

**PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE *AASHTO* 1993 DAN METODE BINA MARGA Pd T -14-2003
PADA RUAS JALAN SIMPANG ZONA LIMA – MUARA SABAK**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN
PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE *AASHTO* 1993 DAN METODE BINA MARGA Pd T -14-2003
PADA RUAS JALAN SIMPANG ZONA LIMA – MUARA SABAK



Disusun Oleh :
SIGIT SISWANTO
NPM 1300822201036

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

Jambi,

2019

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali, ME


Susiana, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE *AASHTO* 1993 DAN METODE BINA MARGA Pd T -14-2003
PADA RUAS JALAN SIMPANG ZONA LIMA – MUARA SABAK**

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.

Nama : **Sigit Siswanto**
NPM : 1300822201036
Hari/Tanggal : Sabtu, 20 Juli 2019
Jam : 13.00 – 15.30 WIB
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik



PANITIA PENGUJI

| No. | Jabatan | Nama | Tanda Tangan |
|-----|------------|-----------------------------|--------------|
| 1. | Ketua | : Suhendra, ST, MT | |
| 2. | Sekretaris | : Susiana, ST, MT | |
| 3. | Anggota | : Elvira Handayani, ST, MT | |
| 4. | Anggota | : Kiki Rizky Amalia, ST, MT | |
| 5. | Anggota | : Ria Zulfiari, ST, MT | |

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Teknik Sipil

Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali, ME

Elvira Handayani, ST, MT

MOTTO



"Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi."

(Ernest Newman)

"Orang-orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak."

(Aldus Huxley)

"Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah."

(Thomas Alva Edison)

KATA PENGANTAR

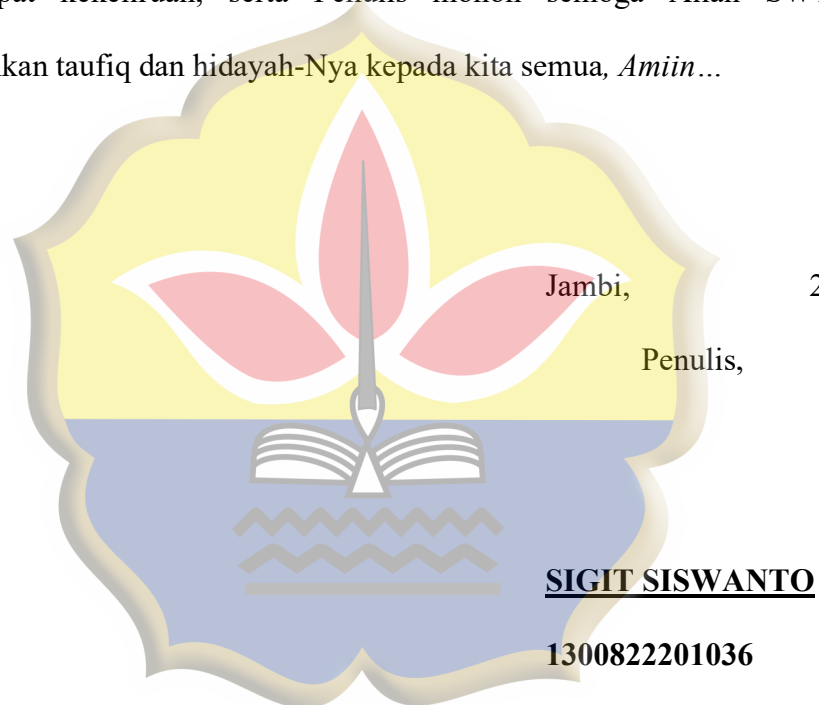
Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Metode Bina Marga Pd.T-14-2003 Pada Ruas Jalan Sim pang Zona Lima – Muara Sabak* . Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu (S-1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Batanghari Jambi.

Dalam penyusunan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali, ME, selaku Dekan Fakultas Teknik dan sekaligus Dosen Pembimbing I .
2. Ibu Elvira Handayani, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
3. Ibu Susiana, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
4. Seluruh Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Batanghari Jambi, yang telah banyak memberikan bekal ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat bagi penulis.
5. Kedua Orang Tua saya yang telah memberi do'a support dan masukan selama saya dari awal kuliah hingga ketahap akhir penelitian.

6. Sahabat, orang-orang terdekat dan Rekan – Rekan saya satu jurusan Mahasiswa Teknik Sipil angkatan 2013 Universitas Batanghari Jambi yang telah terlibat dalam survey lapangan dan memberi dorongan serta semangat bagi penulis dalam melaksanakan penelitian.

Akhir kata Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk bahan pembelajaran maupun sebagai tambahan ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Penulis mohon maaf, apabila dalam penulisan atau penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekeliruan, serta Penulis mohon semoga Allah SWT selalu melimpahkan taufiq dan hidayah-Nya kepada kita semua, *Amin...*



DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| MOTTO | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR GRAFIK | xvii |
| DAFTAR NOTASI | xviii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4. Batasan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 5 |
| 2.1. Pengertian Jalan | 5 |
| 2.1.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan | 5 |
| 2.1.2. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan | 6 |

| | |
|--|----|
| 2.1.3. Klasifikasi Menurut Medan Jalan..... | 6 |
| 2.1.4. Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan | 7 |
| 2.2. Perkerasan Kaku..... | 7 |
| 2.2.1. Perkerasan Beton Semen | 8 |
| 2.3. Cara uji CBR dengan <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> . | 8 |
| 2.3.1. Alat Bantu Penggunaan <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (<i>DCP</i>)..... | 10 |
| 2.3.2. Cara pengujian..... | 10 |
| 2.4. Perhitungan Perkerasan Kaku Metode <i>AASHTO</i> 1993..... | 11 |
| 2.4.1. Analisa Lalu Lintas (<i>Traffic Design</i>)..... | 11 |
| 2.4.1.1. Umur Rencana | 11 |
| 2.4.1.2. Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)..... | 11 |
| 2.4.2. <i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i> | 14 |
| 2.4.3. <i>Traffic Design</i> | 15 |
| 2.4.4. CBR (<i>California Bearing Ratio</i>) | 16 |
| 2.4.5. Material Konstruksi Perkerasan | 17 |
| 2.4.6. <i>Reliability</i> | 18 |
| 2.4.7. <i>Serviceability</i> | 20 |
| 2.4.8. Modulus Reaksi Tanah Dasar..... | 21 |
| 2.4.9. Modulus Elastisitas Beton | 23 |
| 2.4.10. <i>Flexural Strenght</i> | 23 |
| 2.4.11. <i>Drainage Coeffisient (Cd)</i> | 24 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4.12. <i>Load Transfer</i> (J) | 24 |
| 2.4.13. Persamaan Penentuan Tebal Pelat (D)..... | 25 |
| 2.4.14. Penulangan | 26 |
| 2.4.14.1. Perhitungan <i>Tie Bars</i> | 26 |
| 2.4.14.2. Perhitungan <i>Dowel</i> | 26 |
| 2.4.15. Parameter Desain dan Data Perencanaan Rigid Pavement | 29 |
| 2.5. Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode Pd.T -14-2003 | 30 |
| 2.5.1. Tanah Dasar | 30 |
| 2.5.2. Umur Rencana | 30 |
| 2.5.3. Pertumbuhan Lalu-Lintas | 30 |
| 2.5.4. Beton Semen | 31 |
| 2.5.5. Analisa Lalu-Lintas | 32 |
| 2.5.5.1. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi | 32 |
| 2.5.5.2. Lalu-Lintas Rencana | 33 |
| 2.5.5.3. Faktor Keamanan Beban | 34 |
| 2.5.6. Sambungan | 34 |
| 2.5.6.1. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat(<i>Tie bars</i>) | 35 |
| 2.5.6.2. Sambungan Susut Melintang (<i>Dowel</i>)..... | 36 |
| 2.5.7. Penentuan Tebal Pelat | 37 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 41 |

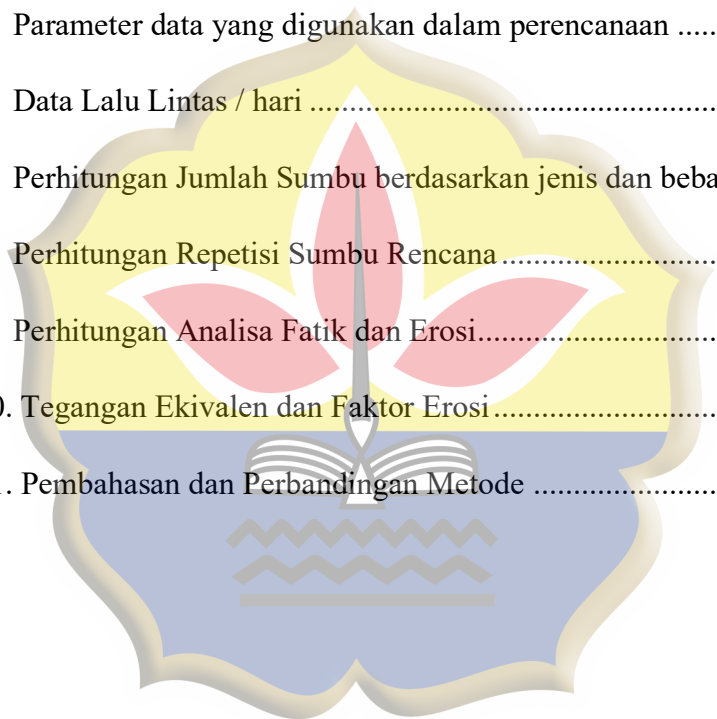
| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.1. | Tinjauan Umum | 41 |
| 3.2. | Lokasi Penelitian | 41 |
| 3.3. | Tahapan Penelitian | 43 |
| 3.3.1. | Pengumpulan Data | 43 |
| 3.3.2. | Metode Analisis Data | 43 |
| 3.3.3. | Kerangka Penelitian | 44 |
| BAB IV | HASIL DAN PEMBAHASAN | 45 |
| 4.1. | Kelas dan Fungsi Jalan | 45 |
| 4.2. | Umur Rencana Jalan | 45 |
| 4.3. | Data Lalu-Lintas Harian Rata-Rata | 45 |
| 4.4. | Data CBR Tanah Dasar | 46 |
| 4.5. | Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode <i>AASHTO</i> | |
| | 1993 | 48 |
| 4.5.1. | <i>Traffic Design</i> | 48 |
| 4.5.2. | <i>Reability</i> | 49 |
| 4.5.3. | Standar normal deviasi | 49 |
| 4.5.4. | Standar deviasi | 49 |
| 4.5.5. | <i>Terminal Serviceability index (pt)</i> | 49 |
| 4.5.6. | <i>Initial Serviceability</i> | 50 |
| 4.5.7. | <i>Serviceability</i> | 50 |
| 4.5.8. | Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)..... | 50 |
| 4.5.9. | Modulus Elastisitas Beton (E) | 51 |
| 4.5.10. | <i>Flextural Strenght (Sc')</i> | 51 |

| | |
|---|----|
| 4.5.11. <i>Drainage Coefficient</i> | 51 |
| 4.5.12. <i>Load Transfer</i> | 51 |
| 4.5.13. Hasil Perhitungan Keseluruhan Parameter dengan Menggunakan Metode <i>AASHTO</i> 1993 | 52 |
| 4.5.14. Penentuan Tebal Pelat (D)..... | 53 |
| 4.5.15. Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Menggunakan Nomogram | 54 |
| 4.5.16. Penentuan Lapis Pondasi | 55 |
| 4.6. Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode Pd.T-14-2003 | 56 |
| 4.6.1. Mutu Beton Rencana | 56 |
| 4.6.2. Analisis Lalu-Lintas | 57 |
| 4.6.3. Perhitungan Tebal Pelat Beton | 59 |
| 4.6.4. Lapis Perkerasan Pd.T-14-2003 | 84 |
| 4.7. Pembahasan | 84 |
| 4.8. Analisis metode <i>AASHTO</i> 1993 dan Pd.T-14-2003 | 86 |
| BAB V PENUTUP | 87 |
| 5.1. Kesimpulan | 87 |
| 5.2. Saran | 87 |
| DAFTAR PUSTAKA | 89 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan | 6 |
| Tabel 2.2. Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan | 6 |
| Tabel 2.3. Penggolongan Kendaraan Berdasarkan MKJI | 12 |
| Tabel 2.4. Penggolongan kendaraan berdasarkan pedoman teknis no.Pd.T-19 2004-B | 12 |
| Tabel 2.5. Penggolongan Kendaraan Berdasarkan PT. Jasa Marga (Persero). | 13 |
| Tabel 2.6. Konfigurasi Beban Sumbu | 13 |
| Tabel 2.7. Koreksi <i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i> desain | 14 |
| Tabel 2.8. Faktor Distribusi Lajur (DL)..... | 15 |
| Tabel 2.9. <i>Reability</i> (R_1) | 19 |
| Tabel 2.10. Standar Normal Deviantion (Z_R) | 20 |
| Tabel 2.11. Terminal <i>Serviceability Index</i> (pt)..... | 21 |
| Tabel 2.12. Faktor <i>Loss of Suport</i> (LS) | 22 |
| Tabel 2.13. Koefisien Drainase (C_d) untuk Perancangan Perkerasan Beton . | 24 |
| Tabel 2.14. Koefisien Transfer Beban (J) | 24 |
| Tabel 2.15. Penentuan Ukuran Tie Bars | 26 |
| Tabel 2.16. Ukuran dan Jarak Batang <i>Dowel</i> (ruji) yang disarankan (Yoder dan Witczak, 1975) | 27 |
| Tabel 2.17. Parameter Desain dan Data Perencanaan <i>Rigid Pavement</i> | 29 |
| Tabel 2.18. Faktor Pertumbuhan Lalu-lintas | 31 |
| Tabel 2.19. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien distribusi (C) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Tabel 2.20. Faktor Keamanan Beban (F_{KB}) | 34 |
| Tabel 2.21. Diameter Ruji | 36 |
| Tabel 2.22. Langkah –Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen | 39 |
| Tabel 4.1. Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)..... | 46 |
| Tabel 4.2. Nilai CBR..... | 46 |
| Tabel 4.3. Penentuan CBR Desain..... | 47 |
| Tabel 4.4. Tabel Desain Lalu Lintas, ESAL | 48 |
| Tabel 4.5. Parameter data yang digunakan dalam perencanaan | 52 |
| Tabel 4.6. Data Lalu Lintas / hari | 57 |
| Tabel 4.7. Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan jenis dan bebannya | 57 |
| Tabel 4.8. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana | 58 |
| Tabel 4.9. Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi..... | 82 |
| Tabel 4.10. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi..... | 83 |
| Tabel 4.11. Pembahasan dan Perbandingan Metode | 85 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>) | 7 |
| Gambar 2.2. Alat <i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)..... | 9 |
| Gambar 2.3. Hubungan Antara (k) dan (CBR) | 23 |
| Gambar 2.4. <i>Flow chart</i> sistem perencanaan metode <i>AASHTO</i> 1993 | 28 |
| Gambar 2.5. <i>Flow Chart</i> Sistem Perencanaan Perkerasan Beton Semen | 38 |
| Gambar 3.1. Sket Lokasi Penelitian..... | 42 |
| Gambar 3.2. Peta Lokasi Penelitian | 42 |
| Gambar 3.3. <i>Flow Chart</i> Penelitian | 44 |
| Gambar 4.1. Grafik Nilai CBR | 47 |
| Gambar 4.2. Hubungan Antara (k) dan (CBR)..... | 50 |
| Gambar 4.3. Tebal Perkerasan Metode <i>AASHTO</i> 1993 menggunakan Formulasi | 53 |
| Gambar 4.4. Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram <i>AASHTO</i> 1993 | 54 |
| Gambar 4.5. Tebal Perkerasan Metode <i>AASHTO</i> 1993 Menggunakan Nomogram..... | 55 |
| Gambar 4.6. Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen | 60 |
| Gambar 4.7. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah | 60 |
| Gambar 4.8. Grafik Perencanaan $f_{cf} = 4,39$ Mpa, lalu lintas luar kota, dengan ruji, $F_{KB} = 1,1$ | 61 |
| Gambar 4.9. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |

| | |
|---|----|
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (41,580 Kn) | 62 |
| Gambar 4.10. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (34,375 Kn) | 63 |
| Gambar 4.11. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (34,034 Kn) | 64 |
| Gambar 4.12. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (19,635 Kn) | 65 |
| Gambar 4.13. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (33,033 Kn) | 66 |
| Gambar 4.14. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (19,058 Kn) | 67 |
| Gambar 4.15. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (16,335 Kn) | 68 |
| Gambar 4.16. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STdRG (25,781 Kn) | 69 |
| Gambar 4.17. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STdRG (16,170 Kn) | 70 |
| Gambar 4.18. Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio | |
| Tegangan, Tanpa Bahu Beton Untuk STrdRG (20,790 Kn) | 71 |
| Gambar 4.19. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (41,580 Kn) | 72 |
| Gambar 4.20. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (34,375 Kn) | 73 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.21. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (34,034 Kn) | 74 |
| Gambar 4.22. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRT (19,635 Kn) | 75 |
| Gambar 4.23. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (33,033 Kn) | 76 |
| Gambar 4.24. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (19,058 Kn) | 77 |
| Gambar 4.25. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STRG (16,335 Kn) | 78 |
| Gambar 4.26. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STdRG (25,781 Kn) | 79 |
| Gambar 4.27. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STdRG (16,170 Kn) | 80 |
| Gambar 4.28. Analisis Erosi Jumlah Repetisi Ijin Berdasarkan Faktor Erosi, Tanpa Bahu Beton Untuk STrdRG (20,790 Kn) | 81 |
| Gambar 4.29. Lapis Perkerasan Pd T-14-2003 | 84 |

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1. *Koreksi Effective Modulus Of Subgrade Reaction* 22



DAFTAR NOTASI

| | | |
|--------------|---|----|
| VDF | = <i>Vehicle Damage Factor</i> | 14 |
| D_D | = Distribusi Arah | 15 |
| D_L | = Distribusi Lajur | 15 |
| W_{18} | = <i>Traffic Design</i> pada lalu lintas ,ESAL | 16 |
| LHR j | = Jumlah lalu-lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan J..... | 16 |
| VDF j | = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan J | 16 |
| N_1 | = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka | 16 |
| N_n | = Lalu-lintas pada akhir umur rencana | 16 |
| CBR | = <i>California Bearing Ratio</i> | 16 |
| ZR | = Standar Normal Deviate | 16 |
| R_1 | = <i>Reability</i> | 19 |
| S_o | = Standar deviasi | 20 |
| LS | = <i>Faktor loss support</i> | 22 |
| E_c | = Modulus Elastisitas Beton | 23 |
| $f'c$ | = Kuat tekan beton,kubus | 23 |
| Cd | = <i>Drainage Coefficient</i> | 24 |
| J | = <i>Load Transfer</i> | 24 |
| Δ PSI | = Selisih antara nilai PSI diawal dan diakhiri masa layanan Struktur..... | 25 |
| D | = Tebal pelat beton..... | 25 |
| P_o | = <i>Initial Serviceability</i> | 25 |
| P_t | = <i>Terminal Serviceability Index</i> | 25 |
| Sc' | = Kuat Lentur..... | 25 |
| K | = <i>Modulus Of Subgrade Reaction</i> | 25 |
| R_2 | = Faktor pertumbuhan lalu – lintas..... | 31 |
| I | = Laju pertumbuhan lalu-lintas pertahun dalam %..... | 31 |
| UR | = Umur Rencana..... | 31 |
| C | = Koefisien distribusi kendaraan | 32 |
| F_{KB} | = Faktor keamanan beban | 34 |

| | | |
|-----|--|----|
| At | = Luas penampang tulangan permeter panjang sambungan | 35 |
| b | = Jarak terkecil antar sambungan | 35 |
| h | = Tebal Pelat | 35 |
| l | = Panjang batang pengikat | 35 |
| Ø | = Diameter batang pengikat | 36 |
| TE | = Tegangan ekivalen | 39 |
| FE | = Faktor Erosi | 39 |
| FRT | = Faktor rasio tegangan | 39 |



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi yang menghubungkan antara daerah satu dengan daerah lainnya yang tentunya memenuhi syarat aman, nyaman, dan lancar bagi para pengguna jalan baik menggunakan kendaraan maupun berjalan kaki. Demikian juga pada ruas jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak.

