3	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	4	1.2 L	8,30	34% 2,82	66% 5,48			0,0143	0,2031			0,2174
4	Bus Kecil	5a	1.2	8,30	34% 2,82	66% 5,48			0,0143	0,2031			0,2174
5	Bus Besar	5b	1.2	9,00	34% 3,06	66% 5,94			0,0198	0,2808			0,3006
6	Truck 2 as (H)	6	1.2 H	14	34% 6,18	66% 12,01			0,3307	4,6957			5,0264
7	Truck 3 as	7a	1.2.2	25,00	25% 6,25	75% 18,75			0,3442	2,3974			2,7416
8	Trailer 4 as, truck gandengan	7b	1.2+2.2	31,40	18% 5,65	28% 8,79	27% 8,48	27% 8,48	0,2302	1,3477	1,1652	1,1652	3,9083
9	Truck Semi Trailer	7c	1.2.+2.2	42	18% 7,56	28% 11,76	54% 22,68		0,7368	4,3139	5,1323		10,1830

Sumber : Manual perkerasan jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83

4.3.5 Menghitung Nilai ESAL

Cara menghitung *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) dapat dilihat dari

$$\text{Persamaan 2.3. } W_{18} = \sum_{N=1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times 365$$

Hasil perhitungan ESAL dapat dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**

Dengan $i = 1\%$, $D_D = 0,5$ dan $D_L = 1$

Tabel 4.3 Prediksi Volume Lalu Lintas

No.	Tahun	i (%)	Kendaraan Roda Dua	Sedan, Jeep, St. Wagon	Pick-up, Combi	Truck 2 as	Bus Kecil	Bus Besar	Truck 3 as	Trailer 4 as, truck gandengan	Truck Semi Trailer
			1	2	3	4	5a	5b	7a	7b	7c
			0	1,1	1,1	1,2H	1,2	1,2	1,22	1,2+2,2	1,22+2,2
VDF			0.00000	0.00050	0.21740	2.41590	0.21740	0.30060	2.74160	3.90830	4.17180
0.	2014		1715	842	202	1	0	0	0	0	0
1.	2015	1	1732	850	204	1	0	0	0	0	0
2.	2016	1	1749	859	206	1	0	0	0	0	0
3.	2017	1	1767	868	208	1	0	0	0	0	0
4.	2018	1	1785	876	210	1	0	0	0	0	0
5.	2019	1	1802	885	212	1	0	0	0	0	0
6.	2020	1	1821	894	214	1	0	0	0	0	0
7.	2021	1	1839	903	217	1	0	0	0	0	0
8.	2022	1	1857	912	219	1	0	0	0	0	0
9.	2023	1	1876	921	221	1	0	0	0	0	0
10.	2024	1	1894	930	223	1	0	0	0	0	0
11.	2025	1	1913	939	225	1	0	0	0	0	0
12.	2026	1	1933	949	228	1	0	0	0	0	0
13.	2027	1	1952	958	230	1	0	0	0	0	0
14.	2028	1	1971	968	232	1	0	0	0	0	0
15.	2029	1	1991	978	235	1	0	0	0	0	0
16.	2030	1	2011	987	237	1	0	0	0	0	0
17.	2031	1	2031	997	239	1	0	0	0	0	0
18.	2032	1	2051	1007	242	1	0	0	0	0	0
19.	2033	1	2072	1017	244	1	0	0	0	0	0
20.	2034	1	2093	1027	246	1	0	0	0	0	0
21.	2035	1	2114	1038	249	1	0	0	0	0	0
22.	2036	1	2135	1048	251	1	0	0	0	0	0
23.	2037	1	2156	1059	254	1	0	0	0	0	0
24.	2038	1	2178	1069	256	1	0	0	0	0	0
25.	2039	1	2199	1080	259	1	0	0	0	0	0
26.	2040	1	2221	1091	262	1	0	0	0	0	0
27.	2041	1	2244	1102	264	1	0	0	0	0	0
28.	2042	1	2266	1113	267	1	0	0	0	0	0
29.	2043	1	2289	1124	270	1	0	0	0	0	0
30.	2044	1	2312	1135	272	1	0	0	0	0	0
31.	2045	1	2335	1146	275	1	0	0	0	0	0
32.	2046	1	2358	1158	278	1	0	0	0	0	0
33.	2047	1	2382	1169	281	1	0	0	0	0	0
34.	2048	1	2405	1181	283	1	0	0	0	0	0
35.	2049	1	2429	1193	286	1	0	0	0	0	0
36.	2050	1	2454	1205	289	1	0	0	0	0	0
37.	2051	1	2478	1217	292	1	0	0	0	0	0
38.	2052	1	2503	1229	295	1	0	0	0	0	0
39.	2053	1	2528	1241	298	1	0	0	0	0	0
40.	2054	1	2553	1254	301	1	0	0	0	0	0

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Tabel 4.4 Perhitungan Desain Lalu Lintas

No.	TAHUN	Sedan, Jeep, St. Wagon		Pick-up, Combi		Truck 2 as (H)		Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran		Bus Kecil		Bus Besar		Truck 3 as		Trailer 4 as, truck gandengan		Truck Semi Trailer		JUMLAH	JUMLAH KUMULATIF
		Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn	Veh/thn	ESA/thn		
1.	2015	310,403	78	74,467	8,095	369	445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,618	8,618
2.	2016	313,507	78	75,212	8,176	372	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,704	17,321
3.	2017	316,642	79	75,964	8,257	376	454	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,791	26,112
4.	2018	319,809	80	76,724	8,340	380	459	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,879	34,991
5.	2019	323,007	81	77,491	8,423	384	463	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,967	43,958
6.	2020	326,237	82	78,266	8,508	387	468	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,057	53,015
7.	2021	329,499	82	79,049	8,593	391	473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,148	62,163
8.	2022	332,794	83	79,839	8,679	395	477	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,239	71,402
9.	2023	336,122	84	80,637	8,765	399	482	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,332	80,733
10.	2024	339,484	85	81,444	8,853	403	487	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,425	90,158
11.	2025	342,878	86	82,258	8,941	407	492	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,519	99,677
12.	2026	346,307	87	83,081	9,031	411	497	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,614	109,292
13.	2027	349,770	87	83,912	9,121	415	502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,710	119,002
14.	2028	353,268	88	84,751	9,212	420	507	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,808	128,810
15.	2029	356,801	89	85,598	9,305	424	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,906	138,715
16.	2030	360,369	90	86,454	9,398	428	517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,005	148,720
17.	2031	363,972	91	87,319	9,492	432	522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,105	158,824
18.	2032	367,612	92	88,192	9,586	437	527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,206	169,030
19.	2033	371,288	93	89,074	9,682	441	533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,308	179,338
20.	2034	375,001	94	89,965	9,779	445	538	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,411	189,749
21.	2035	378,751	95	90,864	9,877	450	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,515	200,264
22.	2036	382,539	96	91,773	9,976	454	549	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,620	210,884
23.	2037	386,364	97	92,691	10,075	459	554	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,726	221,610
24.	2038	390,228	98	93,618	10,176	463	560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,834	232,444
25.	2039	394,130	99	94,554	10,278	468	565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,942	243,386
26.	2040	398,071	100	95,499	10,381	473	571	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,051	254,437
27.	2041	402,052	101	96,454	10,485	477	577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,162	265,599
28.	2042	406,072	102	97,419	10,589	482	583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,273	276,873
29.	2043	410,133	103	98,393	10,695	487	588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,386	288,259
30.	2044	414,234	104	99,377	10,802	492	594	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,500	299,759
31.	2045	418,377	105	100,371	10,910	497	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,615	311,374
32.	2046	422,561	106	101,374	11,019	502	606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,731	323,105
33.	2047	426,786	107	102,388	11,130	507	612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,849	334,954
34.	2048	431,054	108	103,412	11,241	512	618	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,967	346,921
35.	2049	435,365	109	104,446	11,353	517	625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,087	359,008
36.	2050	439,718	110	105,491	11,467	522	631	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,208	371,215
37.	2051	444,115	111	106,545	11,581	527	637	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,330	383,545
38.	2052	448,557	112	107,611	11,697	533	644	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,453	395,998
39.	2053	453,042	113	108,687	11,814	538	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,577	408,575
40.	2054	457,572	114	109,774	11,932	543	656	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,703	421,279
ESA KUMULATIF 40 TAHUN																				421,279	

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

4.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

Berikut ini adalah data parameter perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) berdasarkan metode AASHTO 1993 :

- a. Jalan direncanakan 1 lajur 2 jalur / arah
- b. Lebar badan jalan direncanakan masing – masing 3 m
- c. *Lean Concrete* K - 125 kg/cm^2
- d. Kuat tekan beton K – $350 \text{ kg/cm}^2 = 4.978,17 \text{ psi}$
- e. *Flexural Strenght* $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640,05 \text{ psi}$
- f. Modulus elastisitas beton $E_c = 57.000 \sqrt{fc'}$:
 $E_c = 57.000 \sqrt{4978,16} = 4.021.699 \text{ psi}$

4.4.1 Menentukan nilai *Reliability*

Berdasarkan **Tabel 2.9** *Reliability* (R) disarankan :

- Jalan Kolektor Rural = 75 – 95 % diambil 90 %

Berdasarkan **Tabel 2.10** Standar normal deviasi (Z_R) :

- $Z_R (90) = -1,282$

Standard Deviation (S_O) Rigid Pavement :

- $S_O = 0,3 - 0,4$ diambil 0,35

4.4.2 Menentukan Nilai *Serviceability*

Berdasarkan **Tabel 2.11** *Terminal serviceability index* (Pt) disarankan :

- *Percent of people stating unacceptable* = 55 maka (Pt) = 2,5
- *Initial serviceability* (Po) untuk *Rigid Pavement* = 4,5

$$\Delta PSI = P_o - P_t : 4,5 - 2,5 = 2,0$$

4.4.3 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Berdasarkan perencanaan CBR tanah dasar yang akan dihitung yaitu perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya sebesar 4,7% & 7%. Maka dapat dihitung sebagai berikut :

1. CBR 4,7%

$$M_R = 1.500 \times \text{CBR}$$

$$M_R = 1.500 \times 4,7 = 7.050$$

$$k = \frac{M_R}{19,4}$$

$$k = \frac{7.050}{19,4} = 363,64 \text{ pci}$$

2. CBR 7%

$$M_R = 1.500 \times \text{CBR}$$

$$M_R = 1.500 \times 7 = 10.500$$

$$k = \frac{M_R}{19,4}$$

$$k = \frac{10.500}{19,4} = 541,24 \text{ pci}$$

4.4.4 Drainage Coefficient

Berdasarkan **Tabel 2.15 Drainage Coefficient (Cd)** disarankan :

- *Quality of drainage = Good*
- *Percent of time pavement structure is exposed To moisture levels approaching saturation = >25 %*

Maka *Drainage Coefficient (Cd)* didapat = 1,00

4.4.5 Load Transfer

Berdasarkan **Tabel 2.16 Load transfer coefficient (J)** disarankan :

- Shoulder = Tied PCC
- Load Transfer Device = Yes
- Pavement Type = Plain Jointed & Jointed Reinforced

J = 2,5 – 3,1 diambil = 2,8

4.4.6 Perhitungan Tebal Pelat Beton

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 p_t) \times \log_{10} \frac{S'_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}}]}$$

Perhitungan untuk tebal pelat beton dimasukkan ke excel dan menggunakan metode Trial and Error dalam mendapatkan nilai D atau tebal pelat nya.