Jalan Muara Sabak merupakan salah satu jalan Nasional yang menghubungkan 11 kecamatan yang ada di Tanjung Jabung Timur, yaitu : Daerah Berbak, Dandang, Geragai, Kuala Jambi, Mendahara, Mendahara Ulu, Muara Sabak Barat, Muara Sabak Timur, Rantau Rasau, Nipah Panjang dan Sadu. Seiring berjalannya waktu, jalan ini mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan bertambahnya volume kendaraan dan beban kendaraan yang melebihi muatan, seperti mobil yang mengangkut batu bara, sawit dan kayu.

Kondisi jalan pada daerah Muara Sabak merupakan daerah yang tanahnya gambut dan daerahnya rawa, dimana memiliki kondisi tanah yang mempunyai daya dukung tanah yang rendah. sehingga ketika musim hujan dan tingginya intensitas kendaraan yang lewat pada jalan tersebut, terutama kendaraan yang melebihi muatan mengakibatkan Jalan banyak yang mengalami kerusakan.

Dengan meningkatnya volume pertumbuhan lalu lintas dari hari kehari terutama kendaraan berat seperti truk, jalan tersebut mengalami kelebihan kapasitas daya dukung (*Over Load*) yang membuat jalan tersebut rusak sebelum mencapai umur

rencana. Untuk itu diperlukan upaya perbaikan berupa perencanaan perkerasan untuk memperbaiki jalan tersebut menggunakan tipe perkerasan kaku yaitu dengan menggunakan beton semen di ruas jalan yang mengalami kerusakan parah. .

Berdasarkan uraian tersebut diatas maka penulis mencoba untuk melakukan perhitungan , yaitu Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode *AASHTO* 1993 dan Metode Bina Marga Pd T 14-2003, dan ini akan dijadikan tugas akhir dengan judul “Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode *AASHTO* 1993 dan Metode Bina Marga Pd.T-14-2003 Pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima-Muara Sabak“.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menghitung tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan menggunakan metode *AASHTO* 1993.
2. Bagaimana menghitung tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan metode Bina Marga Pd T 14-2003.
3. Bagaimana perbandingan parameter *input* yang digunakan untuk menentukan tebal perkerasan dengan metode *AASHTO* 1993 dan metode Bina Marga Pd T 14-2003.
4. Menentukan metode mana yang lebih efisien dari metode *AASHTO* 1993 dan metode Bina Marga Pd T 14-2003.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang tersebut di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung tebal perkerasan kaku dengan Metode *AASHTO* 1993 pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak.
2. Menghitung tebal perkerasan kaku dengan dengan Metode Bina Marga Pd T 14-2003 pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak.
3. Membandingkan tebal lapis perkerasan antara metode *AASHTO* 1993 dan Metode Bina Marga Pd T-14-2003.
4. Membandingkan metode mana yang lebih efisien antara metode *AASHTO* 1993 dan Metode Bina Marga Pd T-14-2003.

1.4 Batasan Masalah

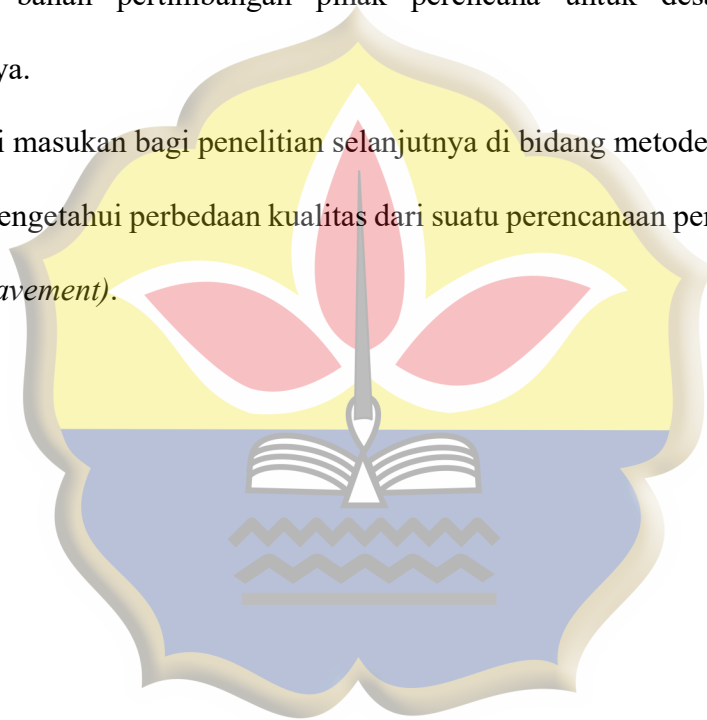
Beberapa lingkup permasalahan yang dibatasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penilitian pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak, Ruas Jalan Sk.5 Kota Baru , Geragai (Sta 3+666 – 4+296)
2. Perbandingan hasil perhitungan tebal perkerasan kaku hanya mengacu pada metode *AASHTO* 1993 dan Metode Bina Marga Pd T-14-2003.
3. Tidak melakukan pengujian di laboratorium untuk menentukan kuat tekan beton dan sebagainya. Sehingga data yang diperoleh berdasarkan data sekunder dari data instansi terkait.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan prasarana transportasi di Indonesia, Diantara beberapa manfaat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pembelajaran untuk lebih memahami pengetahuan tentang perencanaan kaku dengan metode *AASHTO* 1993 Dan Metode Pd.T 14-2003.
2. Menjadi bahan pertimbangan pihak perencana untuk desain jalan disabak berikutnya.
3. Memberi masukan bagi penelitian selanjutnya di bidang metode perkerasan jalan.
4. Untuk mengetahui perbedaan kualitas dari suatu perencanaan perkerasan jalan kaku (*Rigid Pavement*).



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Jalan

Berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan mendefinisikan jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi terpenting sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah suatu keharusan. Selain dapat menjamin kenyamanan pengguna perkerasan yang baik juga diharapkan dapat memberikan rasa aman dalam mengemudi. Salah satu jenis perkerasan yang dapat memenuhi tersebut adalah perkerasan kaku.

Berdasarkan TPGJK (1997) diklasifikasikan menjadi empat, yaitu:

2.1.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Menurut Fungsinya jalan terbagi atas :

1) Jalan Arteri

Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

2) Jalan Kolektor

Jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang , kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

3) Jalan Lokal

Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.1.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Pada SNI tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997, Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu-lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton. Adapun Klasifikasi menurut kelas jalan ditampilkan pada **tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

| Fungsi | Kelas | Muatan Sumbu Terberat MST (ton) |
|----------|-------|---------------------------------|
| Arteri | I | >10 |
| | II | 10 |
| | III A | 8 |
| Kolektor | III A | 8 |
| | III B | |

(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997)

2.1.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kemiringan medan yang ditampilkan pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

| No | Jenis Medan | Notasi | Kemiringan Medan (%) |
|----|-------------|--------|----------------------|
| 1. | Datar | D | <3% |
| 2. | Perbukitan | B | 3 – 25 |
| 3. | Pegunungan | G | >25 |

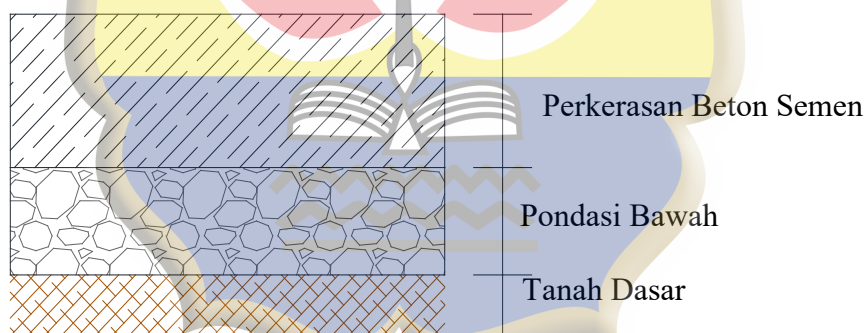
(Sumber : Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997)

2.1.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaanya adalah jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten/kotamadya, jalan desa dan jalan khusus.

2.2 Perkerasan Kaku

Menurut Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) dalam Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) yang dimaksud dengan perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri dari pelat beton semen yang tersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan yang terletak diatas lapis pondasi bawah tanpa atau dengan peraspalan sebagai lapis aus (*non structural*). Adapun susunan dari lapisan perkerasan kaku pada umumnya yang ditampilkan pada **Gambar 2.1**.



(Sumber : *AASHTO* 1993, dalam Ary Suryawan 2005)

Gambar 2.1 Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

Pada perkerasan kaku fungsi utama adalah mampu memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman selama umur rencana sehingga tidak menimbulkan kerusakan. Berarti untuk dapat memenuhi fungsi tersebut maka perkerasan kaku harus:

- a. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (sebagai akibat beban lalu lintas) sampai batas-batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut tanpa menimbulkan perbedaan lendutan/penurunan yang dapat merusak perkerasan sendiri.
- b. Direncanakan dan dibangun sedemikian rupa sehingga mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar serta pengaruh cuaca dan kondisi lingkungan.

Pada perkerasan kaku ini terdapat beberapa jenis perkerasan antara lain.

2.2.1 Perkerasan Beton Semen

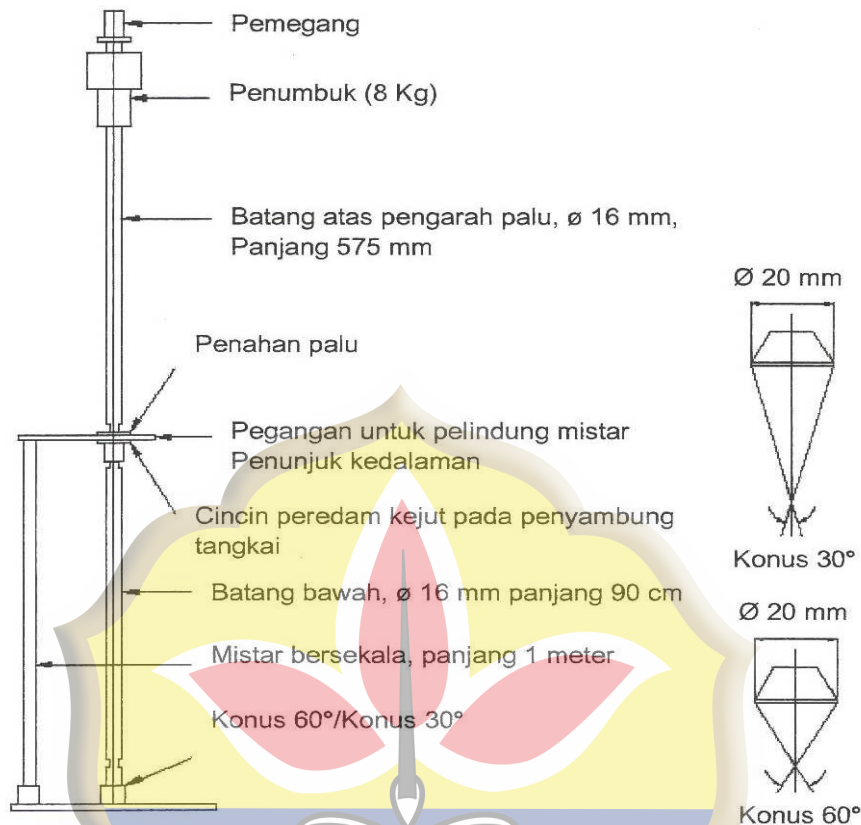
Perkerasan beton semen didefinisikan sebagai perkerasan yang mempunyai lapisan beton dari *Portland Cement* (PC). Ada empat jenis perkerasan kaku, yaitu :

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
4. Perkerasan beton semen pratekan.

2.3 Cara uji CBR dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Menurut Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 Pedoman ini menetapkan cara uji kekuatan atau daya dukung (CBR) di lapangan secara cepat dengan menggunakan alat penetrometer konus dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer, DCP*), Alat penetrometer konus dinamis (DCP) terdiri dari

tiga bagian utama yang satu sama lain harus disambung sehingga cukup kaku,
Seperti gambar dibawah ini :



(Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010)

Gambar 2.2 Alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP)

Alat DCP mempunyai 3 bagian yaitu :

1. Bagian Atas

- a) Pemegang
- b) Batang bagian atas diameter 16 mm, tinggi-jatusetinggi 575 mm.
- c) Penumbuk berbentuk silinder berlubang, berat 8 kg.

2. Bagian Tengah

- a) Landasan penahan penumbuk terbuat dari baja.
- b) Cincin peredam kejut.
- c) Pegangan untuk pelindung mistar penunjuk kedalaman.

3. Bagian Bawah

- a) Batang bagian bawah, panjang 90 cm, diameter 16 mm.
- b) Batang penyambung, panjang antara 40 cm sampai dengan 50 cm, diameter 16 mm dengan ulir dalam di bagian ujung yang satu dan ulir luar di ujung lainnya.
- c) Mistar berskala, panjang 1 meter, terbuat dari plat baja.
- d) Konus terbuat dari baja keras berbentuk kerucut di bagian ujung, diameter 20 mm, sudut 60° dan 30° .
- e) Cincin pengaku.

2.3.1 Alat Bantu Penggunaan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*

Peralatan bantu adalah cangkul, sekop, blincong, pahat, linggis, palu, *core drill*, dan untuk pengujian pada lapisan perkerasan beraspal, alat ukur yang digunakan panjang/pita ukur yang bisa dikunci, kunci pas, formulir lapangan dan alat tulis.

2.3.2 Cara pengujian

- a) Letakkan alat DCP pada titik uji di atas lapisan yang akan diuji.
- b) Pegang alat yang sudah terpasang pada posisi tegak lurus di atas dasar yang rata dan stabil, kemudian catat pembacaan awal pada mistar pengukur kedalaman.
- c) Mencatat jumlah tumbukan.
- d) Pengujian per titik, dilakukan minimum dua kali dengan jarak 20 cm dari titik uji satu ke titik uji lainnya. Langkah-langkah setelah pengujian.

2.4 Perhitungan Perkerasan Kaku Dengan Metode *AASHTO* 1993

Secara umum prosedur dan parameter- parameter perencanaan secara praktis diuraikan sebagai berikut (Ary suryawan,2005) :

2.4.1 Analisa Lalu Lintas (*Traffic Design*)

Analisa lalu-lintas mencakup umur rencana, lalu-lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vechile damage factor*, *equivalent single axle load*.

2.4.1.1 Umur Rencana

- Umur rencana *rigid pavement* umumnya diambil 20 tahun untuk konstruksi baru.
- Sedangkan untuk pelebaran jalan umur rencana diambil 10 tahun untuk menyesuaikan umur rencana *flexible pavement*-nya.

2.4.1.2 Lalu – Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Penggolongan lalu-lintas terdapat paling tidak 3 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 (Persero) Tabel 2.5.

Tabel 2.3 : Penggolongan Kendaraan Berdasarkan MKJI.

| No. | Type Kendaraan | Golongan |
|-----|--|----------|
| 1 | Sedan, jeep, st. wagon. | 2 |
| 2 | Pick-up, combi. | 3 |
| 3 | Truck 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 gandengan. | 7b |
| 9 | Truck trailer. | 7c |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Tabel 2.4 : Penggolongan kendaraan berdasarkan pedoman teknis no.Pd.T-19 2004-B.

| No. | Jenis kendaraan yang masuk kelompok ini adalah | 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 | Truck Ringan 2 Sumbu. | 6a |
| 7 | Truck Sedang 2 Sumbu. | 6b |
| 8 | Truck 3 Sumbu. | 7a |
| 9 | Truck Gandengan. | 7b |
| 10 | Truck Semi Trailer. | 7f |

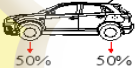



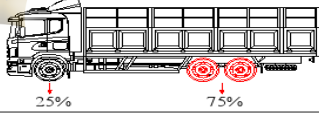
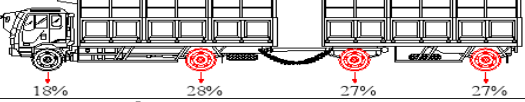
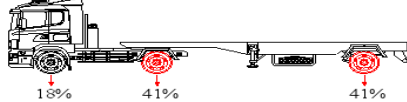
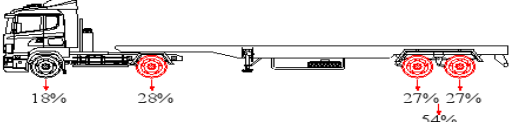
(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Tabel 2.5 : Penggolongan Kendaraan Berdasarkan PT. Jasa Marga (Persero).

| No. | Golongan Kendaraan |
|-----|--------------------|
| 1 | Golongan 1 |
| 2 | Golongan 1au |
| 3 | Golongan 2 a |
| 4 | Golongan 2 a au |
| 5 | Golongan 2 b |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Tabel 2.6 : Konfigurasi Beban Sumbu.

| KONFIGURASI BEBAN SUMBU | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|---|
| KONFIGURASI SUMBU DAN TYPE | BERAT KOSONG (TON) | BEBAN MUATAN MAKSIMUM (TON) | BERAT TOTAL MAKSIMUM (TON) | UE 18 KESAL KOSONG | UE 18 KESAL 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 |  |
| 1,22 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 | 10,1830 |  |

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelmen Beam)
(No. 01/MN/BM/83).AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

2.4.2 Vehicle Damage Factor (VDF)

Menurut Ary Suryawan (2005), diberikan kajian dan nilai-nilai VDF dari berbagai sumber berikut ini, yang semuanya tidak ada kesamaan nilainya, dan bahkan ada nilai yang berbeda sangat signifikan untuk jenis kendaraan yang mewakili sama.

Tabel 2.7 : Koreksi *Vehicle Damage Factor (VDF)* desain

| No | Type kendaraan | <i>Vehicle Damage Factor (VDF)</i> | | | | | | | |
|----|---|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H |
| 1 | Sedan, Jeep, st. wagon | 0,0005 | 0,0024 | 0,0001 | 0,0010 | 0,0005 | 0,0020 | 0,0020 | 0,0012 |
| 2 | Pick-up, combi | 0,2174 | 0,2738 | 0,1580 | 0,0010 | 0,3106 | 0,1960 | 0,3590 | 0,2165 |
| 3 | Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran | 0,2174 | 0,2738 | 0,1580 | 0,2060 | 0,3106 | 0,1960 | 0,3590 | 0,2458 |
| 4 | Bus Kecil | 0,2174 | 0,2738 | 0,1580 | 0,2060 | 0,3106 | 0,1960 | 0,3590 | 0,2458 |
| 5 | Bus besar | 0,3006 | 0,3785 | 0,6984 | 4,4526 | 0,1592 | 0,9290 | 0,3710 | 1,0413 |
| 6 | Truck 2 as (H) | 2,4159 | 3,0421 | 2,6883 | 4,4526 | 2,3286 | 1,5690 | 4,4460 | 2,9918 |
| 7 | Truck 3 as | 2,7416 | 5,4074 | 5,3847 | 3,4214 | 2,6209 | 8,0290 | 9,8050 | 5,3443 |
| 8 | Truck 4 as, truck gandengan | 3,9083 | 4,8071 | 5,7962 | 8,9003 | 7,0588 | 8,1950 | 6,4443 | 6,4443 |
| 9 | Truck semi Trailer | 4,1718 | 7,2881 | 4,2155 | 3,6923 | 4,3648 | 1,0290 | 4,1269 | 4,1269 |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Keterangan :

- A. Bina Marga MST-10
- B. NAASRA MST-10
- C. PUSTRANS 2002 (*over loaded*)
- D. CIPULARANG 2002
- E. PANTURA 2003 MST-10
- F. Semarang – Demak 2004
- G. Yogyakarta – Tempel 2004
- H. VDF rata-rata.

2.4.3 Traffic Design

Menurut Ary Suryawan (2005), 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 Axeload*, ESAL selama umur rencana (*traffic design*).

Faktor distribusi arah (D_D) = 0,3 – 0,7 dan umumnya diambil 0,5

Faktor distribusi lajur (D_L), mengacu pada **Tabel 2.8**.

Tabel 2.8 : Faktor Distribusi Lajur (D_L)

| Jumlah lajur setiap arah | D_L |
|--------------------------|--------|
| 1 | 100 |
| 2 | 80-100 |
| 3 | 60-80 |
| 4 | 50-70 |

(Sumber : *AASHTO* 1993 dalam Ary Suryawan 2005)

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

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

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

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

VDF_j = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j .

D_D = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N_1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas komulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar komulatif pada jalur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*). Secara numeric rumusan lalu lintas komulatif ini sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar komulatif

W_{18} = Beban gandar standar komulatif selama 1 tahun

N = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)

g = Perkembangan lalu lintas (%)

2.4.4 CBR (*California Bearing Ratio*)

Menurut Ary suryawan(2005), *California Bearing Ratio* (CBR), dalam

perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (*modulus of subgrade reaction* : k). CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasarkan besaran 6% untuk lapis tanah dasar, mengacu kepada spesifikasi (versi kimpraswil department Pekerjaan Umum edisi 2004 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta Edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5% dan 4% pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6% ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah, atau masalah penangan khusus lapis tanah dasar tersebut.

2.4.5 Material Konstruksi Perkerasan

Menurut Ary Suryawan (2005), Material perkerasan yang digunakan dengan parameter yang terkait dalam perencanaan tebal perkerasan sebagai berikut:

1. Pelat beton

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

2. *Wet lean concrete*

- Kuat tekan (benda uji silinder 15 x 30 cm) : fc' = 105 kg/cm²

Sc' digunakan untuk penentuan parameter *flexural strength* dan fc' digunakan untuk penentuan parameter modulus elastisitas beton (Ec).

2.4.6 Reliability

Menurut Ary suryawan(2005), *Reliability* adalah angka *reliability* dari 50 % sampai 99,99 % menurut *AASHTO* merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan mlesetnya besaran-besaran *desain* yang dipakai. Semakin tinggi *reliability* yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (*devisiasi*) *desain*. Besaran-besaran yang terkait dengan ini antara lain :

- Perkiraan kinerja perkerasan.
 - Perkiraan lalu-lintas.
 - Perkiraan tekanan gandar.
 - Pelaksanaan kontruksi.
- a. Kinerja perkerasan di perkirakan pada angka *desain* Terminal *Serviceability* $p_t = 2,5$ (untuk jalan raya utama), $P_t = 2,0$ (untuk jalan lalu-lintas rendah) dan *initial Serviceability* $P_o = 4,5$ (angka ini bergerak dari 0-5).
 - b. Perkiraan lalu-lintas dilakukan dengan studi tersendiri, bukan hanya didasarkan rumus empiric. Tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan bila dilakukan secara empiris, lincir, atau data skunder.
 - c. Perkiraan tekanan gandar yang diperoleh secara primer dari WIM survey, tingkat kehandalan jauh lebih baik dibandingkan menggunakan data sekunder.
 - d. Dalam melaksanakan kontruksi, spesifikasi sudah membatasi tingkat/syarat agar perkerasan sesuai (atau lebih) dari apa yang diminta *desain*. Bahwa *desain* merupakan syarat minimum dalam spesifikasi.

Mengkaji keempat faktor diatas, penetapan besaran dalam desain sebetulnya sudah menekan sekecil mungkin penyimpangan yang akan terjadi.

Tetapi tidak ada jaminan-pun berapa besar dari keempat faktor tersebut menyimpang, *Reliability* (R_1) mengacu pada **Tabel 2.9**.

Standar Normal deviate (Z_R) mengacu pada **Tabel 2.10**.

Standar *deviation* untuk *rigid pavement* : $S_o=0,30-0,40$.

Tabel 2.9 : *Reliability* (R_1) disarankan.

| Klasifikasi Jalan | <i>Reliability</i> (R_1) : (%) | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------|
| | <i>Urban</i> | <i>Rural</i> |
| Jalan Tol | 85 - 99,9 | 80 - 99,9 |
| Arteri | 80 - 99 | 75 - 95 |
| Kolontor | 80 - 95 | 75 - 95 |
| Lokal | 50 - 80 | 50 - 80 |

(Sumber : *AASHTO* 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Catatan: untuk menggunakan besaran-besaran dalam standar *AASHTO* ini sebenarnya dibutuhkan suatu rekaman data, evaluasi desain/kenyataan beserta biaya konstruksi dan pemeliharaan dalam kurung waktu yang cukup. Dengan demikian besaran parameter yang dipakai tidak selalu menggunakan “angka tengah” sebagai kompromi besaran yang ditetapkan.

Tabel 2.10 : Standar Normal Deviantion (Z_R)

| R_1 (%) | Z_R | R_1 (%) | Z_R |
|-----------|--------|-----------|--------|
| 50 | -0,000 | 93 | -1,476 |
| 60 | -0,253 | 94 | -1,555 |
| 70 | -0,524 | 95 | -1,645 |
| 75 | -0,674 | 96 | -1,751 |
| 80 | -0,841 | 97 | -1,881 |
| 85 | -1,037 | 98 | -2,054 |
| 90 | -1,282 | 99 | -2,327 |
| 91 | -1,340 | 99,9 | -3,090 |
| 92 | -1,405 | 99,99 | -3,750 |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Penetapan konsep *Reability* dan standar Deviasi :

Parameter *reability* dapat ditentukan sebagai berikut :

Berdasarkan parameter klasifikasi fungsi jalan.

- Berdasarkan status lokasi jalan urban / rural.
- Penetapan tingkat *Reability* (R).
- Penetapan standard normal *deviantion* (ZR).
- Penetapan standar deviasi (So).
- Keandalan data lalu-lintas dan beban kendaraan.

2.4.7 *Serviceability*

Menurut Ary suryawan(2005), Terminal *serviceability index* (p) mengacu pada **Tabel 2.11.**

Initial serviceability untuk *rigid pavement* : $p_o=4,5$

Tabel 2.11 : Terminal Serviceability Index (pt)

| <i>Percent of people statinng unace table</i> | Pt |
|---|-----|
| 12 | 3,0 |
| 55 | 2,5 |
| 85 | 2,0 |

(Sumber : *AASHTO* 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Penetapan parameter serviceability :

- *Initial serviceability* : $P_o = 4,5$
- *Terminal serviceability Index* Jalur utama (major highways): $P_t = 2,5$
- *Terminal serviceability Index* Jalan lalu-lintas rendah : $P_t = 2,0$
- *Total loss of serviceability* : $\Delta PSI = P_o - P_t$

2.4.8 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Menurut Ary suryawan(2005), *Modulus of subgrade* (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar ketentuan

CBR tanah dasar.

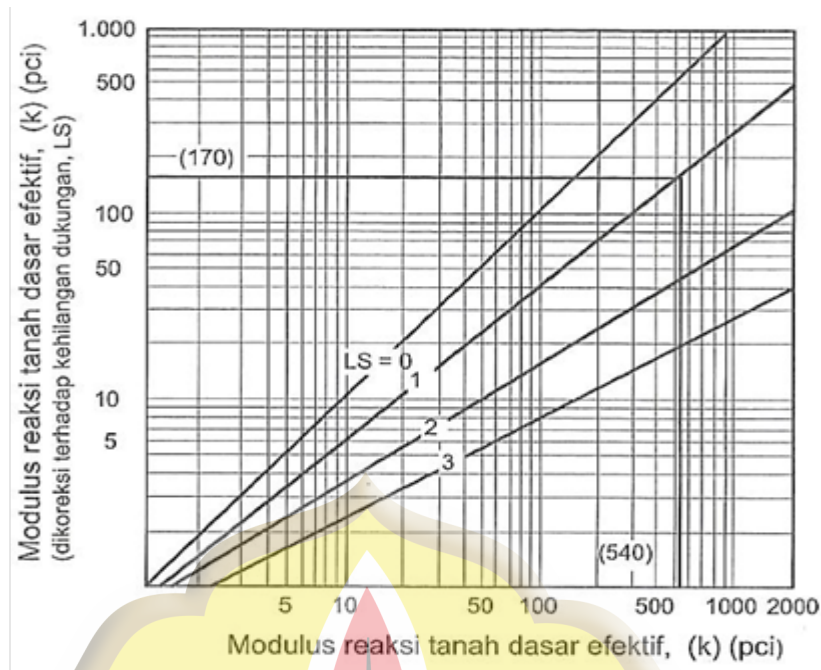
$$M_R = 1.500 \times CBR \dots\dots\dots(2.3)$$

$$k = \frac{M_R}{19,4} \dots\dots\dots(2.4)$$

M_R = Resilient modulus

Koreksi *Effective Modulus of Subgrade Reaction* , menggunakan pada **Grafik 2.1**

Faktor Loss of Support (LS) mengacu pada **Tabel 2.12**



(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Grafik 2.1 Koreksi Effective Modulus of Subgrade Reaction, k (pci)

Correction off Effective modulus of subgrade Reaction for Potential Loss Subbase

Support

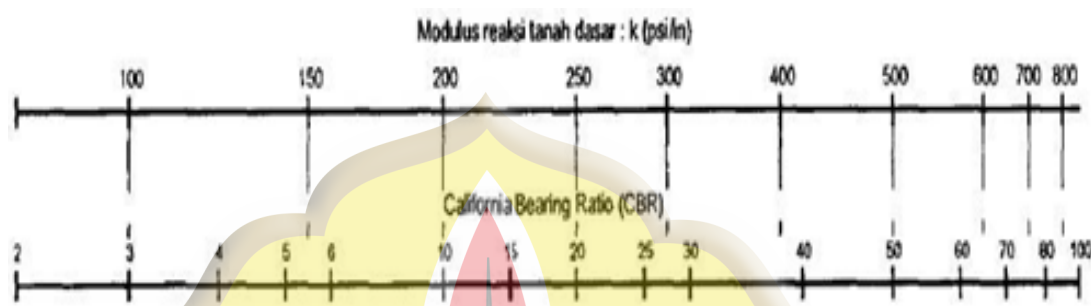
Tabel 2.12: Faktor Loss of Support (LS)

| No. | Tipe material | LS |
|-----|--|------|
| 1 | Cement Treated Granular Base ($E = 1.000.000 - 2.000.000$ psi) | 0-1 |
| 2 | Cement Aggregate Mixtures ($E = 500.000 - 1.000.000$ psi) | 0-1 |
| 3 | Asphalt Treated Base ($E = 350.000 - 1.000.000$ psi) | 0-1 |
| 4 | Bituminous Stabilized ($E = 40.000 - 300.000$ psi) | 0-1 |
| 5 | Lime Stabilized ($E = 20.000 - 70.000$ psi) | 1.-3 |
| 6 | Unbound Granular Materials ($E = 15.000 - 45.000$ psi) | 1.-3 |
| 7 | Fine grained / Natural subgrade materials ($E = 3.000 - 40.000$) | 2.-3 |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Atau menggunakan pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar dari referensi /literature:

Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan k seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Diambil dari literature *highway engineering* (teknik jalan raya), Clarkson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996.



(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

Gambar 2.3. Hubungan antara (k) dan (CBR)

2.4.9 Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 57.000 \sqrt{F'_c} \quad \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

E_c = Modulus elastisitas beton

(psi) F'_c = Kuat tekan beton, kubus

Kuat tekan beton f'_c ditetapkan sesuai pada spesifikasi pekerjaan.

Di Indonesia saat ini umumnya digunakan : $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$

2.4.10 Flexural Strength

Ditetapkan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan. *Flexural strength* saat ini umumnya digunakan : $S_c = 45 \text{ kg / cm}^2 = 640 \text{ psi}$. $\dots\dots\dots(2.6)$

2.4.11 Drainage Coefficient (Cd)

Tabel 2.13 Koefisien Drainase (Cd) untuk Perancangan Perkerasan Beton

| Kualitas Drainase | Persentase Waktu Struktur Perkerasan Terkena Air | | | |
|-------------------|--|-----------|-----------|------|
| | < 1% | 1-5% | 6-25% | >25% |
| Sangat Baik | 1,25-1,20 | 1,20-1,15 | 1,15-1,10 | 1,10 |
| Baik | 1,20-1,15 | 1,15-1,10 | 1,10-1,00 | 1,00 |
| Sedang | 1,15-1,10 | 1,10-1,00 | 1,00-0,90 | 0,90 |
| Buruk | 1,10-1,00 | 1,00-0,90 | 0,90-0,80 | 0,80 |
| Sangat Buruk | 1,00-0,90 | 0,90-0,80 | 0,80-0,70 | 0,70 |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

2.4.12 Load Transfer (J)

Pendekatan penetapan parameter *load transfer* :

- Joint dengan *dowel* : $J = 2,5 - 3,1$ (2.7)
- Untuk *overlay design* : $J = 2,2 - 2,6$ (2.8)

Tabel 2.14 Koefisien Transfer Beban (J)

| <i>Shoulder</i> | <i>Asphalt</i> | | <i>Tied PCC</i> | |
|---------------------------------------|----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | Yes | No | Yes | No |
| <i>Pavement type</i> | | | | |
| 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 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

2.4.13 Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

Menurut *AASHTO 1993* dalam Ary Suryawan, 2005, Perhitungan tebal perkerasan didasarkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 7,35 * \text{Log}_{10} (D+1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10} \frac{\Delta \text{PSI}}{4,5 - 1,5}}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32P_t) \times \frac{S_c \times C_d \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]} \quad (2.9)$$

Dimana :

W_{18} = jumlah repetisi beban sumbu standar.

ΔPSI = selisih antara nilai PSI diawal dan diakhiri masa layanan struktur

S_0 = deviasi standar dari nilai W_{18}

Z_R = konstanta normal pada tingkat probabilitas, R

D = Tebal pelat beton (inch).

P_0 = *Initial serviceability*.

P_t = *Terminal serviceability index*.

S_c' = Kuat lentur beton (psi).

C_d = Koefesien drainase.

E_c = Modulus elastisitas (psi).

k = Modulus reaksi Tanah Dasar.