1. Berdasarkan CBR 4,7% (Tanah lunak)

$$6,204 = (-1,282 \times 0,35) + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}}$$

$$+(4,22 - (0,32 \times 2,5)) \times \log_{10} \frac{640,05 \times 1 \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 2,8 \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(4.021.699/231,96)^{0,25}}]}$$

D = 6,69 inch atau 17 cm, dengan *Lane Concrete* 12 cm

Dengan hasil perhitungan menggunakan **Tabel 4.5** berikut ini :

Tabel 4.5 Perhitungan nilai D berdasarkan CBR 4,7% (Tanah lunak)

NO	DATA ITEM	SYMBOL	VALUE	UNIT	Remarks
Input Data :					
1	Design Life Years		40	years	
2	Design Line : - number of lanes - number of direction		2 2	lanes way	
3	Predicted number of 18-kip esal application	W18	1,600,762	axles	
4	Log10(w18)		6.204		
5	Reliability	R	90	%	
6	Standard normal deviate	Zr	-1.282		
7	Combine Standard Error	So	0.39		
8	Initial Serviceability index	Po	4.5		
9	Terminal Serviceability index	Pt	2.0		
10	D PSI	Pt - Po	2.5		
11	Concrete Class	K	250	kg/cm2	
12	PPC compressive strength (in psi)	fc'	3,555	psi	fc' = 250 x14.22 psi (Concrete class K250)
13	Modulus of Elasticity (psi) for Portland Cement	Ec	3,398,558	psi	Ec = 57.000x(fc')^0.5
14	Modulus of Rupture (psi)	Sc'	640	psi	Sc'= 45 kg/m2 x 14.22 psi
15	Load transfer coefficient	J	2.8		For jointed concrete pavement with dowels and with tied concrete shoulders is 2.8
16	Drainage coefficient	Cd	1		for good drainage
17	CBR Sub grade :	CBR	4.70	%	Selected Embankment
18	Resilient (Elastic) modulus (psi)	MR1	7,050	psi	MR = 1500 x CBR or
19	Effective Modulus of Subgrade Reaction (pci)	k1	363	pci	k = MR/19.4
20	Roadbed (Lane Concrete K-125)	Dsb	5	in	
Output Data :					
21	Thickness of Concrete Slab (D)				
		D =	6.69	17.00	CBR (%) of Subgrade 4.70
	Log10(w18)		6.427		
	Need Log 10(w18)		6.204		
		Thickness is enough			

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

2. Berdasarkan CBR 7% (Timbunan tanah pilihan)

$$6,204 = (-1,282 \times 0,35) + 7,35 \log_{10} (D + 1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{2}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}}$$

$$+(4,22 - (0,32 \times 2,5)) \times \log_{10} \frac{640,05 \times 1 \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times 2,8 \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(4.021.699/463,92)^{0,25}}]}$$

$D = 5,51$ inch atau 14 cm, dengan *Lane Concrete* 12 cm

Dengan hasil perhitungan menggunakan **Tabel 4.6** berikut ini :

Tabel 4.6 Perhitungan nilai D berdasarkan CBR 7% (Timbunan tanah pilihan)

NO	DATA ITEM	SYMBOL	VALUE	UNIT	Remarks
Input Data :					
1	Design Life Years		40	years	
2	Design Line : - number of lanes		2	lanes	
	- number of direction		2	way	
3	Predicted number of 18-kip esal application	W18	1,600,762	axes	
4	Log10(w18)		6.204		
5	Reliability	R	90	%	
6	Standard normal deviate	Zr	-1.282		
7	Combine Standard Error	So	0.39		
8	Innitial Serviceability index	Po	4.5		
9	Terminal Serviceability index	Pt	2.0		
10	D PSI	Pt - Po	2.5		
11	Concrete Class	K	250	kg/cm2	
12	PPC compressive strength (in psi)	fc'	3,555	psi	fc' = 250 x14.22 psi (Concrete class K250)
13	Modulus of Elasticity (psi) for Portland Cement	Ec	3,398,558	psi	Ec = 57.000x(fc') ^{0.5}
14	Modulus of Rupture (psi)	Sc'	640	psi	Sc' = 45 kg/m2 x 14.22 psi
15	Load transfer coefficient	J	2.8		For jointed concrete pavement with dowels and with tied concrete shoulders is 2.8
16	Drainage coefficient	Cd	1		for good drainage
17	CBR Sub grade :	CBR	7.00	%	Selected Embankment
18	Resilient (Elastic) modulus (psi)	MR1	10,500	psi	MR = 1500 x CBR or
19	Effective Modulus of Subgrade Reaction (pci)	k1	541	pci	k = MR/19.4
20	Roadbed (Lane Concrete K-125)	D _{sub}	5	in	
Output Data :					
21	Thickness of Concrete Slab (D)		inches	cm	CBR (%) of Subgrade
		D =	5.51	14.00	7.00
	Log10(w18)		6.230		
	Need Log 10(w18)		6.204		
			Thickness is enough		

Sumber : Hasil Penelitian, 2018

Jadi, dari hasil perhitungan Tebal pelat yang berdasarkan CBR dari asumsi perkerasan jalan lama mempunyai nilai struktur dan perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya, maka didapatkan :

Tabel 4.7 Rekapitulasi hasil perhitungan CBR

No.	Jenis Tanah Dasar	CBR Asumsi (%)	Mutu Beton (Kg/cm ²)	Tebal LC (cm)	Perhitungan			Tebal Pelat Beton (D)	
					Umur Rencana	ESAL	Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)	Inch	Cm
Perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya									
1	Tanah Lunak	4.7	K - 350	12	40 Tahun	1,600,761.619	363.64 pci	6.69	17
2	Timbunan Tanah Pilihan	7	K - 350	12	40 Tahun	1,600,761.619	541.24 pci	5.51	14
Rata - Rata								6.10	15.50

Sumber : Hasil Penelitian, 2019

4.5 Perhitungan Penulangan dan Sambungan

4.5.1 Tie Bar

Tie bar dirancang untuk menahan gaya tarik maksimum, sesuai dengan **Tabel 2.17** dari tebal pelat beton yang didapatkan adalah :

- Untuk perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya didapatkan tebal rata - rata = 16,10 inch atau 15,50 cm, maka untuk tie bar yang dibutuhkan yaitu :
 - Jenis dan mutu baja = Grade 40
 - Diameter batang = 5/8 inch atau 16 mm
 - Panjang batang = 30 inch atau 76 cm
 - Jarak maksimum batang = 48 inch atau 122 cm

4.5.2 Dowel

Dowel merupakan baja bulat polos yang dirancang sebagai alat pemindah beban, sesuai dengan **Tabel 2.18** dari tebal pelat beton yang didapatkan adalah :

- Untuk perkerasan jalan lama dianggap tidak ada tetapi diasumsikan CBR nya didapatkan tebal rata - rata = 16,10 inch atau 15,50 cm, maka untuk dowel yang dibutuhkan yaitu :
 - Diameter dowel = 1 1/4 inch atau 32 mm
 - Panjang dowel = 18 inch atau 46 cm
 - Jarak dowel = 12 inch atau 30 cm

4.5.3 Penulangan Pada Perkerasan Bersambung Dengan Tulangan

Penulangan tengah dipakai untuk menahan kuat lentur yang mungkin terjadi diakibatkan lendutan dari tanah dasar yang lunak serta mengantisipasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan.

Parameter desain tulangan waresmesh :

$$F = 1,8 \text{ (dari Tabel 2.19)}$$

$$L = 5,5 \text{ m}$$

$$F_s = 390 \text{ mpa}$$

$$H = 15,50 \text{ cm}$$

Keterangan:

F = Friction Factor (Koefisien gesekan antara pelat dengan lapis pondasi bawah)

L = Jarak antar sambungan (m)

F_s = Tegangan tarik baja ijin (Mpa)

H = Tebal pelat (mm)

Penulangan yang dipakai : Waresmesh M8 – 150 mm

Cek luas tulangan yang diperlukan berdasarkan persamaan 2.11 :

$$\text{As perlu} = \frac{11,76 F L h}{f_s}$$

$$\text{As perlu} = \frac{11,76 \times 1,8 \times 5,5 \text{ m} \times 155 \text{ mm}}{390 \text{ mpa}}$$

$$\text{As perlu} = \mathbf{46,271 \text{ mm}^2/\text{m}}$$

As min menurut SNI 1991 untuk segala keadaan = 0,14% dari luas penampang beton.

$$\text{As min} = 0,14\% \times (h \times L)$$

$$\text{As min} = 0,14\% \times (155 \text{ mm} \times 5,5 \text{ m})$$

$$\text{As min} = \mathbf{1,1935 \text{ mm}^2/\text{m}}$$

Jadi, As perlu > As min

$$46,271 \text{ mm}^2/\text{m} > 1,1935 \text{ mm}^2/\text{m} \dots\dots\dots\text{OK}$$

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Tebal Perkerasan Kaku dengan membandingkan parameter CBR yang berbeda – beda dapat disimpulkan:

1. Tebal Lapis Perkerasan kaku dengan CBR 4,7% adalah 6,69 Inchi atau 17 cm.

Rincian sebagai berikut :

- Lebar Pelat = 2 x 15,50 m
 - Panjang Pelat = 5,5 m
 - *Dowel bars* digunakan Ø32 mm, panjang 46 cm, dan jarak 30 cm
 - *Tie Bars* digunakan Ø16 mm, panjang 76 cm, dan jarak 122 cm
2. Tebal Lapis Perkerasan kaku dengan CBR 7% adalah 5,51 Inchi atau 14 cm.
 3. Semakin rendah nilai CBR tanah, maka semakin tebal perkerasan kaku yang direncanakan.