2.4.14 Penulangan

Perhitungan penulangan yang digunakan dalam perencanaan perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

2.4.14.1 Perhitungan *Tie Bars*

Penentuan *tie bars* yang digunakan dapat menggunakan **Tabel 2.15**

Tabel 2.15 Penentuan Ukuran *Tie Bar*

| Jenis dan Mutu Baja | Tegangan Kerja (psi) | Tebal Perkerasan (in) | Diameter Batang ½ in | | | | Diameter Batang ⅝ in | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | | Panjang (in) | Jarak Maximum (in) | | | Panjang (in) | Jarak Maximum (in) | | |
| | | | | Lebar Lajur 10 ft | Lebar Lajur 11 ft | Lebar Lajur 12 ft | | Lebar Lajur 10 ft | Lebar Lajur 11 ft | Lebar Lajur 12 ft |
| Grade 40 | 30000 | 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: Literatur UI dalam Suryawan (2005))

2.4.14.2 Perhitungan *Dowel*

Sambungan susut melintang atau yang umum disebut dengan ruji (*dowel*), digunakan untuk penanggulangan susut dalam arah melintang pelat, namun ruji tersebut harus mampu untuk memikul beban lalu lintas yang melakukan perpindahan atau pergerakan dari akhir ujung pelat yang satu ke awal ujung pelat yang lain dalam arah memanjang jalan. Pemasangan diletakkan ditengah-tengah tebal pelat beton. Menentukan diameter tulangan dapat ditunjukkan dalam **Tabel 2.16** pada halaman selanjutnya :

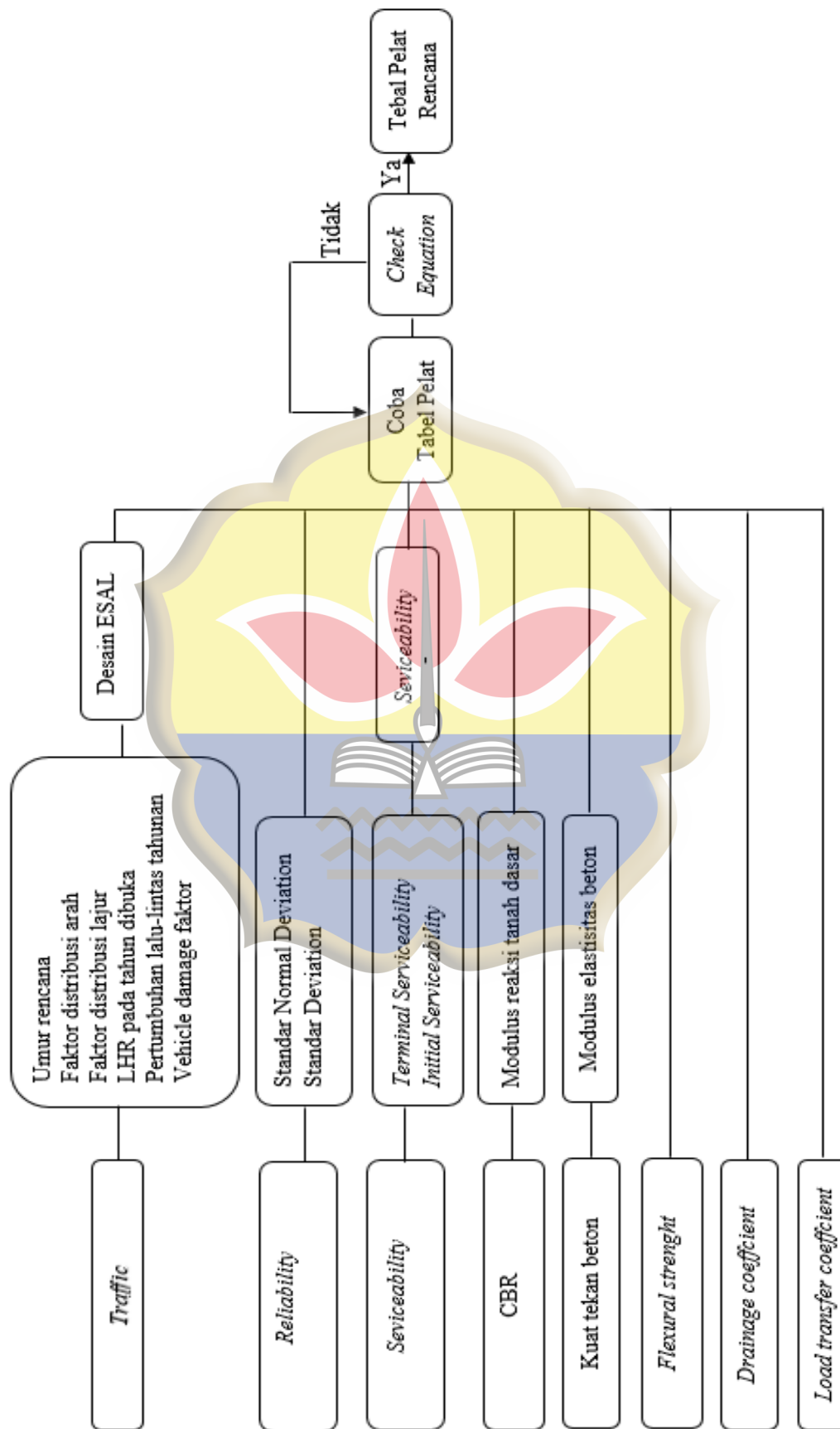
Tabel 2.16 Ukuran dan jarak batang *dowel* (ruji) yang disarankan (Yoder dan Witczak, 1975)

| Tebal pelat | | Diameter | | Panjang | | Jarak | |
|-------------|-----|----------------|----|---------|-----|-------|-----|
| Inci | mm | Inci | mm | Inci | mm | Inci | mm |
| 6 | 150 | $\frac{3}{4}$ | 19 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 7 | 175 | 1 | 25 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 8 | 200 | 1 | 25 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 9 | 225 | $1\frac{1}{4}$ | 32 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 10 | 250 | $1\frac{1}{4}$ | 32 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 11 | 275 | $1\frac{1}{4}$ | 32 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 12 | 300 | $1\frac{1}{2}$ | 38 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 13 | 325 | $1\frac{1}{2}$ | 38 | 18 | 450 | 12 | 300 |
| 14 | 350 | $1\frac{1}{2}$ | 38 | 18 | 450 | 12 | 300 |

(Sumber : Ary Suryawan (2005))

Adapun langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan kaku metode AASHTO 1993 dapat diperlihatkan pada **Gambar 2.4** Flow Chart dihalaman selanjutnya:

Gambar 2.4: Flow chart Sistem Perencanaan Metode AASHTO 1993



(Sumber :AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan 2005)

2.4.15 Parameter Desain dan Data Perencanaan *Rigid Pavement*

Parameter desain dan data perencanaan untuk kemudahan bagi perencana dalam menentukan tebal pelat *rigid pavement*, seperti pada **Tabel 2.17** dibawah ini :

Tabel 2.17 Parameter Desain dan Data Perencanaan *Rigid Pavement*

| No | Parameter | AASHTO | Desain |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| 1 | Umur rencana | - | |
| 2 | Lalu lintas ESAL | - | |
| 3 | <i>Terminal serviceability</i> | 2,0 - 3,0 | |
| 4 | <i>Initial serviceability (Po)</i> | 4,5 | |
| 5 | <i>Serviceability loss (ΔPSI)</i> | Po - Pt | |
| 6 | <i>Reability (R)</i> | 75 - 99,9 | |
| 7 | <i>Standar normal deviation (Zr)</i> | 40,674 s/d - 1,645 | |
| 8 | <i>Standart deviation (So)</i> | 0,30 - 0,40 | |
| 9 | Modulus reaksi tanah dasar (K) | Berdasarkan CBR | |
| 10 | Modulus elastisitas beton (Ec) | Berdasar :f'c = 35 Mpa | |
| 11 | <i>Flexural strength (S'c)</i> | Berdasar S'c = 45 kg/cm ² | |
| 12 | <i>Drainage Coefficient (Cd)</i> | 1,30 - 1,20 | |
| 13 | <i>Load transfer Coeficient (J)</i> | 2,50 - 2,60 | |

(Sumber : AASHTO 1993 dalam Ary Suryawan (2005))

2.5 Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode Pd.T 14-2003.

Menurut Pd T-14-2003 Perencanaan pada metode Bina marga tahapan perencanaan yang ada yaitu:

2.5.1 Tanah Dasar

Menurut Pd T-14-2003, Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2% maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR 5%. Adapun cara menentukan nilai CBR dengan cara analitis dan grafis.

2.5.2 Umur Rencana

Menurut Pd T-14-2003, Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan kaku dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

2.5.3 Pertumbuhan Lalu-Lintas

Menurut Pd T-14-2003, Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan factor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R_2 = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan pengertian :

R_2 : Faktor pertumbuhan lalu-lintas

i : Laju pertumbuhan lalu-lintas pertahun dalam %

UR : Umur Rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R) dapat dilihat pada **Tabel 2.18**

Tabel 2.18 Faktor Pertumbuhan Lalu-lintas.

| Umur Rencana (tahunan) | Laju Pertumbuhan (i) Pertahun (%) | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 5 | 5 | 5,2 | 5,4 | 5,6 | 5,9 | 6,1 |
| 10 | 10 | 10,9 | 12 | 13,2 | 14,5 | 15,9 |
| 15 | 15 | 17,3 | 20 | 23,3 | 27,2 | 31,8 |
| 20 | 20 | 24,3 | 29,8 | 36,8 | 45,8 | 57,3 |
| 25 | 25 | 32 | 41,6 | 54,9 | 73,1 | 98,3 |
| 30 | 30 | 40,6 | 56,1 | 79,1 | 113,3 | 164,5 |
| 35 | 35 | 50 | 73,7 | 111,4 | 172,3 | 271 |
| 40 | 40 | 60,4 | 95 | 154,8 | 259,1 | 442,6 |

(Sumber : Pd.T.14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen.)

2.5.4 Beton Semen

Menurut Pd T-14-2003, Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur umur 28 hari. Yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5 MPa (30-50kg/cm²).

2.5.5 Analisa Lalu-lintas

Menurut Pd T-14-2003, Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan dan terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan pekerjaan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- b. Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
- c. Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
- d. Sumbu tridom roda ganda (STdRG).

2.5.5.1 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Menurut Pd T-14-2003, 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 2.19**.

Tabel 2.19 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C)
Kendaraan niaga pada lajur rencana

| Lebar perkerasan (L_p) | Jumlah lajur (n_l) | Koefisien distribusi | |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|--------|
| | | 1 Arah | 2 Arah |
| $L_p < 5,50$ m | 1 lajur | 1 | 1 |
| $5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m | 2 lajur | 0,70 | 0,50 |
| $8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m | 3 lajur | 0,50 | 0,475 |
| $11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m | 4 lajur | - | 0,45 |
| $15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m | 5 lajur | - | 0,425 |
| $18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m | 6 lajur | - | 0,40 |

(Sumber : Pd T -14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen.)

2.5.5.2 Lalu-Lintas Rencana

Menurut Pd T-14-2003, Lalu – lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proposi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan pengertian :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan komulatif dari rumus yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan.

2.5.5.3 Faktor Keamanan Beban

Menurut Pd T-14-2003, Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada **Tabel 2.20**.

Tabel 2.20 : Faktor Keamanan Beban (F_{KB})

| No. | Penggunaan | Nilai F_{KB} |
|-----|--|----------------|
| 1 | Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan belum banyak, yang ngalir lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan <i>route alternative</i> , maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15. | 1,2 |
| 2 | Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah. | 1,1 |
| 3 | Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah. | 1,0 |

(Sumber : Pd.T.14-2003 dalam departemen permukiman dan prasarana wilayah)

2.5.6 Sambungan

Menurut Pd T-14-2003, Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lau-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*).

2.5.6.1 Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Menurut Pd T-14-2003, Pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang . jarak antar sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu BJTU-24 dan berdiameter 16 mm.

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$L = (38,3 \times \emptyset) + 75 \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan pengertian :

A_t = Luas penampang tulangan permeter 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).

\emptyset = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.5.6.2 Sambungan Susut melintang (*Dowel*)

Menurut Pd T-14-2003, Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuru dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada **Tabel 2.21**,

Tabel 2.21 Diameter ruji

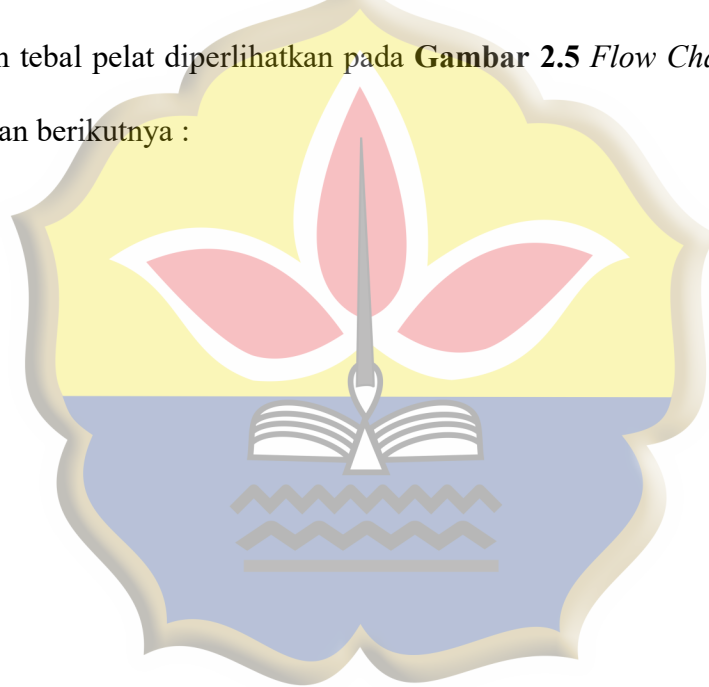
| No | Tebal pelat beton, h (mm) | Diameter ruji (mm) |
|----|---------------------------|--------------------|
| 1 | $125 < h \leq 140$ | 20 |
| 2 | $140 < h \leq 160$ | 24 |
| 3 | $160 < h \leq 190$ | 28 |
| 4 | $190 < h \leq 220$ | 33 |
| 5 | $220 < h \leq 250$ | 36 |

(Sumber : Pd.T.14-2003 dalam departemen permukiman dan prasarana wilayah)

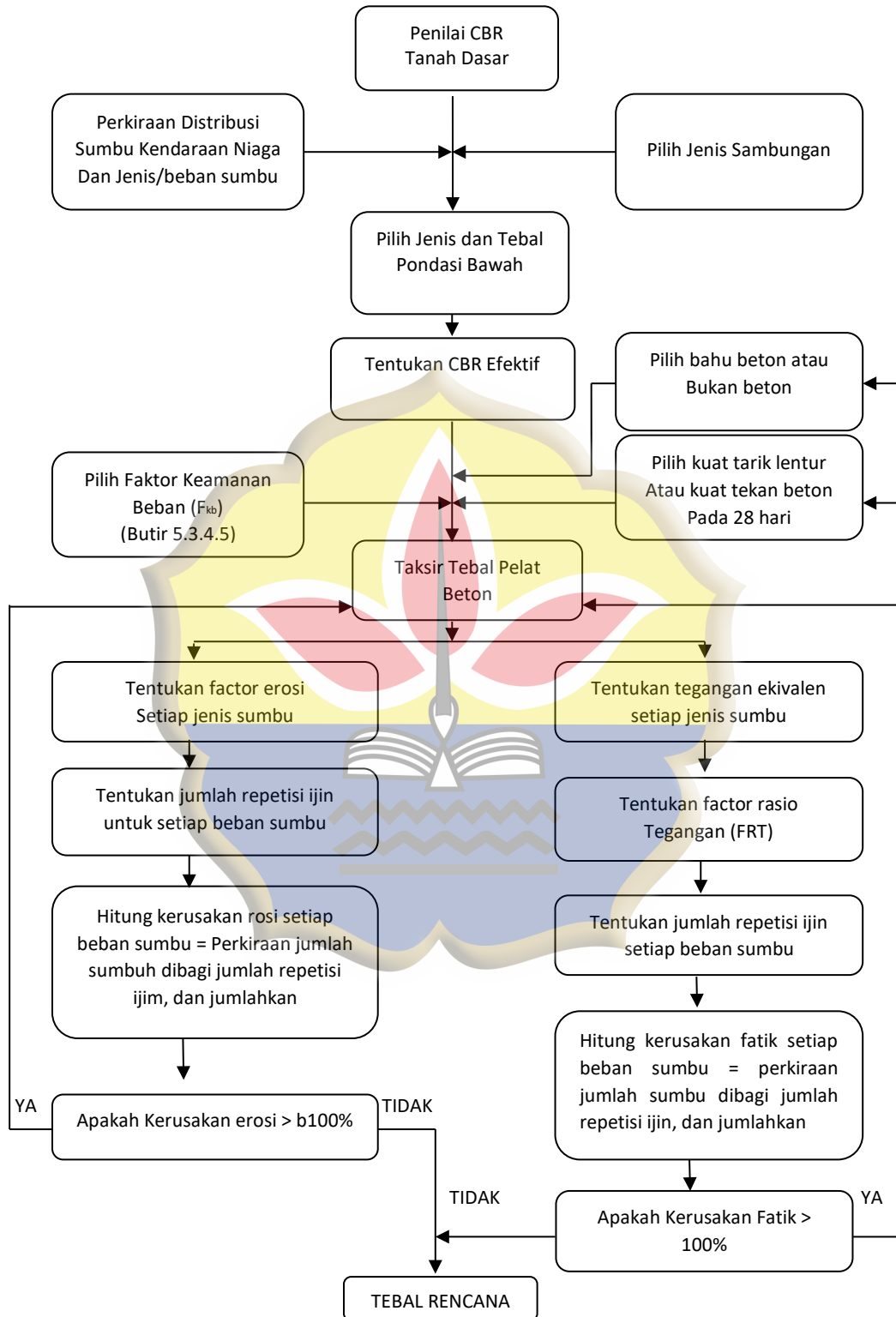
2.5.7 Penentuan Tebal Pelat

Menurut Pd T-14-2003, 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 dinaikan 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%. Langkah- langkah perencanaan tebal pelat diperlihatkan pada **Gambar 2.5 Flow Chart** dan **Tabel 2.22** Pada halaman berikutnya :



Gambar 2.5: Flow chart Sistem perencanaan perkerasan beton semen



(Sumber : Pd.T-14-2003 dalam departemen permukiman dan prasarana wilayah.)

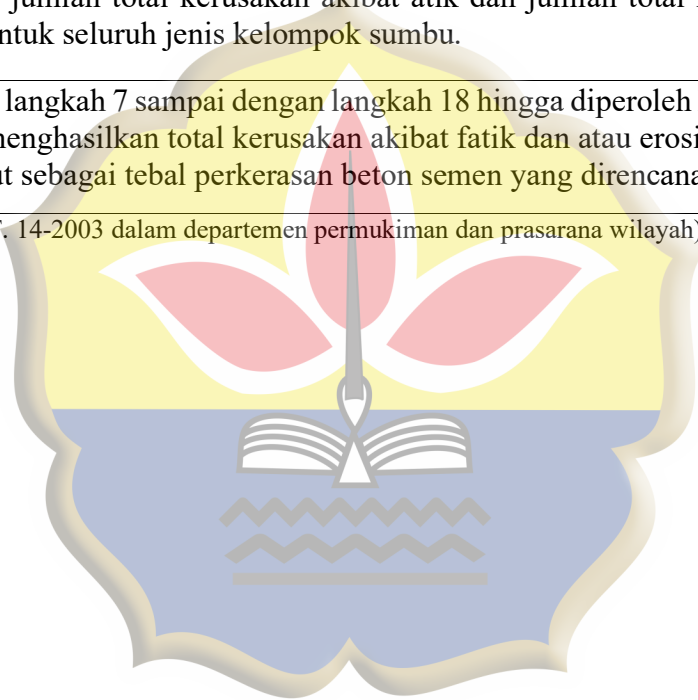
Tabel 2.22 Langkah-langkah perencanaan tebal perkerasan beton semen.

| No | Uraian Kegiatan |
|----|---|
| 1 | Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan. |
| 2 | Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan. |
| 3 | Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkirakan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana. |
| 4 | Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih. |
| 5 | Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (fcf). |
| 6 | Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB). |
| 7 | Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia). |
| 8 | Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT. |
| 9 | Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (f.f). |
| 10 | Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda > 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi. |
| 11 | Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut. |
| 12 | Hitung presentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin. |
| 13 | Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah terhadap ijin untuk erosi. |
| 14 | Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin. |

Lanjutan Tabel 2.22 :

| | |
|----|--|
| 15 | Ulangi langkah 11 sampai 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang masing-masing mencapai 10 juta dan 100 juta repetisi. |
| 16 | Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut. |
| 17 | Ulangi langkah 8 sampai langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya. |
| 18 | Hitung jumlah total kerusakan akibat atik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu. |
| 19 | Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $< 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan. |

(Sumber : Pd.T. 14-2003 dalam departemen permukiman dan prasarana wilayah)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Metode penelitian adalah beberapa tahapan yang harus dilakukan peneliti dalam membahas sebuah kasus atau fenomena secara ilmiah untuk mendapatkan hasil yang rasional. Berdasarkan jenis metode penelitian, penelitian yang dilakukan penulis adalah penelitian komparatif (*ex post facto*) yaitu penelitian yang bersifat membandingkan. Objek dari penelitian ini adalah data tebal perkerasan kaku pada ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak . Tujuannya adalah untuk membandingkan perhitungan tebal perkerasan dengan metode *AASHTO* 1993 dan Pd T-14-2003. Dalam mencapai tujuan yang dimaksud, maka perlu adanya beberapa tahapan penelitian yang harus dilakukan diantaranya pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta penarikan kesimpulan.

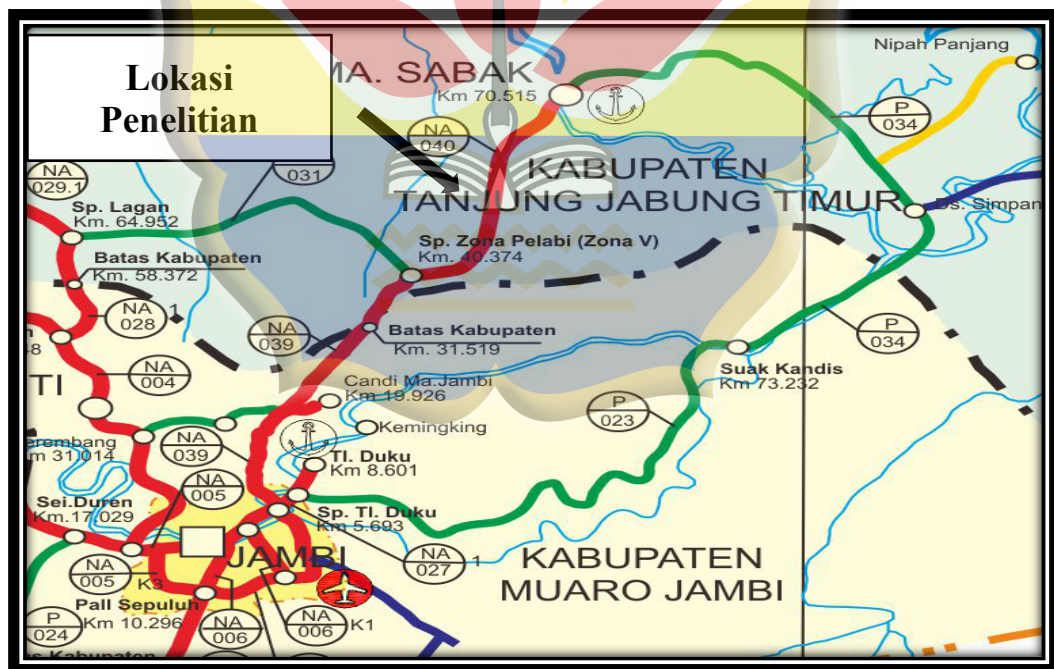
3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian terletak pada ruas Jalan Sk.5 Kota Baru , Geragai, Tanjung Jabung Timur (Sta 3+666 – 4+296). sebagaimana ditunjukkan pada gambar dihalaman selanjutnya :



(Sumber : Google maps, 2019)

Gambar 3.1 Sket Lokasi Penelitian



(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jambi)

Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan sebuah penelitian dalam menyelesaikan kasus dari suatu objek penelitian yaitu pengumpulan data, metode yang digunakan untuk analisis data, dan kerangka kerja yang akan dilakukan dalam pengolahan data, pembahasan dan penarikan kesimpulan serta saran.

3.3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dapat dilakukan dengan dua cara sebagai berikut:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diambil oleh peneliti secara langsung di lokasi tempat penelitian.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari laporan yang disusun oleh instansi terkait, hasil studi, maupun literatur lainnya yang digunakan dalam menunjang penelitian ini.

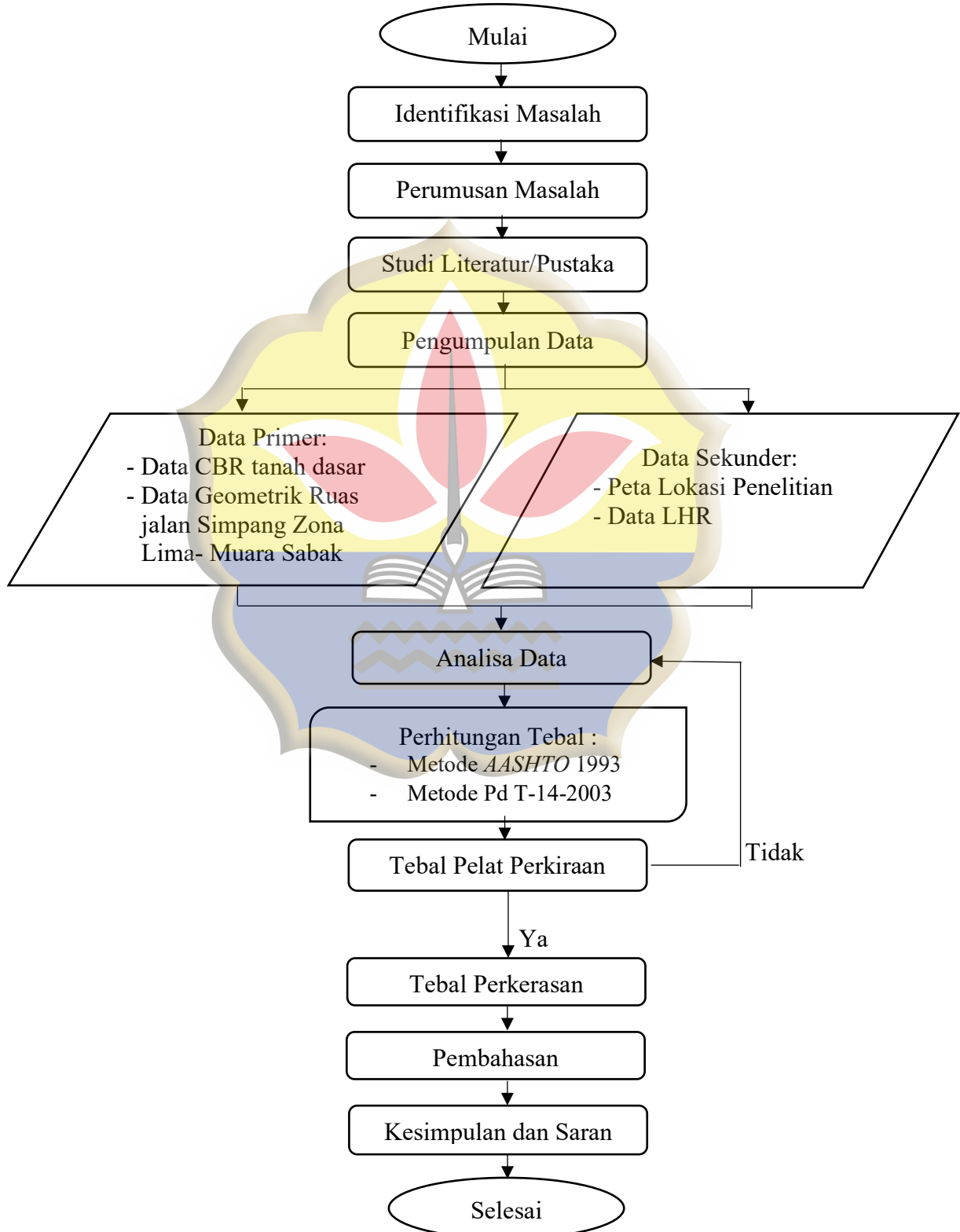
3.3.2 Metode Analisis Data

Perhitungan sebuah Tebal perkerasan kaku perlu dikaji dengan beberapa metode lain selain yang digunakan dalam sebuah perencanaan untuk menghasilkan sebuah tebal perkerasan yang efisien dan mampu digunakan selama umur rencana. Sehingga perhitungan tebal perkerasan kaku pada penelitian ini menggunakan metode *AASHTO* 1993 dan metode Pd.T-14-2003.

3.3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka proses penelitian dapat di lihat pada Gambar 3.3 *Flow Chart* dihalaman selanjutnya :

Gambar 3.3 *Flow Chart* Tahapan Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelas dan Fungsi Jalan

Ruas Jalan Simpang Zona Lima - Muara Sabak mempunyai Kelas Jalan Arteri I dengan fungsi jalan melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

4.2 Umur Rencana Jalan

Dalam tinjauan Ruas Jalan Simpang Zona Lima - Muara Sabak, jalan direncanakan pada tahun 2016 dengan pelaksanaan 2017-2018 dengan perkiraan pelaksanaan pembangunan jalan 2 tahun sehingga awal umur rencana adalah tahun 2018, umur rencana jalan ditetapkan 20 tahun terhitung 2018 sampai dengan 2038.

4.3 Data Lalu-Lintas Harian Rata-Rata

Data lalu-lintas yang dipakai adalah data terbaru tahun 2017 diperoleh dari data sekunder atau hasil survey P2JN Provinsi Jambi pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak pada tanggal 7 Mei 2017 dapat dilihat pada **Tabel 4.1** Volume Lalu-Lintas Harian Rata-Rata.

Tabel 4.1 : Volume Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

| No | JENIS KENDARAAN | Jumlah Kendaraan |
|----|----------------------------|--------------------|
| 1 | Kend. Ringan | 453 Kendaraan/hari |
| 2 | Pick Up | 551 Kendaraan/hari |
| 3 | Truk 2 as (L), micro truck | 372 Kendaraan/hari |
| 4 | Bus Kecil 2 AS | 108 Kendaraan/hari |
| 5 | Bus Sedang 2 AS | 27 Kendaraan/hari |
| 6 | Truk Sedang 2 AS | 504 Kendaraan/hari |
| 7 | Truk Besar 2 AS | 318 Kendaraan/hari |
| 8 | Truk Besar 3 AS | 23 Kendaraan/hari |
| 9 | Truk Semi Trailer | 38 Kendaraan/hari |

Sumber : Hasil Survei P2JN Provinsi Jambi 201

4.4 Data CBR Tanah Dasar

Tabel 4.2 : Nilai CBR

| No | STA | Nilai CBR (%) |
|----|-------|---------------|
| 1 | 0+800 | 3,6 |
| 2 | 0+325 | 3,3 |
| 3 | 0+550 | 2,9 |
| 4 | 0+150 | 2,5 |
| 5 | 1+025 | 2,3 |
| | Total | 14,6 |

Sumber : DCP Test dilapangan

- Cara Analitis

$$\text{CBR rata-rata} = 14,6 / 5 = 2,92 \%$$

$$\text{CBR maksimal} = 3,6 \%$$

$$\text{CBR minimal} = 2,3 \%$$

$$R = 2,48 \text{ (Jumlah titik pengujian } \geq 5)$$

$$\text{CBR mewakili} = \text{CBR rata-rata} - \left(\frac{\text{CBR Max} - \text{CBR min}}{R} \right)$$

$$= 2,92 - \left(\frac{3,6 - 2,3}{2,48} \right)$$

$$= 2,92 - 0,52$$

$$= 2,4 \text{ CBR segmen}$$

- Cara grafis

Nilai CBR diurutkan = 2,3 ; 2,5 ; 2,9 ; 3,3 ; 3,6

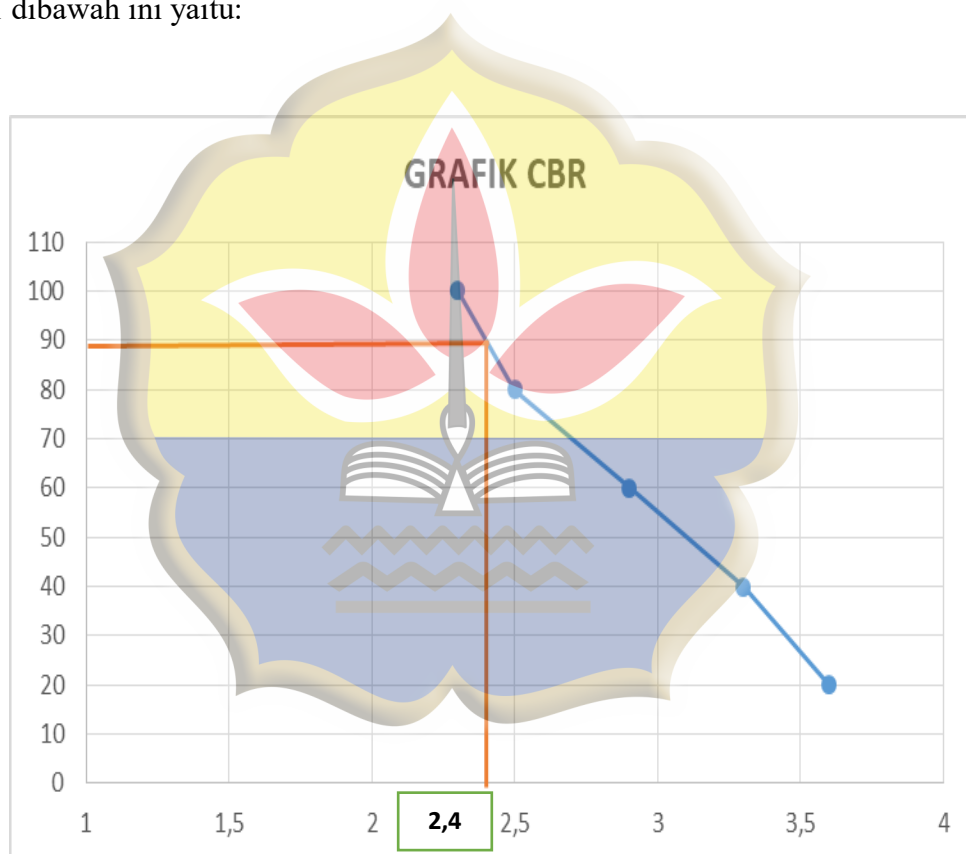
Tabel 4.3 : Penentuan CBR desain

| No | CBR (%) | Jumlah Sama atau lebih besar | Persen (%) sama atau lebih besar |
|----|---------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 2,3 | 5 | $5/5 \times 100\% = 100\%$ |
| 2 | 2,5 | 4 | $4/5 \times 100\% = 80\%$ |
| 3 | 2,9 | 3 | $3/5 \times 100\% = 60\%$ |
| 4 | 3,3 | 2 | $2/5 \times 100\% = 40\%$ |
| 5 | 3,6 | 1 | $1/5 \times 100\% = 20\%$ |

Sumber : DCP Test dilapangan

Dari tabel diatas didapatkan grafik untuk menentukan CBR desain pada **Gambar**

4.1 dibawah ini yaitu:



Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.1 Grafik Nilai CBR

Dari grafik penentuan CBR desain diatas, diperoleh CBR 90% adalah 2,4%

4.5 Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode *AASHTO* 1993

4.5.1 *Traffic Design*

Tabel 4.4 Tabel Desain Lalu Lintas, ESAL

| No | Jenis Kendaraan | LHR | VDF Total | DD | DL | 365 | ESAL |
|-----------------------------------|------------------|-----|-----------|-----|----|-----|-------------------|
| 1 | Kend. Ringan | 453 | 0,0012 | 0,5 | 1 | 365 | 99,207 |
| 2 | Pick UP | 551 | 0,2165 | 0,5 | 1 | 365 | 21770,699 |
| 3 | Bus Kecil 2as | 108 | 0,2458 | 0,5 | 1 | 365 | 4844,718 |
| 4 | Bus Sedang 2as | 27 | 0,2458 | 0,5 | 1 | 365 | 1211,180 |
| 5 | Truk Kecil 2as | 372 | 1,0413 | 0,5 | 1 | 365 | 70693,857 |
| 6 | Truk Sedang 2as | 504 | 2,9918 | 0,5 | 1 | 365 | 275185,764 |
| 7 | Truk Besar 2as | 318 | 5,3443 | 0,5 | 1 | 365 | 310156,451 |
| 8 | Truk Besar 3as | 23 | 6,4443 | 0,5 | 1 | 365 | 27049,949 |
| 9 | Truk Trailer 6as | 38 | 4,1269 | 0,5 | 1 | 365 | 28620,052 |
| Jumlah ESAL Umur Rencana 20 Tahun | | | | | | | 739631,876 |

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

$$W_{18} = \sum_{N_1}^{N_n} \text{LHR}_j \times \text{VDF}_j \times D_D \times D_L \times 365$$

dimana :

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

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

VDF_j = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j .