5.2. Saran

1. Pada penelitian ini hanya membandingkan CBR dengan dua titik DCP yang berbeda, maka untuk penelitian selanjutnya dapat membandingkan CBR dengan lebih dari dua titik DCP.
2. Perlu dilakukan pengawasan dalam perencanaan jalan beton agar tidak terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. *Guide for Design of Pavement Structures*.
- Saodang, Hamirhan. 2005. *Perancangan Perkerasan Jalan Raya Buku 2*. Penerbit Nova. Bandung.
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 1999. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Jakarta. Universitas Gunadharma.
- Suryawan, Ari. 2013. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*, Beta Offset. Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia, Jakarta.
- Diah Oktami, Leni Sriharyani. 2016. *Kajian Penggunaan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Untuk Uji Lapangan Pada Tanah Dasar Pekerjaan Timbunan Apron*. Studi Kasus, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- Hardiyatmo, H C.,(2011) , *Percancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Penerbit Gadjah Mada University Presss, Yogyakarta.
- Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*, 2002.

DOKUMENTASI

“PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA JALAN KENALI ASAM BAWAH”



Gambar I. Lokasi Perencanaan Jalan Rigid Pavement



Gambar II. Lokasi Perencanaan Jalan Rigid Pavement

DOKUMENTASI

“PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA JALAN KENALI ASAM BAWAH”



Gambar III. Titik Awal Kegiatan Segmen I



Gambar IV. Titik Awal Kegiatan Segmen III

DOKUMENTASI

“PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU MENGGUNAKAN PERBANDINGAN NILAI CBR PADA JALAN KENALI ASAM BAWAH”

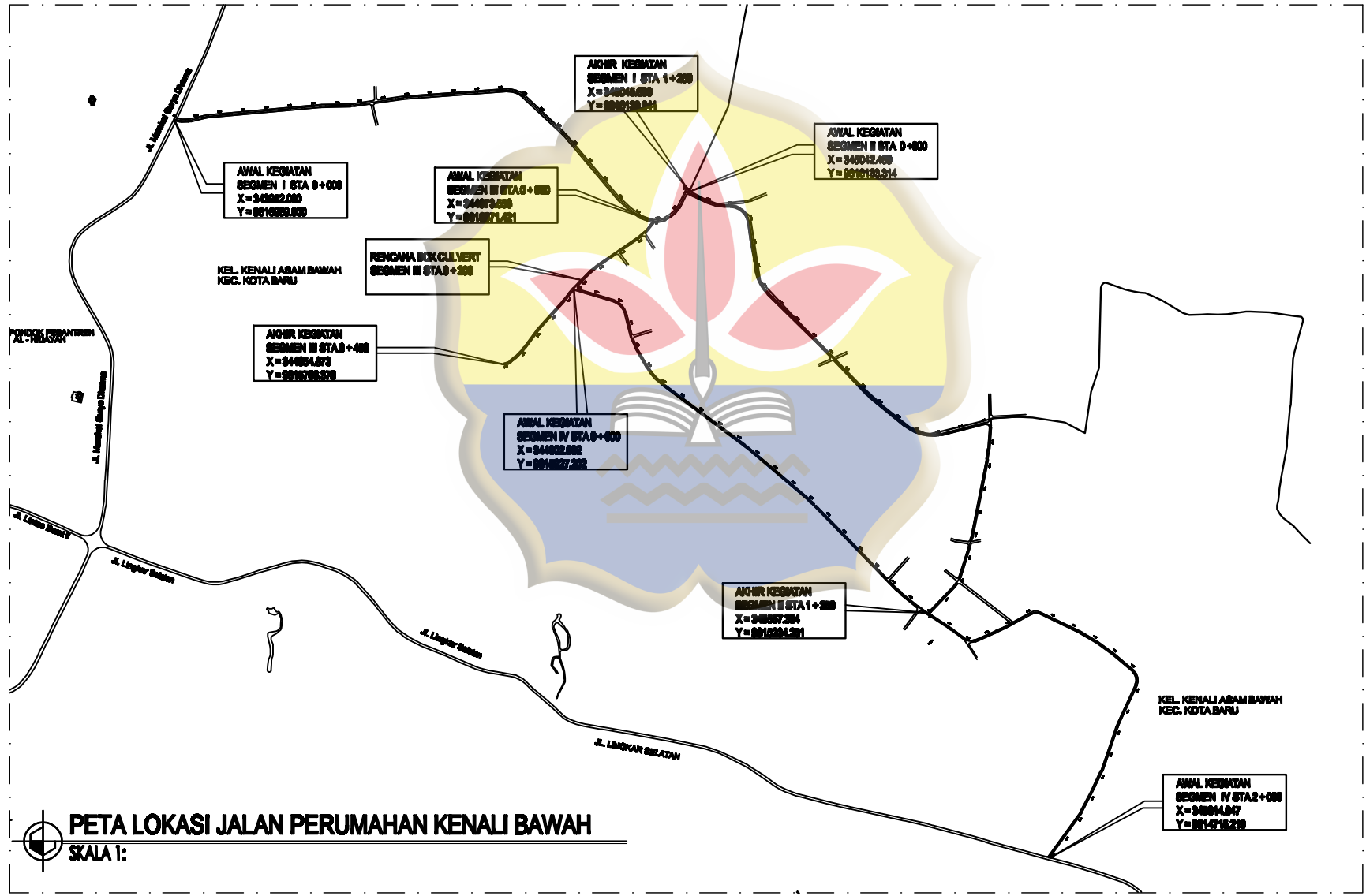


Gambar V. Proses CBR dengan alat DCP



Gambar VI. Proses CBR dengan alat DCP

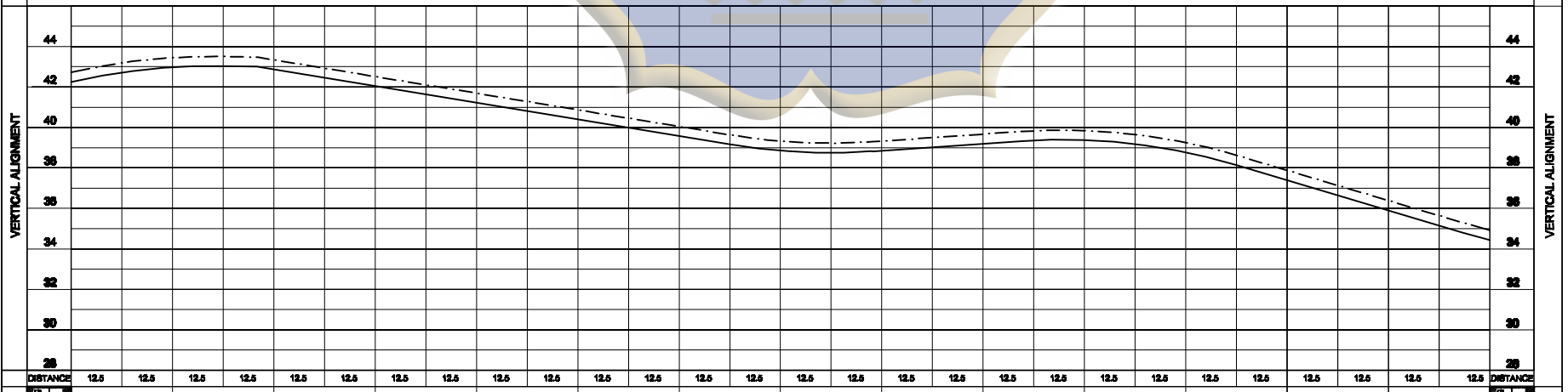
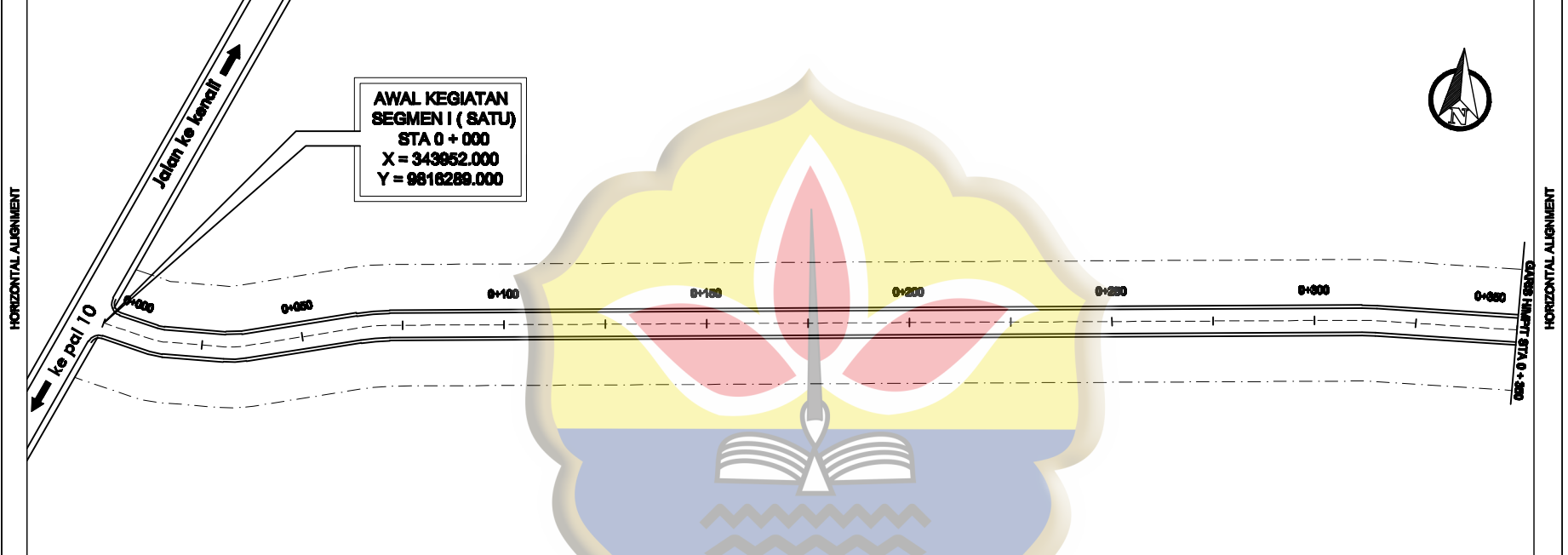
KEGIATAN :	NO. RUMAH	JUDUL :	LEMBAR
	NAMA RUMAH		
PEKERJAAN :	LOKASI		TAMBAH