D_D = Faktor distribusi arah.

D_L = Faktor distribusi lajur.

N_1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.

N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

Dari perhitungan Tabel 4.4. didapat nilai W_{18} dalam 1 tahun = 739631,876 ESAL.

Lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Secara numeric rumusan lalu lintas kumulatif ini adalah sebagai berikut:

$$W_t = W_{18} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$739631,876 \times \frac{(1+0,06)^{20} - 1}{0,06} = 27.207.795,83$$

Jadi didapat nilai lalu lintas kumulatif selama umur rencana 27.207.795,83

4.5.2 *Reability*

Nilai *reability* yang digunakan dalam parameter desain dapat merujuk pada Tabel 2.9. Jalan Arteri yang didesain termasuk pada daerah untuk transportasi antar desa (*rural*) sehingga digunakan nilai *reability* sebesar 90% .

4.5.3 Standar normal deviasi

Nilai standar normal deviasi tergantung pada nilai *Reability* , nilainya dapat dilihat dari Tabel 2.10 Karena nilai R yang didapat adalah 90%. Jadi nilai ZR yang digunakan adalah -1,282.

4.5.4 Standar deviasi

Standar deviasi untuk *rigid pavement* : $S_o = 0,30 - 0,40$

Standar deviasi diambil 0,35.

4.5.5 *Terminal Serviceability index (pt)*

Terminal Serviceability index (pt) mengacu pada tabel 2.10 diperkirakan untuk ruas jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak STA 3+666 – 4+296, nilai pt = 2,0.

4.5.6 Initial Serviceability (Po)

Initial Serviceability untuk *rigid pavement* berdasarkan metode *AASHTO* 1993 sebesar $P_o = 4,5$.

4.5.7 Serviceability

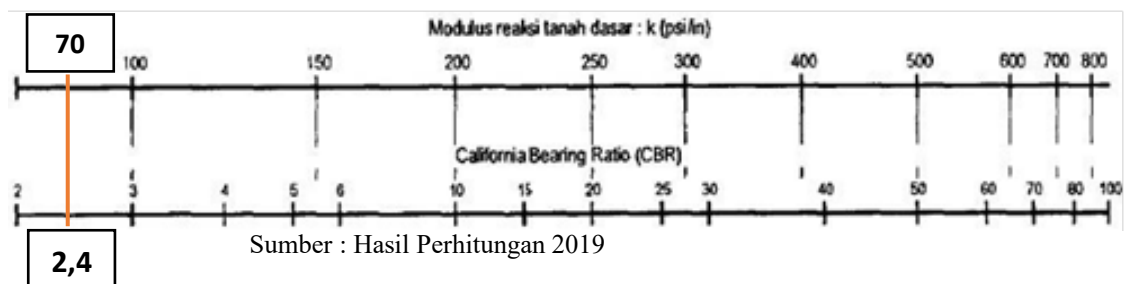
Nilainya bergantung pada *Terminal Serviceability* (P_t) dan *Initial Serviceability* (P_o), rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\Delta PSI &= P_o - P_t \\ &= 4,5 - 2,0 \\ &= 2,5\end{aligned}$$

4.5.8 Modulus reaksi tanah dasar (k)

Modulus of *subgrade reaction* (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasarkan ketentuan CBR tanah dasar. Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar dari refensi / literature :

Pendekatan nilai modulus reaksi tanah dasar (k) dapat menggunakan hubungan nilai CBR dengan (k) seperti yang ditunjukkan pada gambar. Diambil dari literature highway engineering (Teknik jalan raya). Clarkson H Oglesby, R Gary Hicks, Stanford University & Oregon State University, 1996.



Gambar 4.2 Hubungan antara (k) dan (CBR)

Modulus reaksi tanah dasar berdasarkan CBR $k = P_{si}$

4.5.9 Modulus elastisitas beton (E)

Penentuan nilai E dihitung berdasarkan rumus $E_c = 57.000\sqrt{f'_c}$

E_c = Modulus elastisitas beton (psi)

f'_c = Kuat tekan beton silinder (psi)

Kuat tekan beton f'_c ditetapkan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan untuk ruas jalan

Simpang Zona Lima – Muara Sabak digunakan mutu beton $f'_c = 350 \text{ kg/m}^2$

Konversi ke satuan Psi = $350 \times 14,220 = 4997 \text{ Psi}$

$E_c = 57.000\sqrt{f'_c} = 4.021.228 \text{ Psi}$

4.5.10 Flexural strength (Sc')

Flexural strength (modulus of rupture) : Sc' ditetapkan dengan spesifikasi pekerjaan. Dengan ini f'_c yang digunakan adalah : 350 kg/m^2 . *Flexural strength* di Indonesia saat ini umumnya digunakan nilai $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ Psi}$.

4.5.11 Drainage coefficient

Penentuan koefisien drainase (C_d) rencana pada Tabel 2.13 adalah diambil Nilai 1.

4.5.12 Load Transfer

Berdasarkan tabel 2.14 nilai pendekatan penetapan parameter *load transfer* adalah :

- *Joint* dengan dowel : $J = 2,5 - 3,1$
- Untuk *overlay design* : $J = 2,2 - 2,6$

Nilai *load transfer coefficient* (J) diambil berdasarkan penentuan jenis dari perkerasan yang digunakan, yaitu perkerasan kaku atau *design pavement*. Karena

design perkerasan kaku menggunakan tulangan yaitu dowel dan tie bar, jadi nilai *load transfer* diambil berdasarkan *joint* dengan dowel. Dengan menggunakan cara interval didapat nilai *Load transfer* adalah sebesar 2,8.

4.5.13 Hasil perhitungan keseluruhan parameter dengan menggunakan metode AASHTO 1993

Tabel Parameter data yang digunakan dalam perencanaannya pada halaman selanjutnya:

Tabel 4.5 Parameter data yang digunakan dalam perencanaan

| No | Parameter | AASHTO 1993 | Desain |
|----|---------------------------------------|---|---------------|
| 1 | Umur rencana | - | 20 Tahun |
| 2 | Lalu lintas, ESAL | - | 27.207.795,83 |
| 3 | <i>Terminal serviceability</i> | 2,0 – 3,0 | 2,0 |
| 4 | <i>Initial serviceability (Po)</i> | 4,5 | 4,5 |
| 5 | <i>Serviceability loss (ΔPSI)</i> | Po - Pt | 2,5 |
| 6 | <i>Reability (R)</i> | 75-95 | 90% |
| 7 | <i>Standart normal deviation (Zr)</i> | -0,674 s/d -1,645 | -1,282 |
| 8 | <i>Standart deviation (So)</i> | 0,30 – 0,40 | 0,35 |
| 9 | Modulus reaksi tanah dasar (K) | Berdasarkan CBR 2,4% | 70 Psi |
| 10 | Modulus elastisitas beton (Ec) | Berdasarkan f'c = 350 kg/m ² | 4.021.228 Psi |
| 11 | <i>Flexural Stength (S'c)</i> | Berdasarkan : Sc' = 45 kg/m ² | 640 Psi |
| 12 | <i>Drainase Coeffisient (Cd)</i> | 1,10 – 1,20 | 1 |
| 13 | <i>Load transfer Ceffisient (J)</i> | 2,5 – 3,1 | 2,8 |

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

4.5.14 Penentuan tebal pelat (D)

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 7,35 * \text{Log}_{10} (D+1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32p_t) \times$$

$$\text{Log}_{10} \frac{S_c \times C_d \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]}$$

$$\text{Log}_{10} W_{18} = -1,282 \times 0,35 + 7,35 \times \text{Log}_{10} (11+1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{2,5}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(11+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 \times 2) \times$$

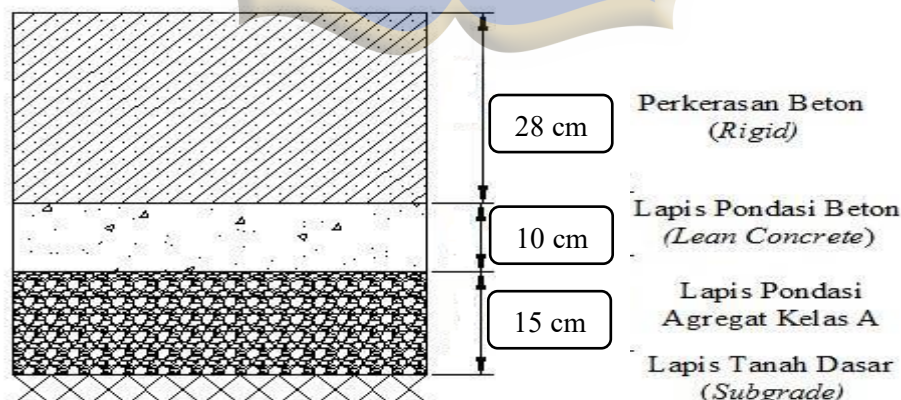
$$\text{Log}_{10} \frac{640 \times 1 \times (11^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times 2,8 \times \left[11^{0,75} - \frac{18,42}{(4021228 : 70)^{0,25}} \right]}$$

= 7,506

Dari hasil triar dan error diatas dapat hasil, yaitu nilai D = 11 inchi (27,94 cm ≈ 28cm) dengan Nilai ESAL = $\log_{10}(27.207.795,83) = 7,435$.

Dari hasil ini didapatkan tebal perkerasan yang dibutuhkan untuk ruas jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak yaitu 28 cm dengan umur rencana perkerasan 20 Tahun.

Adapun tebal perkerasan beton yang ditampilkan pada Gambar 4.3. sebagai berikut:

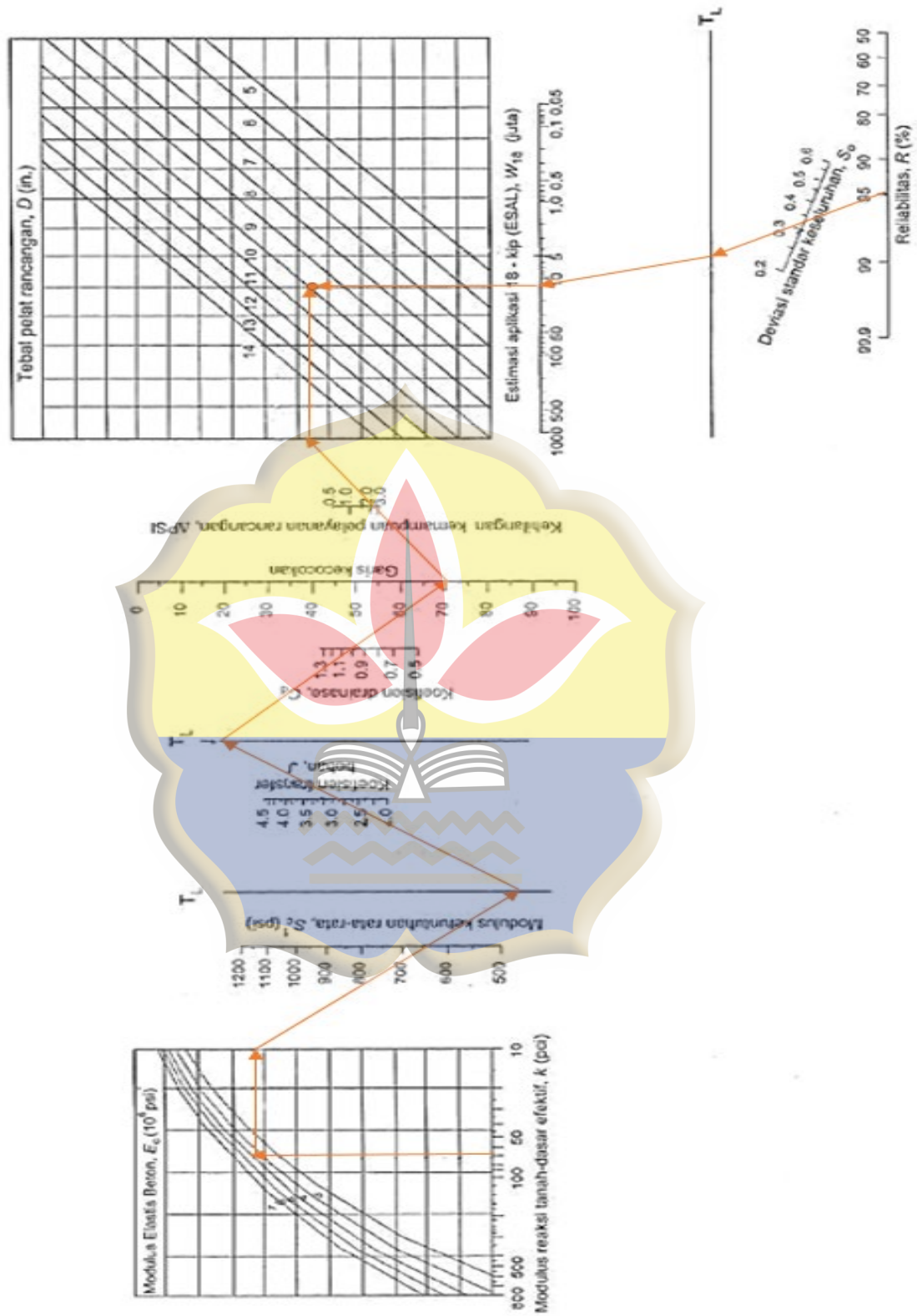


Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.3 Tebal Perkerasan Metode *AASHTO* 1993 Menggunakan

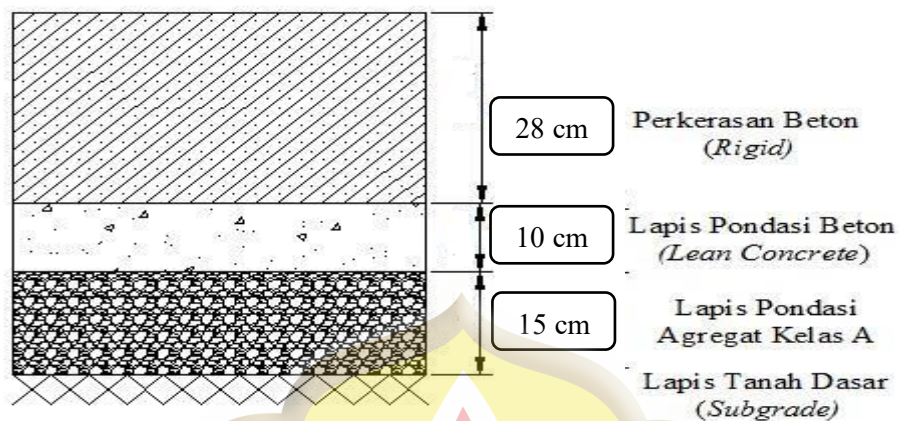
Formulasi

4.5.15 Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Menggunakan Nomogram



Gambar 4.4 Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram AASTHO 1993

Dari hasil penentuan tebal perkerasan menggunakan nomogram tebal *slab* (D) yang diperoleh sebesar 11 inchi (27,94 cm dibulatkan menjadi 28 cm). Struktur tebal perkerasan kaku metode *AASHTO* 1993 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.5 Tebal Perkerasan Metode *AASHTO* 1993 Menggunakan Nomogram

4.5.16 Penentuan Lapis Pondasi

Penentuan lapis pondasi minimum yang disarankan oleh *AASHTO* 1993 adalah sebesar 4 inchi atau sebesar 10 cm untuk lapis pondasi. Sehingga tebal lapis pondasi atas yang digunakan dalam perencanaan sebesar 10 cm dengan bahan pondasi berupa campuran beton kurus (CBK) dan lapis pondasi bawah berupa lapis agregat kelas A dengan tebal sebesar 15 cm.

4.6 Perhitungan Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga Pd T 14-2003

Data yang telah diketahui :

- Type Jalan : 2 Lajur 2 arah
- CBR Tanah Dasar : 2,4 %
- Kuat Tarik Lentur : 4,39 Mpa
- Bahu Jalan : Tidak
- Umur Rencana : 20 Tahun
- Pertumbuhan Lalu-Lintas (i) :
 - Pada Umur Rencana : 6 % per tahun
- Mutu Beton Rencana : 34,31 Mpa (350 kg/cm²)
- Panjang Jalan : 1,115 Km
- Lebar Jalan : 7,6 m

4.6.1 Mutu Beton Rencana

- Kuat tekan beton karakteristik umur 28 hari

$$f'c = \frac{350}{10,2} = 34,31 \text{ Mpa} > 30 \text{ Mpa}$$

- Kuat tarik lentur beton umur 28 hari

$$f'cf = K (f'c)^{0,50}$$

$$K = 0,75$$

$$= 0,75 \sqrt{34,31}$$

$$= 4,39 \text{ Mpa} > 3 \text{ Mpa}$$

4.6.2 Analisis Lalu-Lintas

Tabel 4.6 Data lalu-lintas /hari.

| No | JENIS KENDARAAN | Jumlah Kendaraan |
|----|----------------------------|--------------------|
| 1 | Kend. Ringan | 453 Kendaraan/hari |
| 2 | Pick Up | 551 Kendaraan/hari |
| 3 | Truk 2 as (L), micro truck | 372 Kendaraan/hari |
| 4 | Bus Kecil | 108 Kendaraan/hari |
| 5 | Bus Besar | 27 Kendaraan/hari |
| 6 | Truk Sedang 2 AS | 504 Kendaraan/hari |
| 7 | Truk Besar 2 AS | 318 Kendaraan/hari |
| 8 | Truk Besar 3 AS | 23 Kendaraan/hari |
| 9 | Truk Semi Trailer | 38 Kendaraan/hari |

Sumber : Hasil Survei P2JN Provinsi Jambi 2017

Tabel 4.7 Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan jenis dan bebannya.

| Jenis Kendaraan | Konfigurasi Beban Sumbu (ton) | | | Juml. kend. (bh) | Juml. Sumbu Per.kend (bh) | Jumlah sumbu (bh) | STRT | | STRG | | STdRG | | S Triple d RG | |
|-----------------|-------------------------------|--------|--------|------------------|---------------------------|-------------------|-------|------|--------|------|--------|------|---------------|------|
| | RD | RB | RGB | | | | BS | JS | BS | JS | BS | JS | BS | JS |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) | (2) | | | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (11) | (12) |
| MP | 1 | 1 | | 453 | | | | | | | | | | |
| Pick-Up | 1 | 1 | | 551 | 2 | 1102 | 1,000 | 551 | 1,000 | 551 | | | | |
| Truk 2 as kcl | 2,822 | 5,478 | | 372 | 2 | 744 | 2,822 | 372 | 5,478 | 372 | | | | |
| Bus kecil 2 As | 3,060 | 5,940 | | 108 | 2 | 216 | 3,060 | 108 | 5,940 | 108 | | | | |
| Bus Besar | 3,570 | 6,930 | | 27 | 2 | 54 | 3,570 | 27 | 6,930 | 27 | | | | |
| Truk 2 as bsr | 6,188 | 12,012 | | 318 | 2 | 636 | 6,188 | 318 | 12,012 | 318 | | | | |
| Truk 3 as Td | 6,250 | 18,750 | | 23 | 3 | 69 | 6,250 | 23 | | | 18,750 | 23 | | |
| Truk Trailer | 7,560 | 11,760 | 22,680 | 38 | 3 | 114 | 7,560 | 38 | | | 11,760 | 38 | 22,680 | 38 |
| Total | | | | | | 2935 | | 1437 | | 1376 | | 61 | | 38 |

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Keterangan **Tabel 4.7** :

RD : Roda Depan

RGD : Roda Ganda Depan

RB : Roda Belakang

RGB : Roda Ganda Belakang

BS : Beban Sumbu

JS : Jumlah Sumbu

Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Selama Umur Rencana 20 Tahun.

$$\text{JSKN} = 365 \times \text{JSKNH} \times R$$

$$= 365 \times 2935 \times 36,8$$

$$= 39.422.920$$

$$\text{JSKN Rencana} = C \times \text{JSKN}$$

$$= 0,5 \times 39.422.920$$

$$= 19.711.460$$

Dimana :

JSKNH = Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

C = Koefisien distribusi niaga berdasarkan lebar perkerasan diambil dari Jumlah lajur yaitu 2 lajur 2 arah dan sesuai pada Tabel 2.19 C = 0,50

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas (6%) pada Tabel 2.18

Tabel. 4.8 Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

| Jenis SB | BBS Sumbu (Ton) | Jumlah SB | Proposi BB | Proposi SB | LL Rencana | Repetisi yg Terjadi |
|---------------------|-----------------|-----------|------------|------------|------------|---------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) =(4)x(5)x(6) |
| STRT | 7560 | 38 | 0,026 | 0,493 | 19711460 | 257223,723 |
| | 6250 | 23 | 0,016 | 0,493 | 19711460 | 155688,043 |
| | 6188 | 318 | 0,221 | 0,493 | 19711460 | 2152556,415 |
| | 3,570 | 27 | 0,019 | 0,493 | 19711460 | 182764,224 |
| | 3,060 | 108 | 0,075 | 0,493 | 19711460 | 731056,896 |
| | 2,822 | 372 | 0,259 | 0,493 | 19711460 | 2518084,863 |
| | 1,000 | 551 | 0,383 | 0,493 | 19711460 | 3729743,977 |
| Total | | 1437 | 1,000 | | | |
| STRG | 12,012 | 318 | 0,231 | 0,473 | 19711460 | 2152556,415 |
| | 6,930 | 27 | 0,020 | 0,473 | 19711460 | 182764,224 |
| | 5,940 | 108 | 0,078 | 0,473 | 19711460 | 731056,896 |
| | 5,478 | 372 | 0,270 | 0,473 | 19711460 | 2518084,863 |
| | 1,000 | 551 | 0,400 | 0,473 | 19711460 | 3729743,977 |
| Total | | 1376 | 1,000 | | | |
| STdRG | 18,750 | 38 | 0,623 | 0,021 | 19711460 | 257223,723 |
| | 11,760 | 23 | 0,377 | 0,021 | 19711460 | 155688,043 |
| | | 61 | 1,000 | | | |
| S Triple dRG | 22,680 | 38 | 1,000 | 0,013 | 19711460 | 257223,723 |
| Total | | 38 | 1,000 | | | |
| Kumulatif | | 2912 | | | | 19711460 |

Sumber : Hasil perhitungan 2019

Keterangan :

Kolom (4) = Jumlah per sumbu dibagikan total kolom (3)
 $= 38/1437 = 0,026$

Kolom (5) = Beban Sumbu yang mewakili tiap jenis sumbu dibagikan dengan total Jumlah sumbu

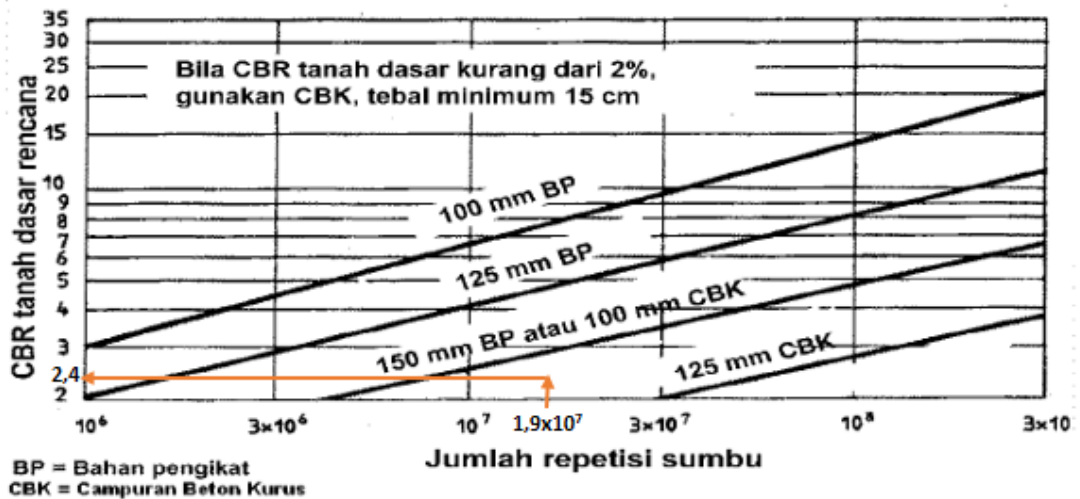
Kolom (6) = JSKN (Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga)

Kolom (7) = Kolom (4) dikalikan kolom (5) dikalikan dengan kolom (6).

4.6.3 Perhitungan Tebal Pelat Beton

| | |
|---|---|
| Umur rencana | = 20 tahun |
| JSKN | = 19.711.460 |
| Faktor Keamanan Beban | = 1,1 (Tabel 4) Pd T-14-2003 |
| CBR Tanah Dasar | = 2,4 % |
| CBR Efektif | = 17 % (Pada Gambar 4.7) |
| Jenis dan Lapis Pondasi Bawah | = Bahan Pengikat = 150 mm |
| Tebal Taksiran Pelat Beton | = 235 mm \approx 240 mm (Gambar 4.8) |
| Penentuan tebal pondasi bawah, CBR efektif, dan taksiran tebal perkerasan | |

daiambil berdasarkan **Gambar 4.6**, **Gambar 4.7**, dan **Gambar 4.8**. sesuai dengan perencanaan perkerasan beton semen, pedoman Pd T-14-2003 Departemen pemukiman dan Prasarana Wilayah. Tebal pondasi bawah minimum ditentukan oleh gambar diagram berdasarkan jumlah repetisi sumbu dan CBR tanah dasar rencana seperti terlihat pada **Gambar 4.5** berikut ini :

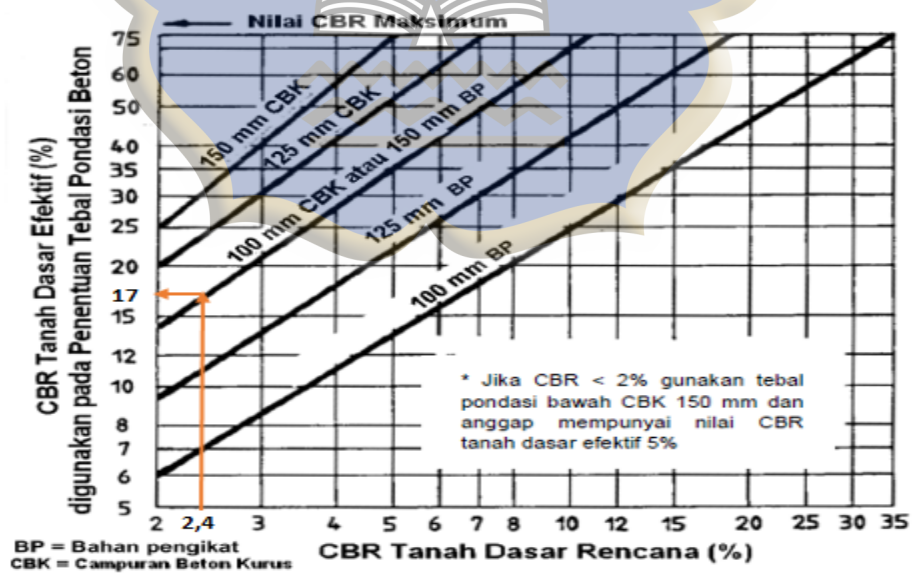


Sumber : Hasil perhitungan 2019

Gambar 4.6 Tebal Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

Dari Gambar 4.6 Tebal Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen adalah 100 mm CBK.

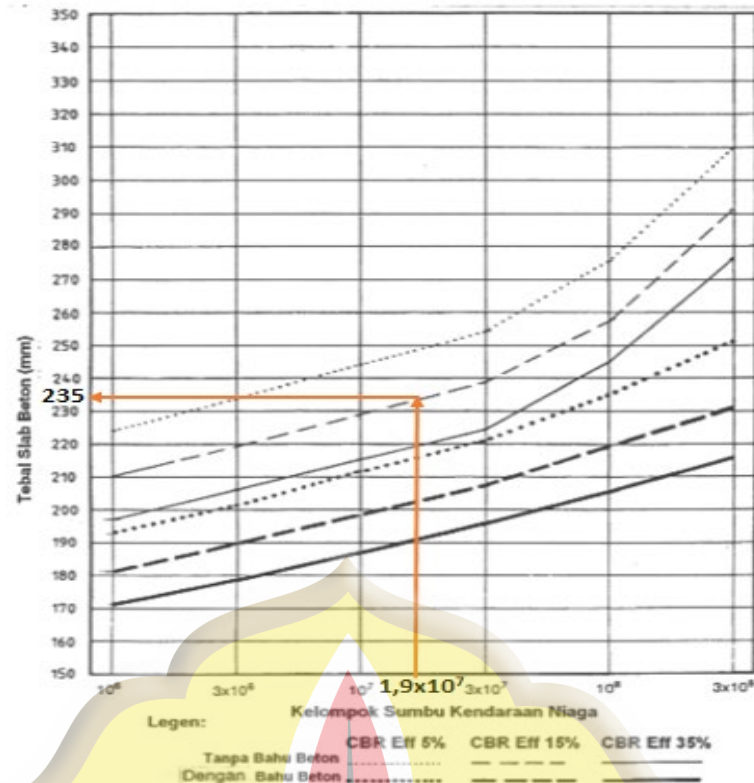
Penentuan CBR efektif didasarkan pada CBR tanah dasar dan tebal pondasi bawah yang direncanakan. Penentuan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.6** berikut ini :



Sumber : Hasil perhitungan 2019

Gambar 4.7 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Dari Gambar 4.7 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah adalah 17%



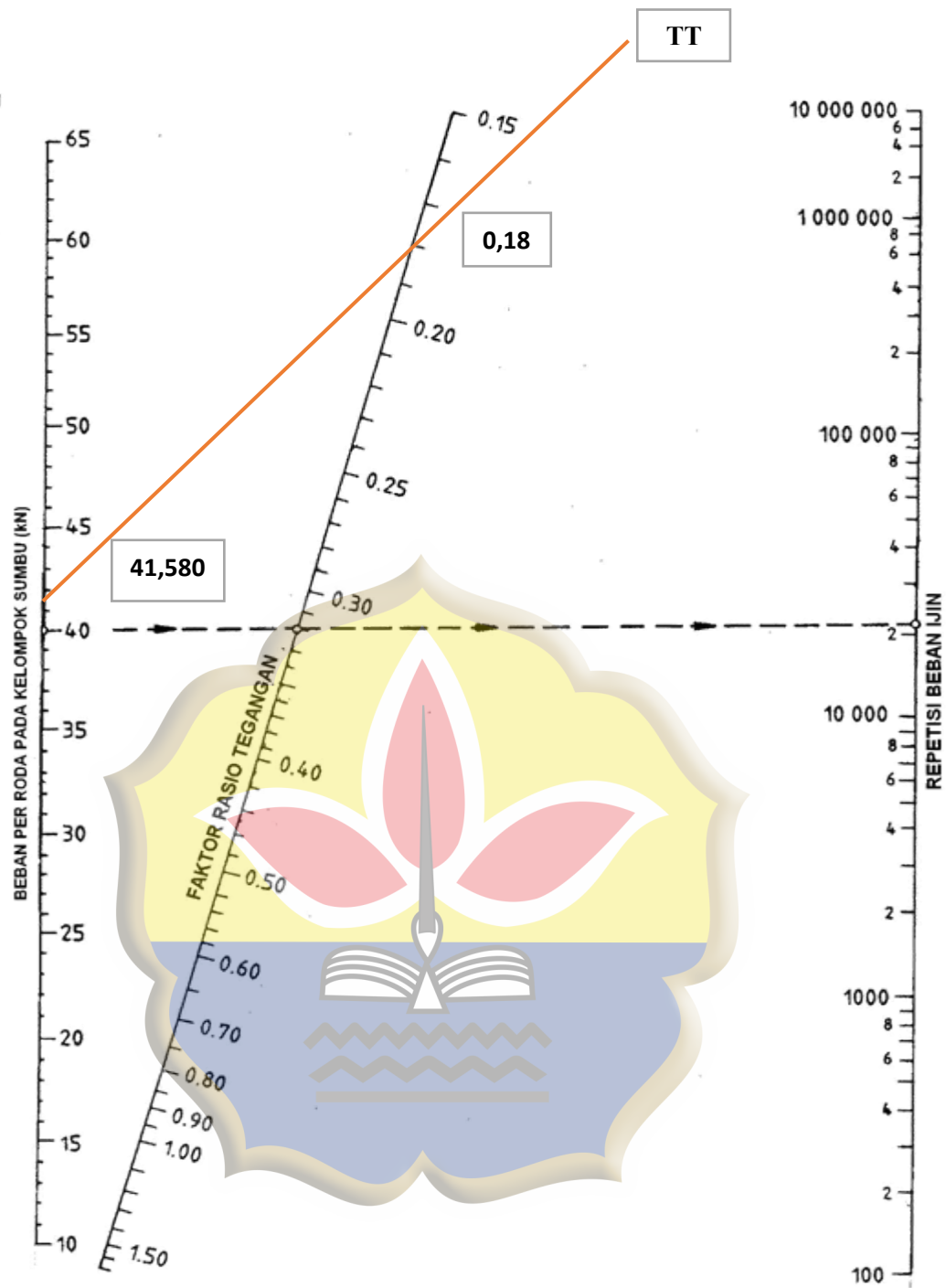
Sumber : Hasil perhitungan 2019

Gambar 4.8 Grafik perencanaan $f_{cf} = 4,39$ Mpa, lalu lintas luar kota, dengan ruji, FKB = 1,1

Dari Gambar 4.8 diatas tebal taksiran beton minimum yang digunakan adalah sebesar 235 mm

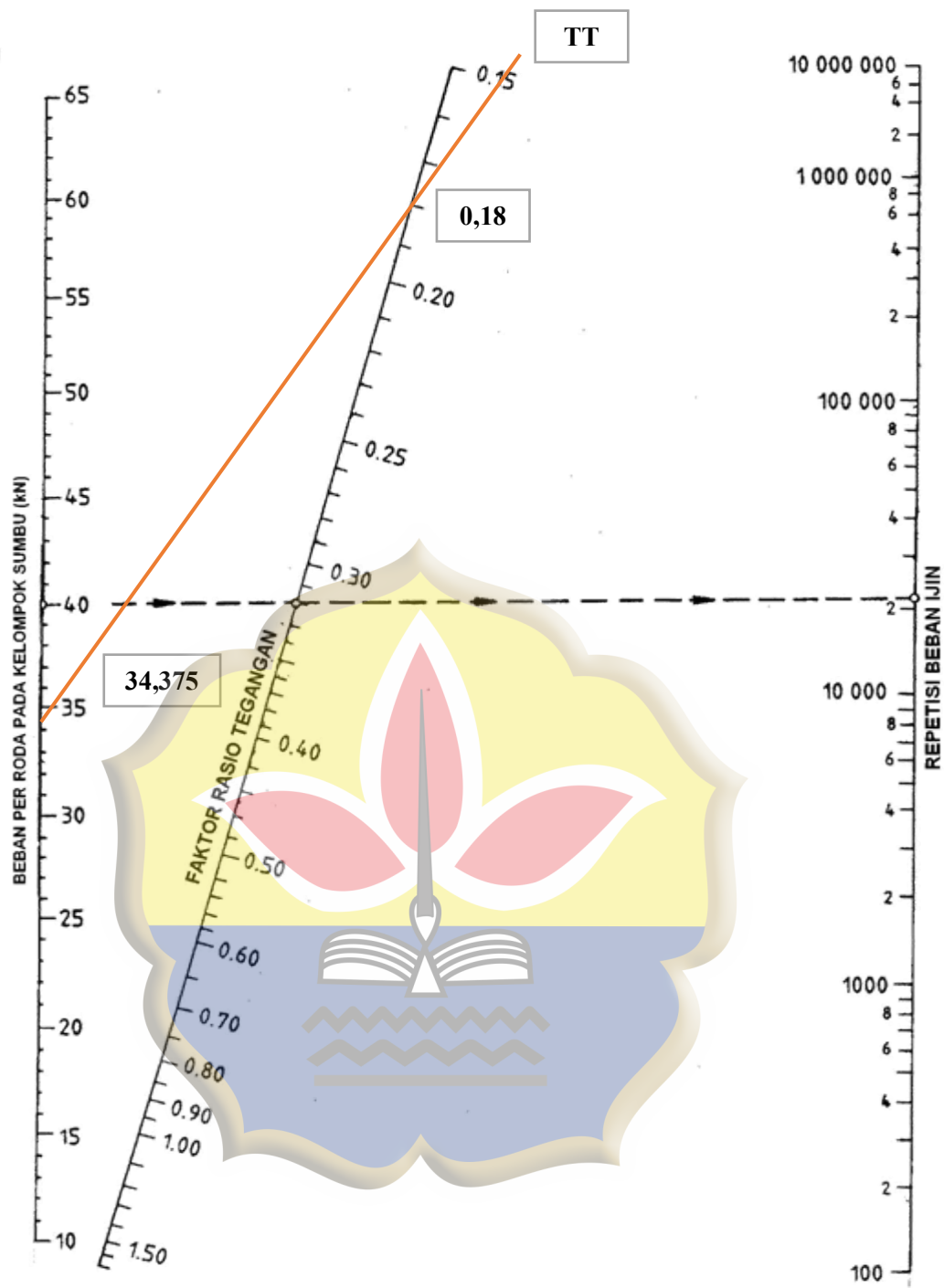
Untuk mengetahui tebal perkerasan aman atau tidak, maka harus dilakukan analisa fatik dan erosi sesuai dengan pedoman XX- 2003 Perencanaan Perkerasan Beton Semen. Tabel perhitungan mengacu pada peraturan yang sudah ada. Adapun cara untuk menentukan faktor tegangan dan erosi didasarkan pada CBR efektif dan perkiraan tebal perkerasan .