PETA LOKASI JALAN PERUMAHAN KENALI BAWAH
 SKALA 1:

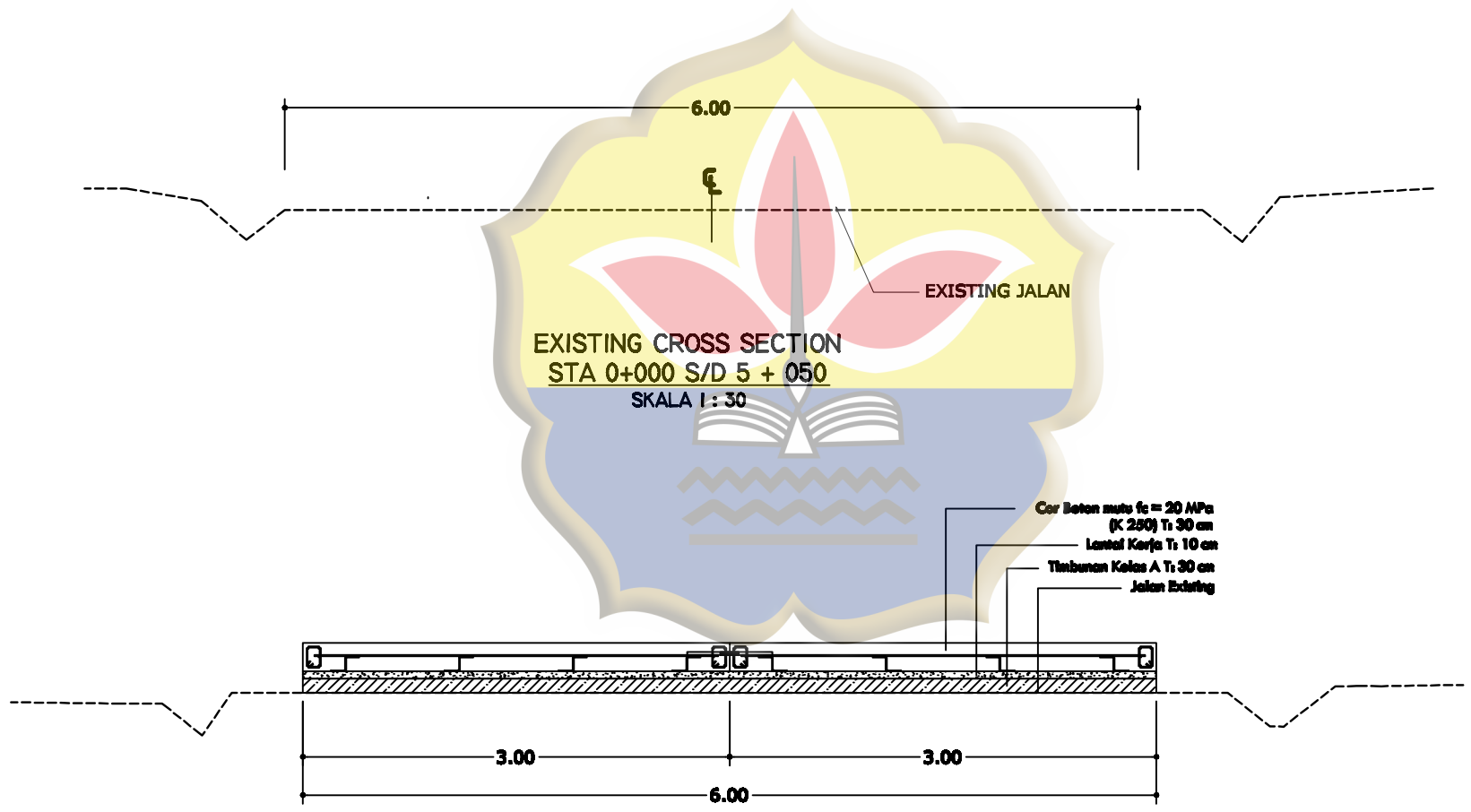
KEGIATAN :	NO. RUMAH								
PEKERJAAN :	NAMA RUMAH								
	LOKASI								

JUDUL :	LEMBAR
PROFIL MEMANJANG STA 0+000-0+300	M 1:1000
	V 1:100
	TAMBAH



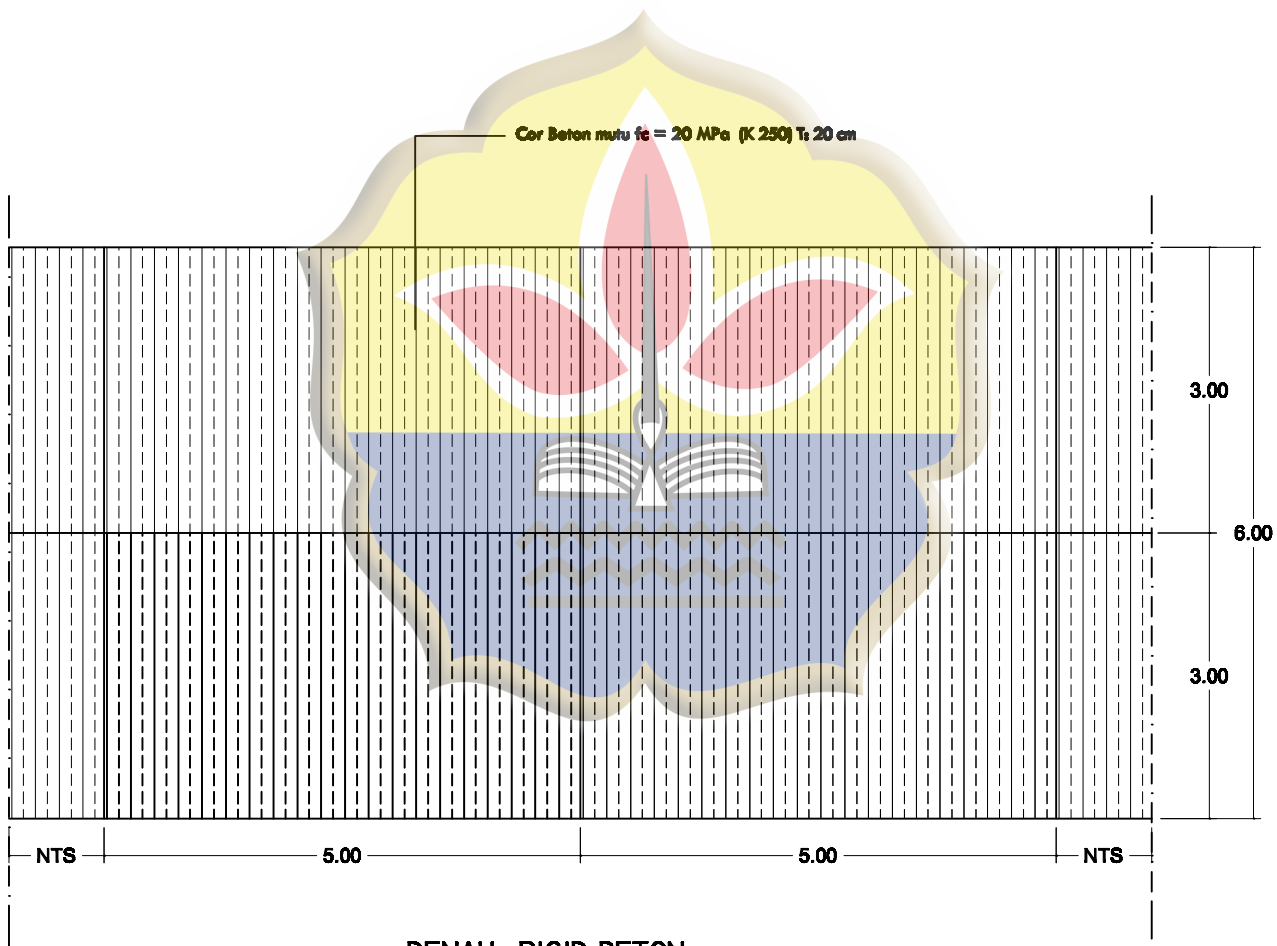
	DISTANCE	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	DISTANCE	
EXISTING	PROFIL	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	41.977	41.950	41.925	41.900	41.875	41.850	41.825	41.800	41.775	41.750	41.725	41.700	41.675	41.650	41.625	41.600	41.575	EXISTING
		0+000		0+050		0+100		0+150		0+200		0+250		0+300		0+350		0+400		0+450		0+500		

	KEGIATAN :	NO. RUMAH			JUDUL :	LEBAR	H	1:1000				
		NAMA RUMAH							EXISTING RENCANA CROSS SECTION SEGMEN I STA 0+00 S/D - 1+200	SKALA	V	1:100
	PEKERJAAN :	LOKASI										



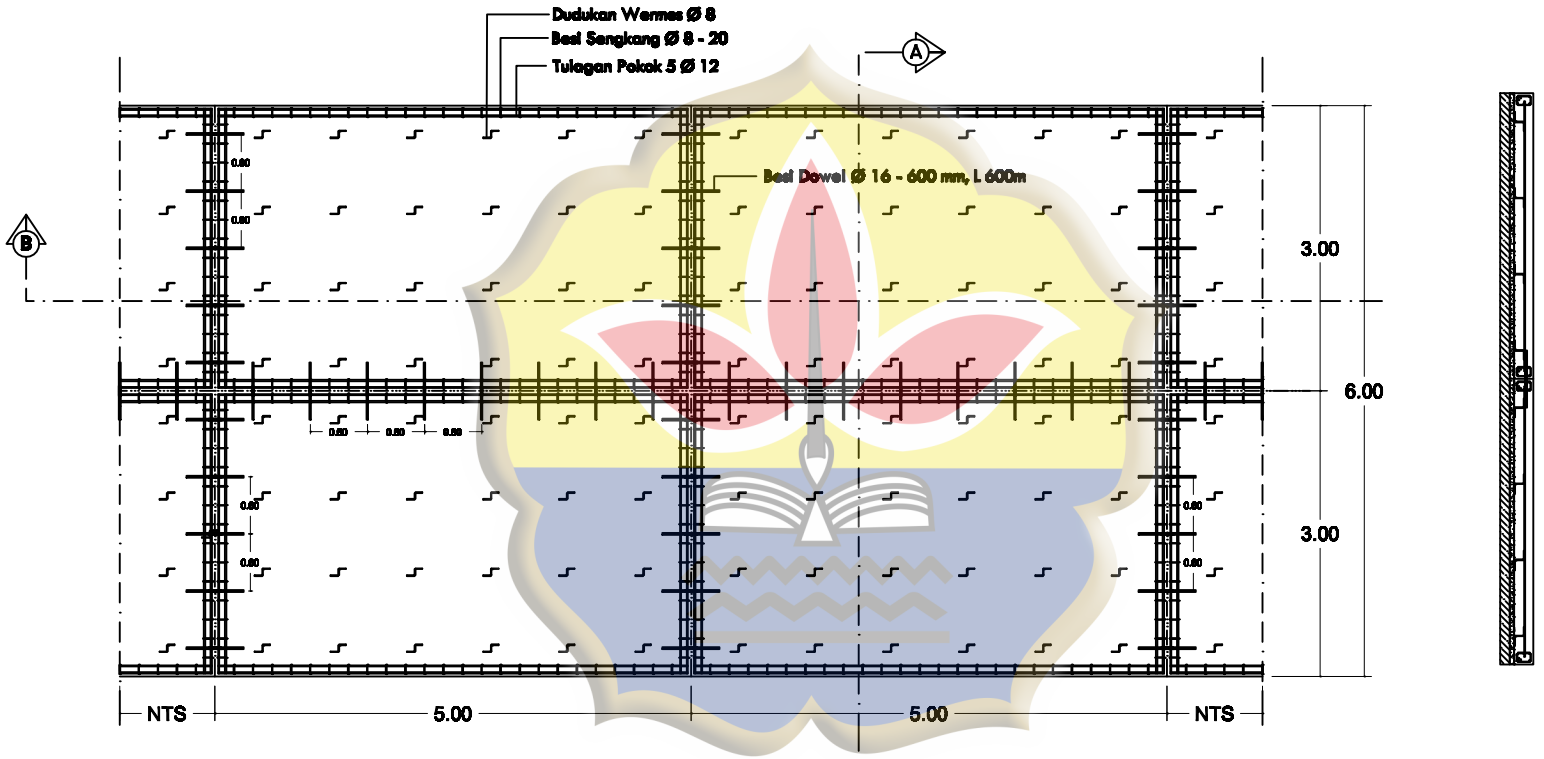
RENCANA CROSS SECTION RIGID
 STA 0+000 S/D 5 + 050
 SKALA 1 : 30

KEGIATAN :	NO. RUMAH	JUDUL :	LEMBAR		
	NAMA RUMAH			DENAH RIGID BETON STA 0+00 S/D - 1+200	SKALA
	LOKASI				TAMBAH

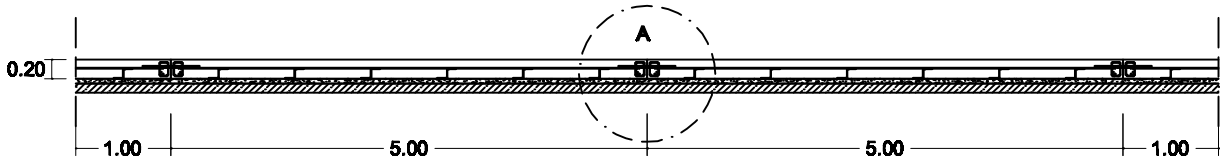


DENAH RIGID BETON
SKALA 1 : 50

KEGIATAN :	NO. RUMAH	JUDUL :	LEBAR
	PEKERJAAN :		
	LOKASI		TAMBAH

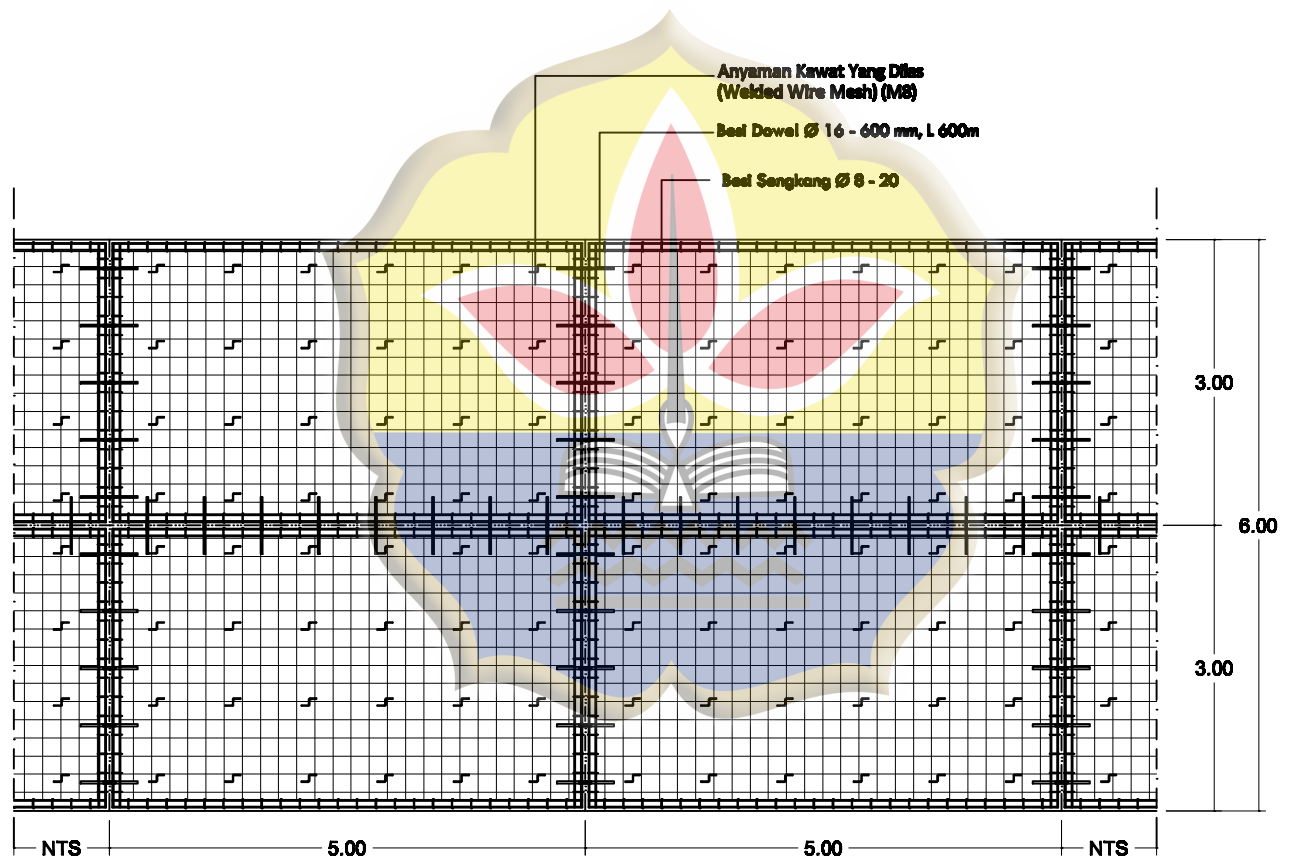


DENAH PENJALANGAN TIE BAR DAN DOWELL
SKALA 1 : 50



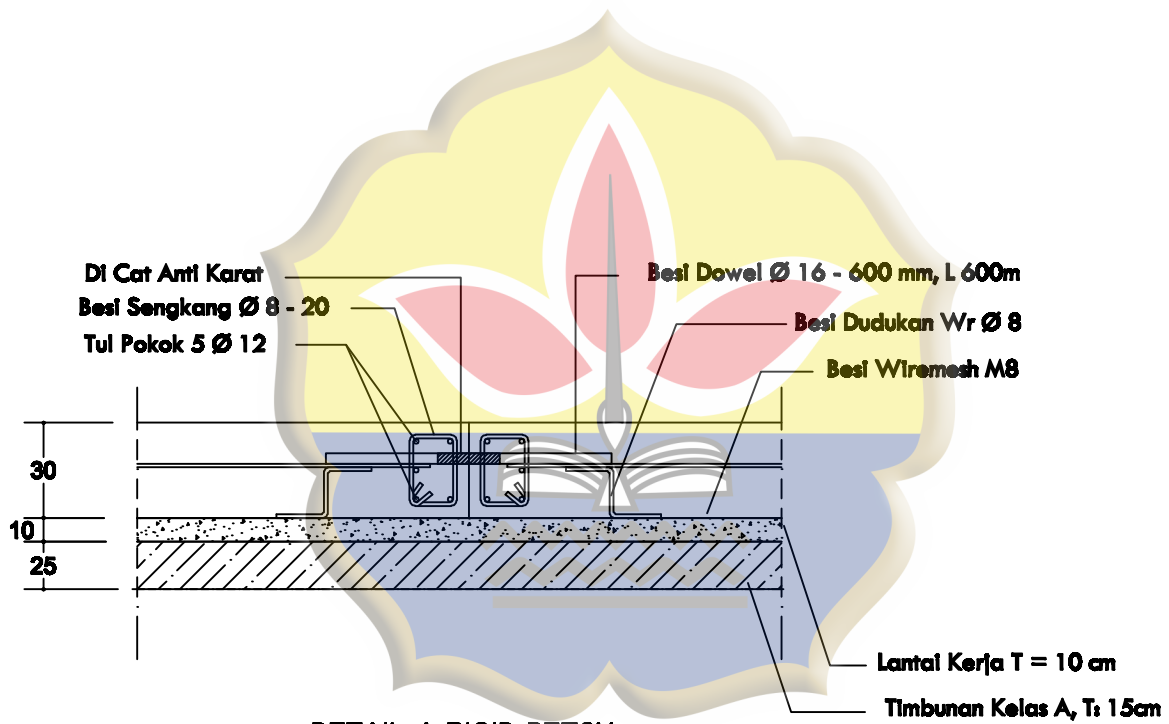
POTONGAN B - B
SKALA 1 : 50

	KEGIATAN :	NO. RUMAH			JUDUL :	LEMBAR	
	PEKERJAAN :	NAMA RUMAH				DENAH PENULANGAN RIGID STA 0+00 S/D - 1+200	SKALA
		LOKASI					TAMBAH



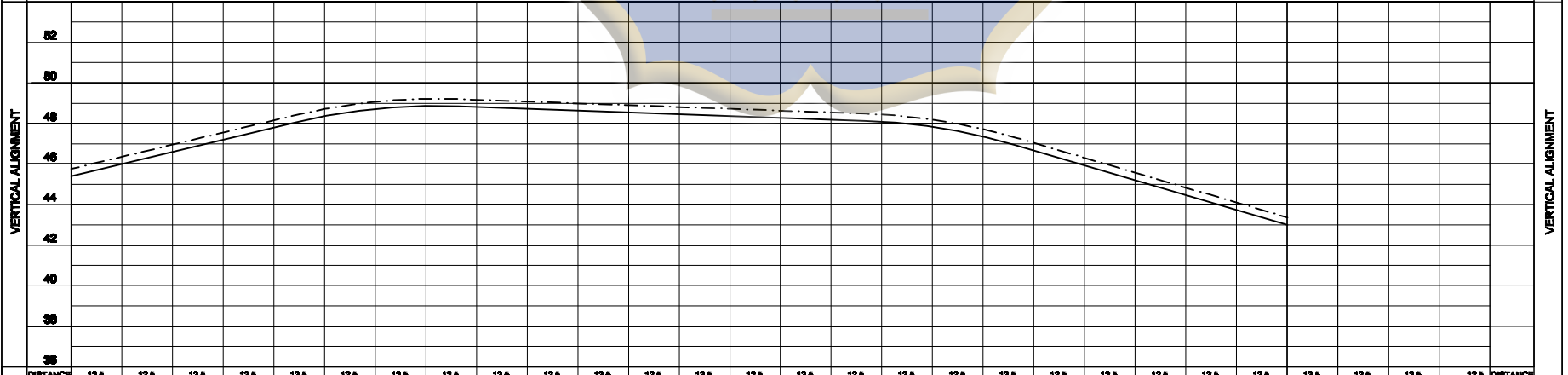
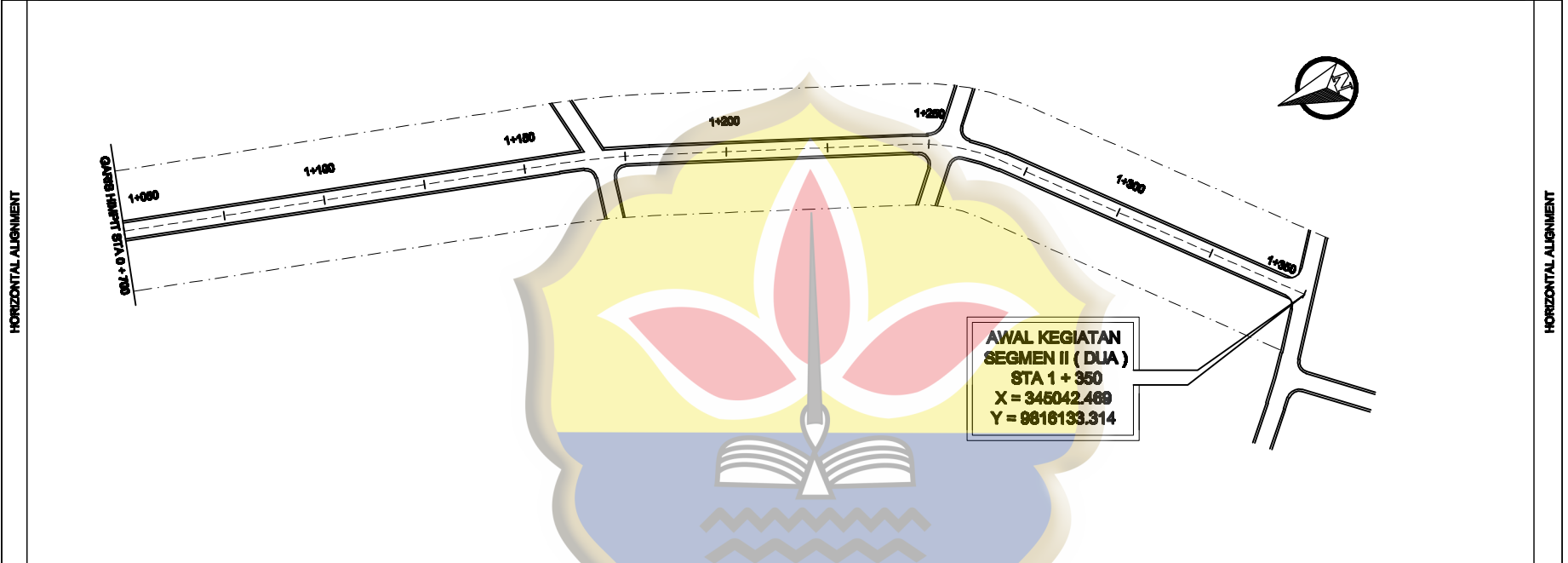
DENAH PENULANGAN RIGID
SKALA 1 : 50

	KEGIATAN :	NO. RUMAH			JUDUL :	LEMBAR	
	PEKERJAAN :	NAMA RUMAH				DETAIL A RIGID BETON	SKALA
		LOKASI				STA 0+00 S/D - 1+250	TAMBAH



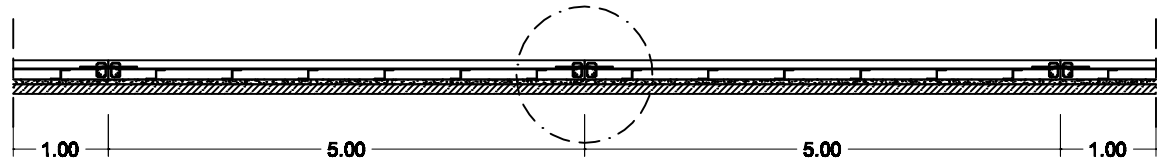
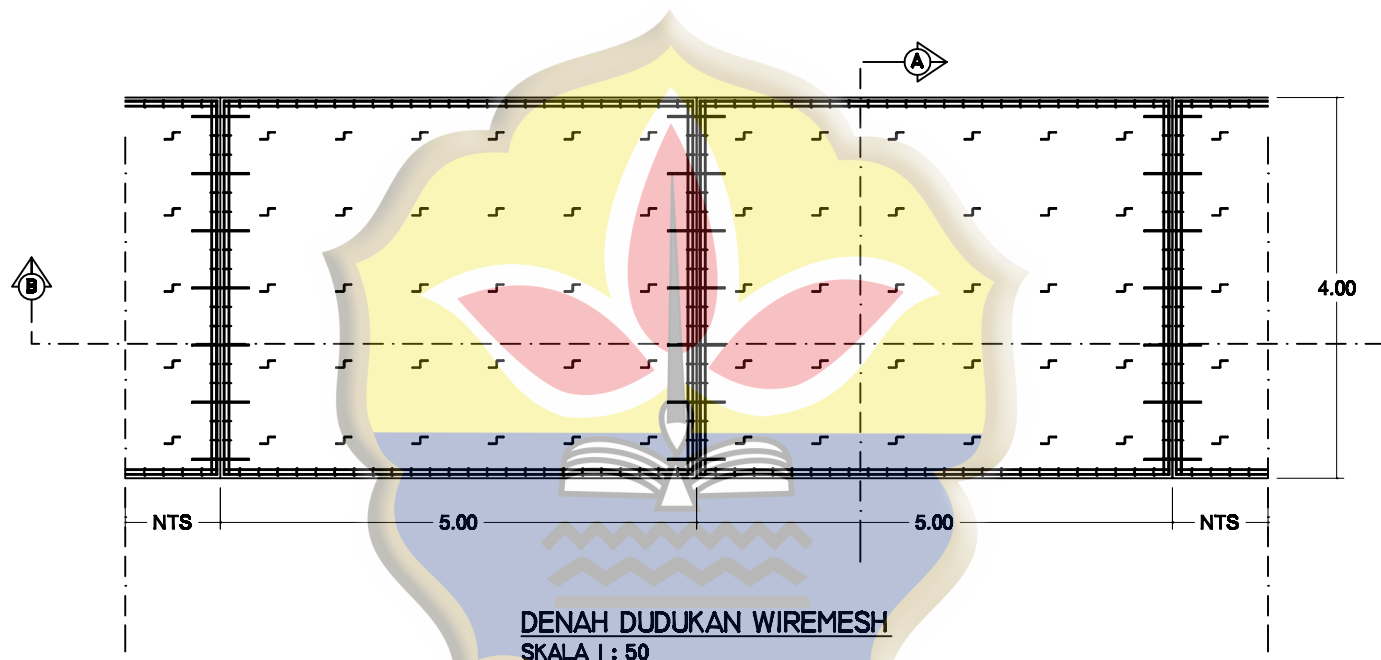
DETAIL A RIGID BETON
STA 0+000 S/D 1 +250
 SKALA 1 : 10

KEGIATAN :		NO. RUMAH					AJUK :	LEBAR	M	1:1000
PEKERJAAN :		NAMA RUMAH					PROFIL BERSALJANG	SKALA	V	1:100
		LOKASI					STA 1+080 - 1+480	TAMBAH		

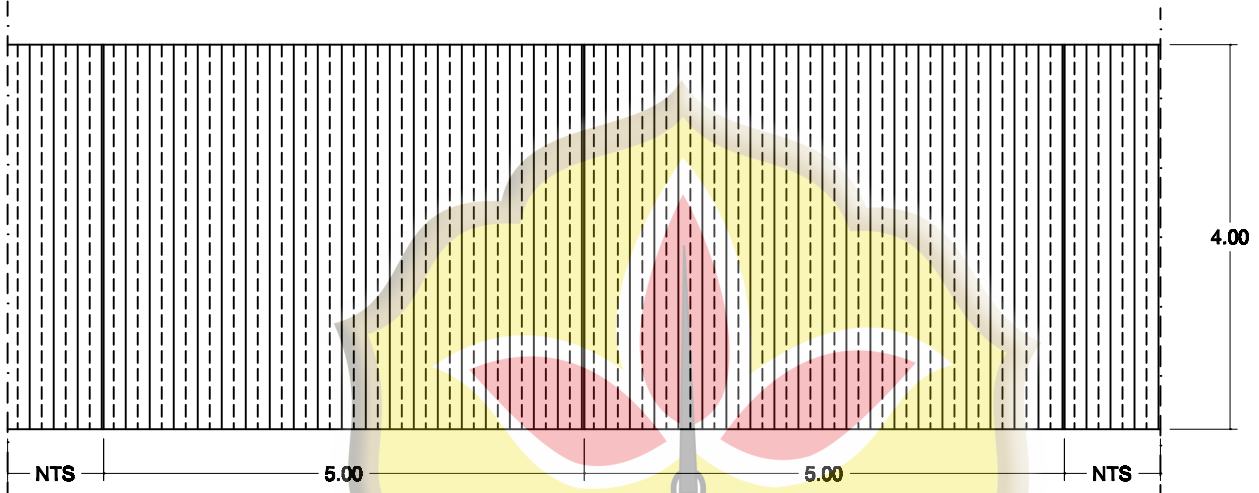


DISTANCE	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	DISTANCE							
EXISTING	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	EXISTING							
DESIGN	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	44.10	DESIGN							
	1+080		1+108		1+136		1+164		1+192		1+220		1+248		1+276		1+304		1+332		1+360		1+388		1+416		1+444		1+472		1+480

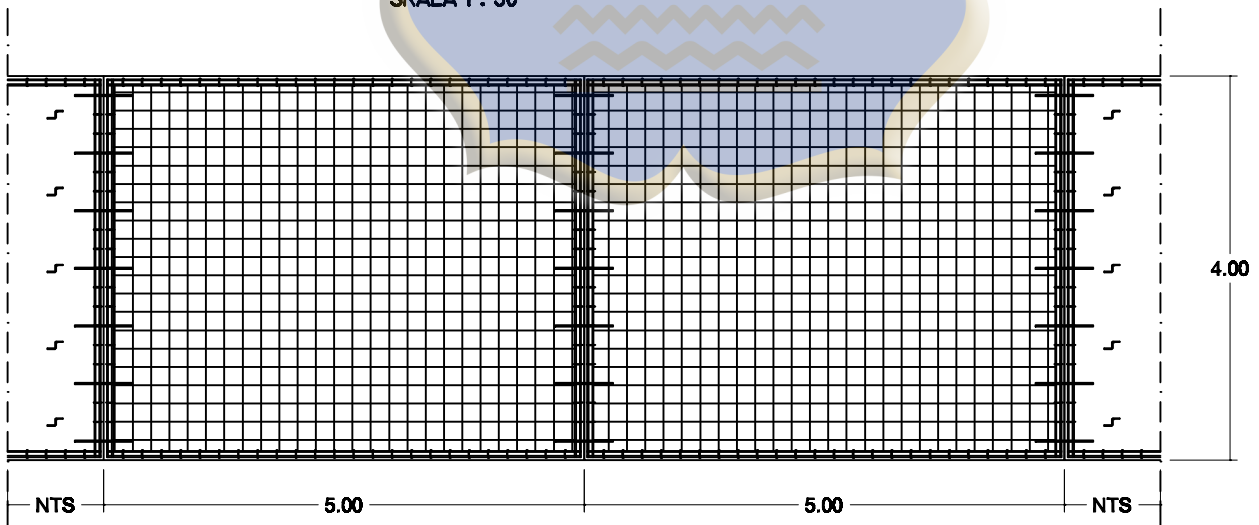
KEBAYAN :	NO. RUMAH		JUDUL :	LEBAR		
	NAMA RUMAH			DENAH RIGID BERTON	SKALA	
	PEKERJAAN :	LOKASI		STA 0+00 S/D - 1+000	TAMBAH	



KEMBATAN :	NO. RIJAB	JUDUL :	LEMBAR
	PEKERJAAN :		NAMA RIJAB
	LOKASI	POTONGAN B - B JALAN BETON STA 0+000 BID - 0+400	TAMBAH

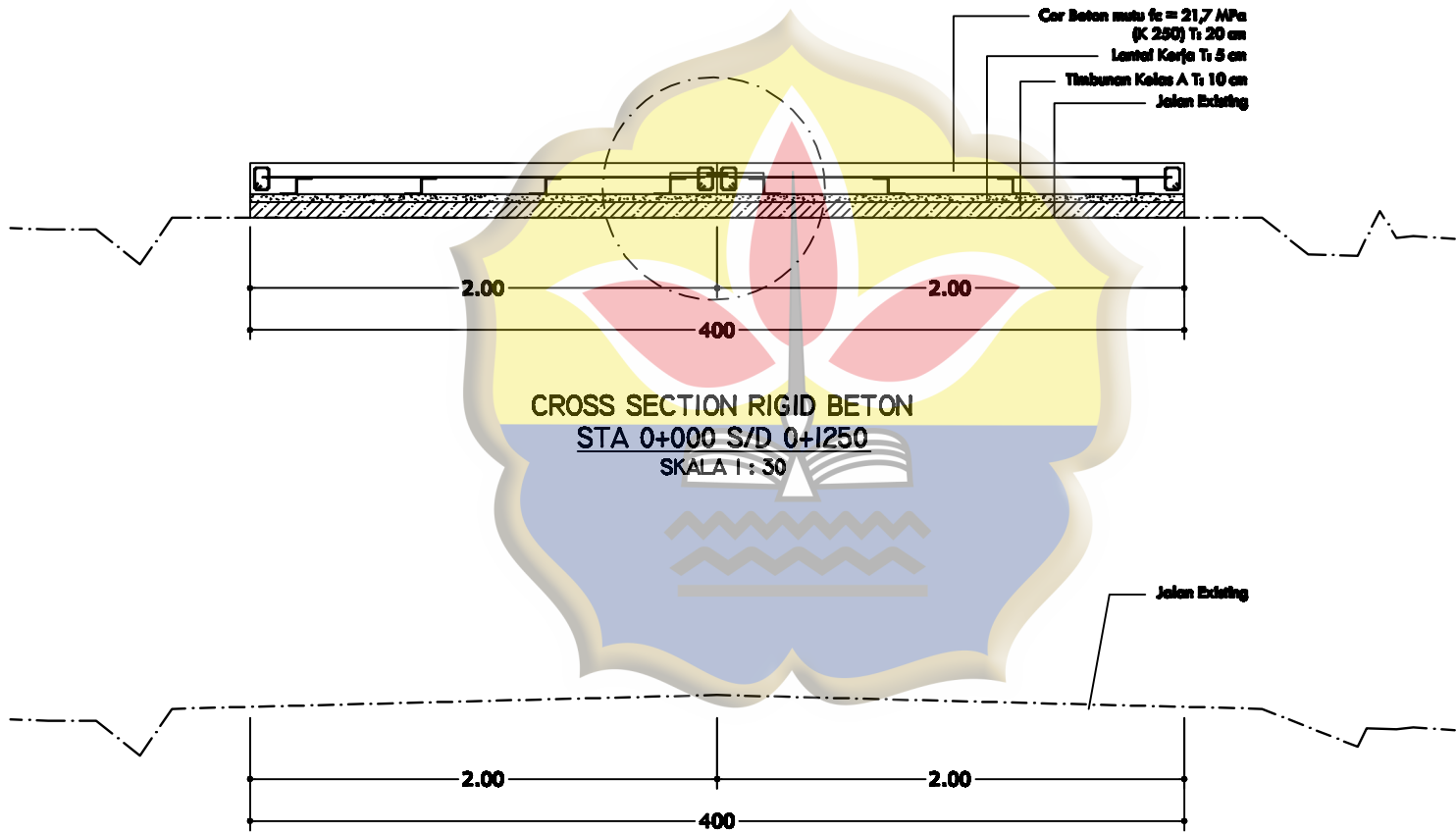


DENAH DUDUKAN RIGID BETON
SKALA 1 : 50

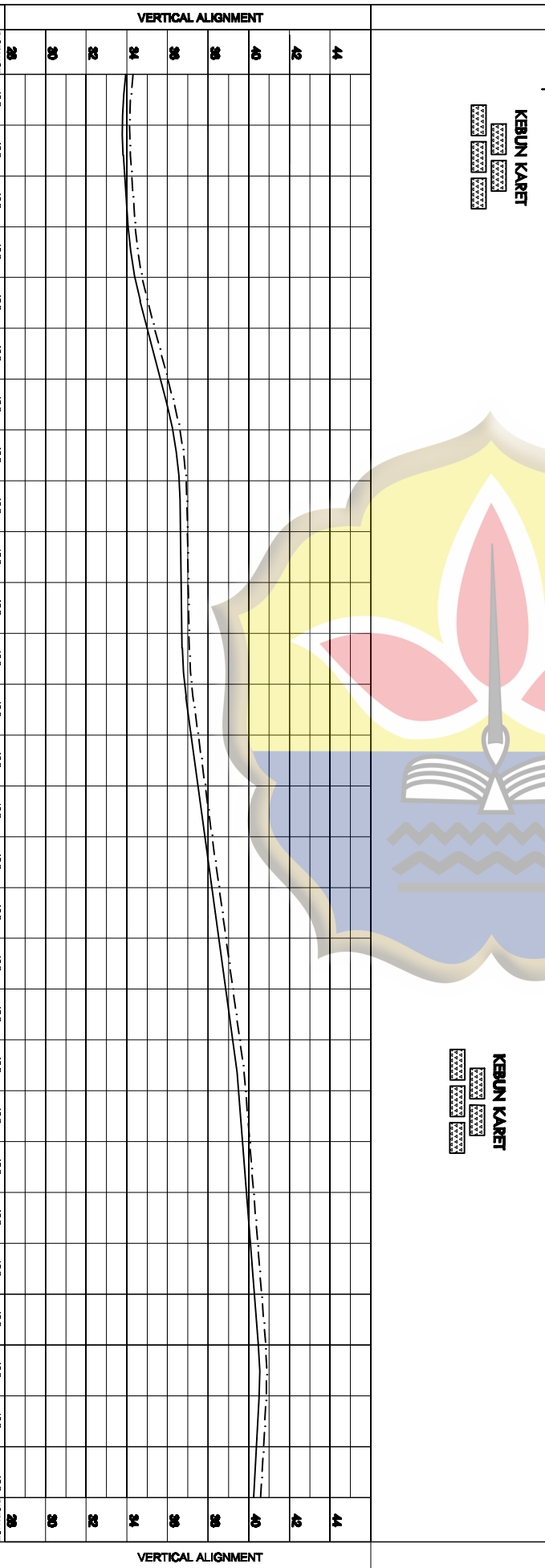
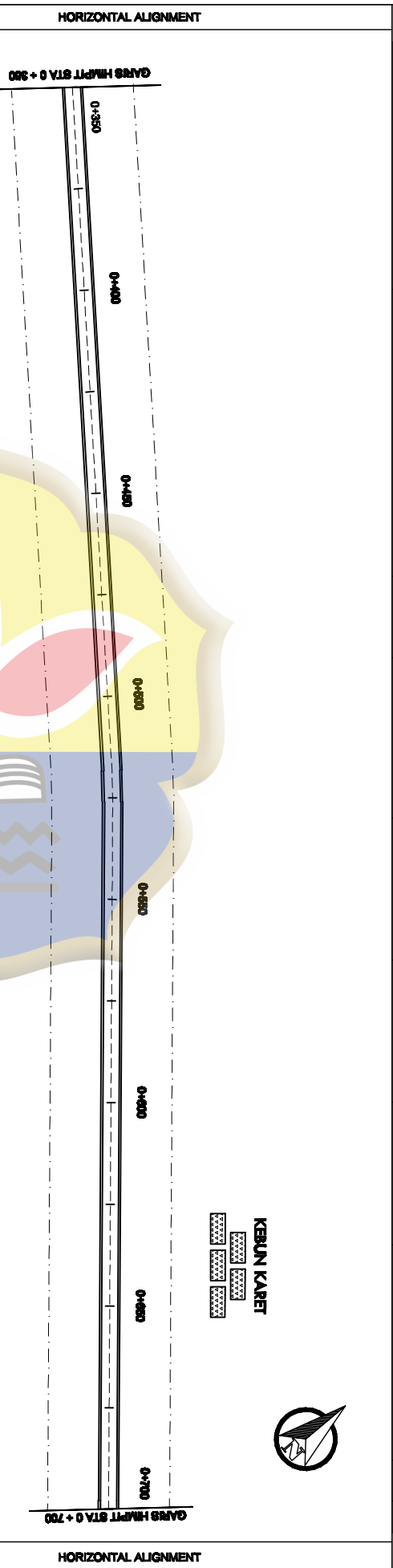


DENAH WIREMESH
SKALA 1 : 50

	KEGIATAN :	NO. RUMAH			JUDUL :	LEMBAR
	PEKERJAAN :	NAMA RUMAH				SKALA
		LOKASI				TAMBAH



KELOMPOK :		NO. RUMAH		JUDUL :	
PEKERJAAN :		NAMA RUMAH		PROJEK PEMULUTAN STA 0 + 300 - 0 + 700	
LOKASI				SKALA H 1 : 200 V 1 : 100	
				TANGGAL	



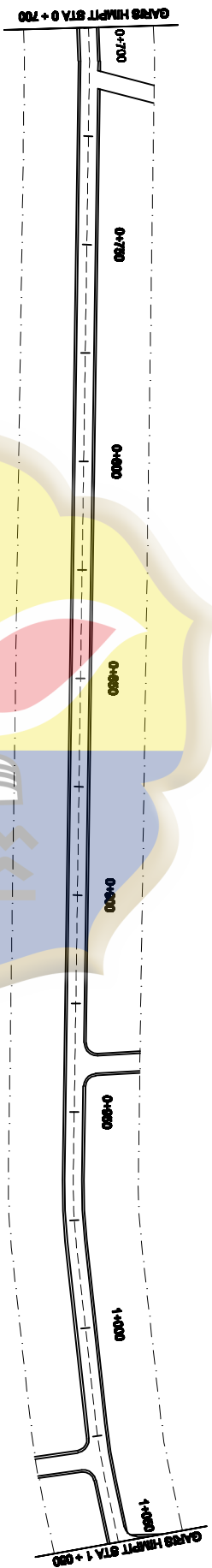
VERTICAL ALIGNMENT		HORIZONTAL ALIGNMENT	
--------------------	--	----------------------	--

KELOMPOK :		NO. RUMAH		JUDUL :	
PEKERJAAN :		NAMA RUMAH		PROJEK REHABILITASI STA 0+700 - 1+000	
LOKASI				LEMBAR	
				NO. 1 : 000	
				V 11.00	
				TANGGAL	

KERUN KARET

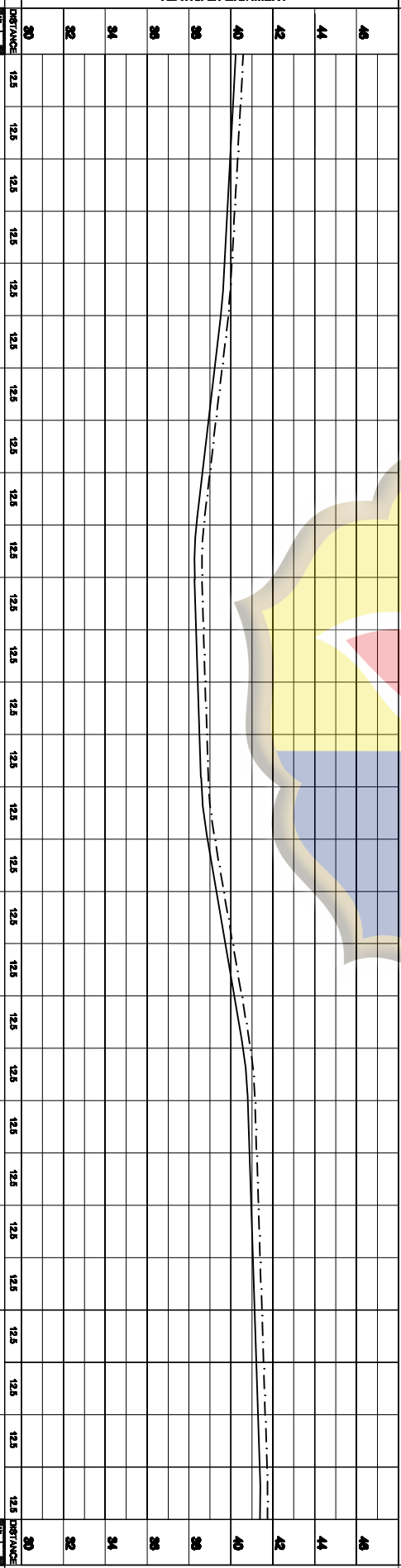


HORIZONTAL ALIGNMENT



HORIZONTAL ALIGNMENT

VERTICAL ALIGNMENT



VERTICAL ALIGNMENT

EXISTING	DESIGN	0+700	0+725	0+750	0+775	0+800	0+825	0+850	0+875	0+900	0+925	0+950	0+975	1+000	1+000
----------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TIME SCHEDULE TUGAS AKHIR

NO	KETERANGAN	TAHUN																																																						
		2018																								2019																														
		BULAN																																																						
		FEB				MARET				APRIL				MEI				JUNI				JULI				AGTS				SEPT				OKT				NOV				DES				JAN				FEB						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	Pengumpulan Persyaratan Permohonan Tugas Akhir	■	■																																																					
2	Pengajuan Judul Tugas Akhir				■	■	■																																																	
3	Surat Keputusan Tugas Akhir Keluar																																																							
4	Pengumpulan Data Untuk Tugas Akhir									■	■	■	■	■																																										
5	Penyusunan Laporan Tugas Akhir (Bab I - Bab III) dan Kegiatan Bimbingan																																																							
6	Kegiatan Survey Lapangan																																																							
7	Seminar Proposal Tugas Akhir																																																							
8	Revisi Laporan Tugas Akhir Bab I - Bab III, dan Penyusunan Bab IV - Bab V																																																							
9	Ujian Komprehensif Tugas Akhir																																																							