Repetisi ijin untuk analisa fatik dan analisa erosi dari masing – masing jenis sumbu kendaraan, dapat ditentukan melalui diagram **Gambar 4.9 – 4.28**. Pada halaman selanjutnya :



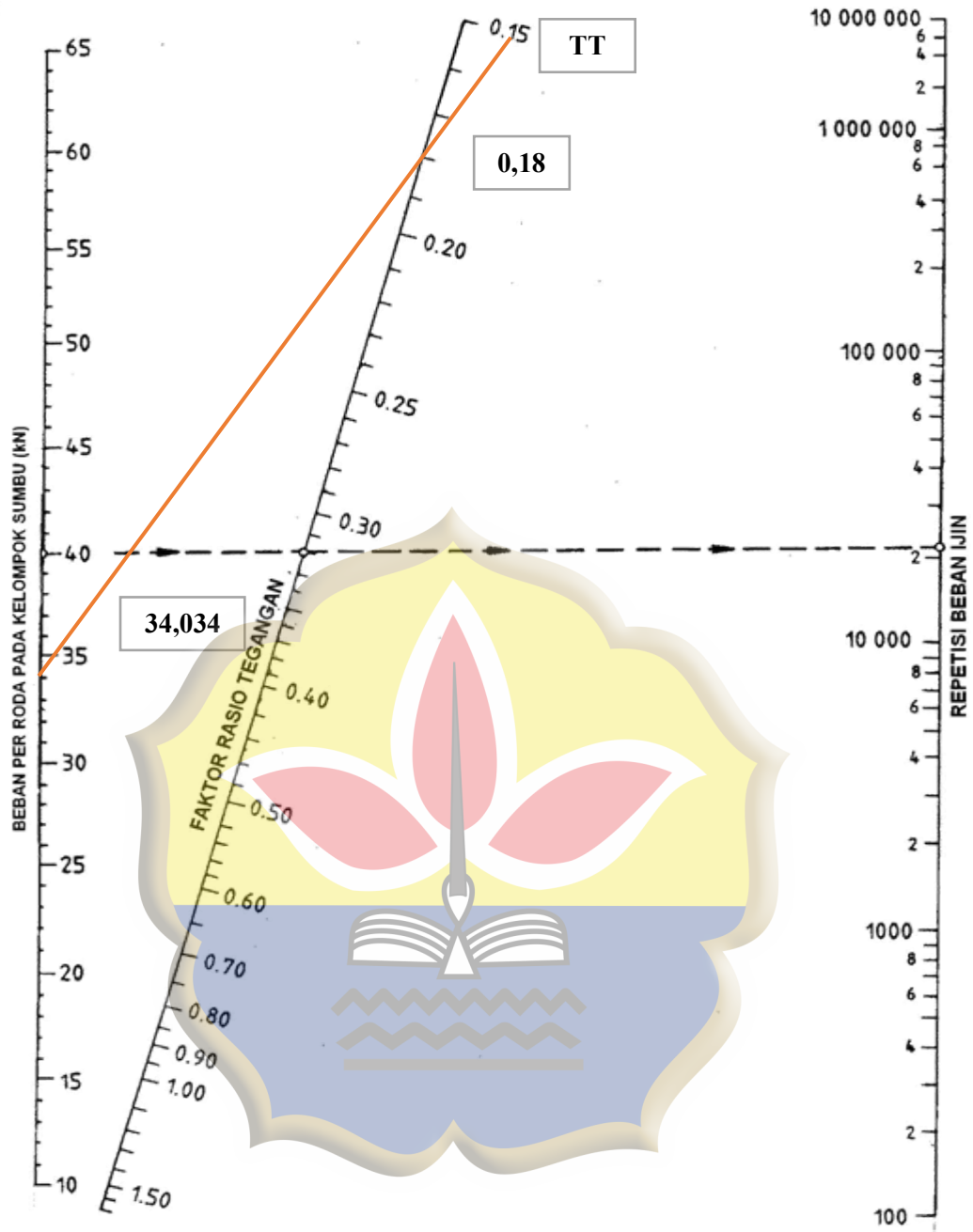
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.9 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRT(41,580 Kn)



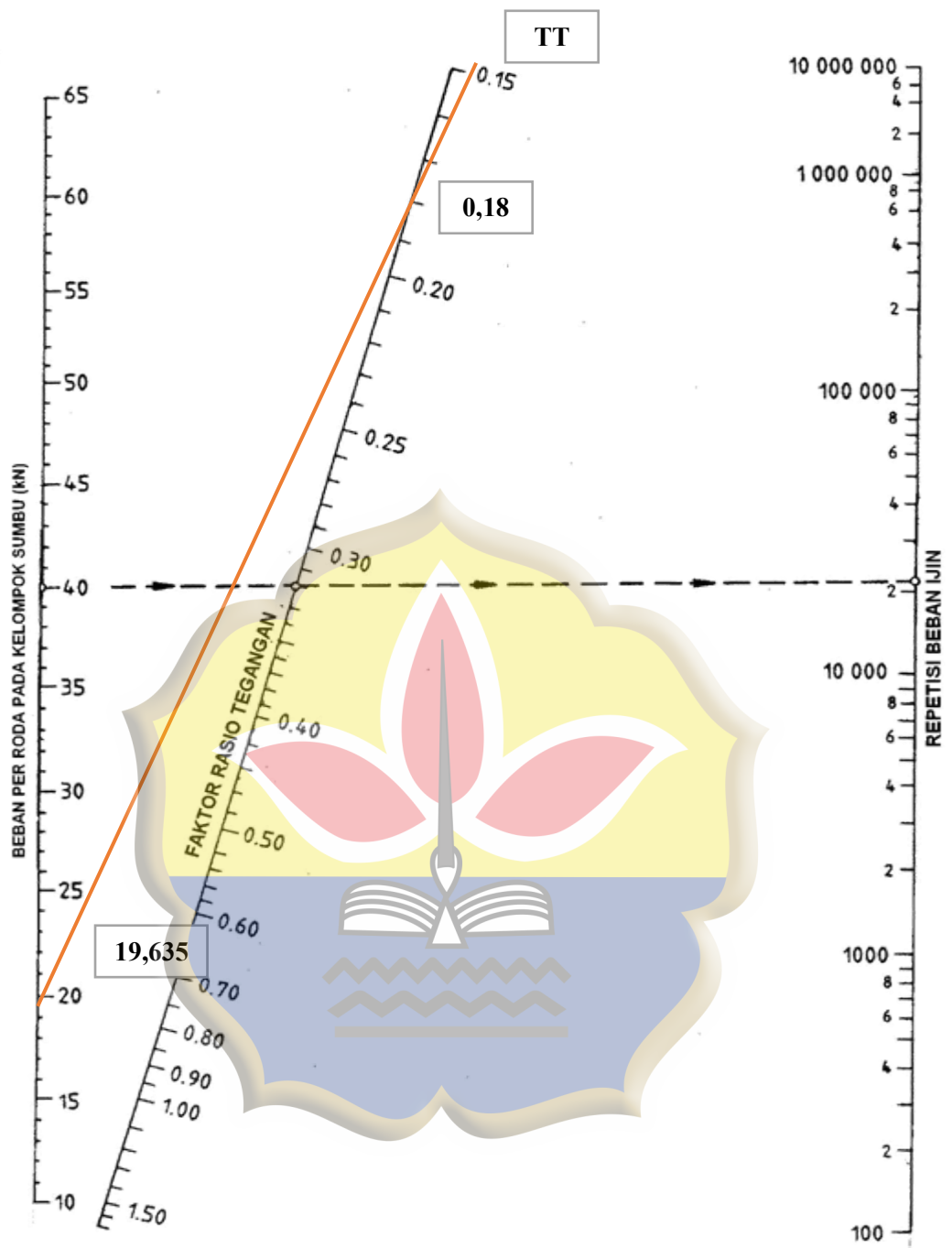
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.10 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRT (34,375 Kn)



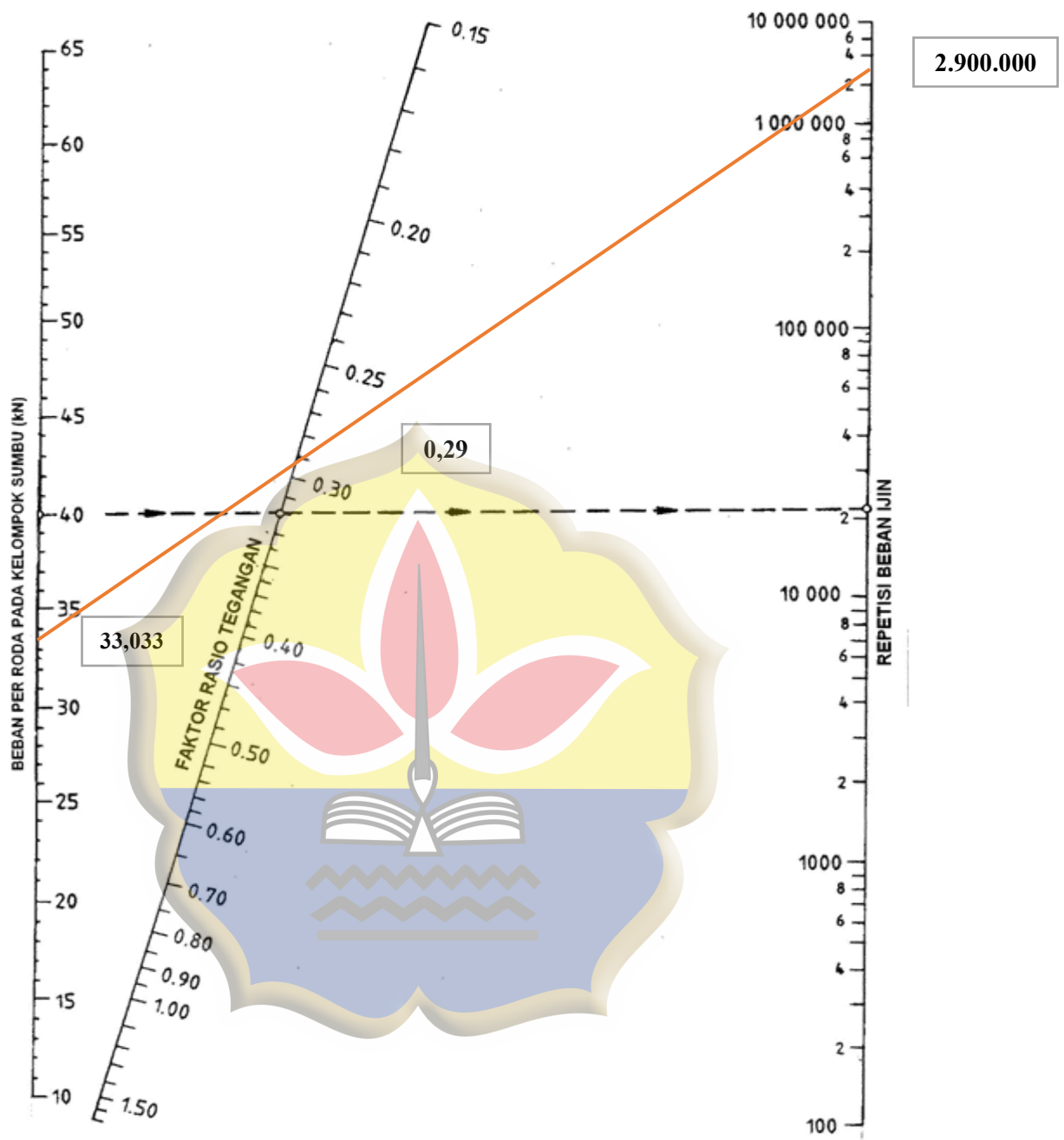
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.11 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRT (34,034 Kn)



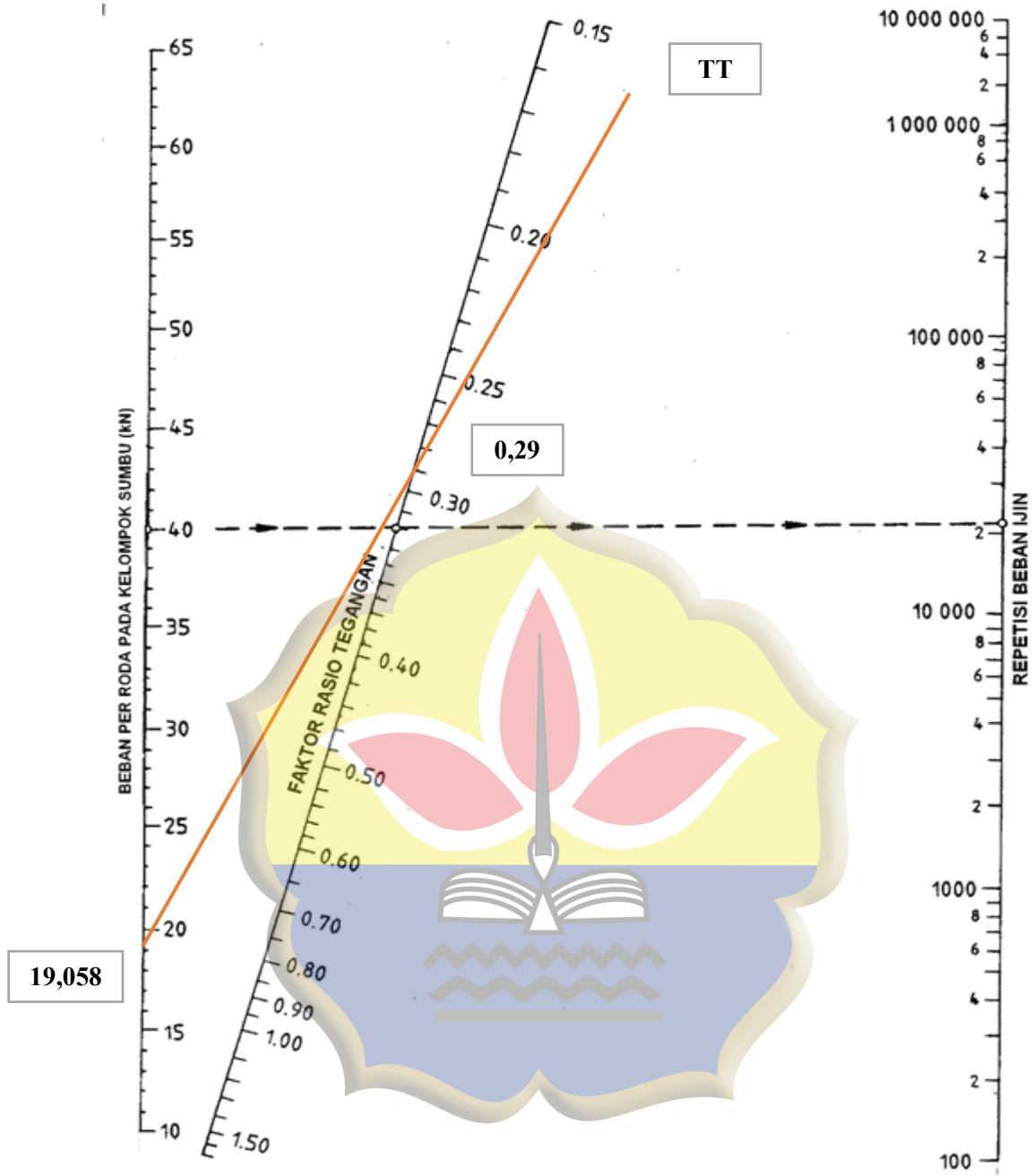
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.12 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRT (19,635 Kn)



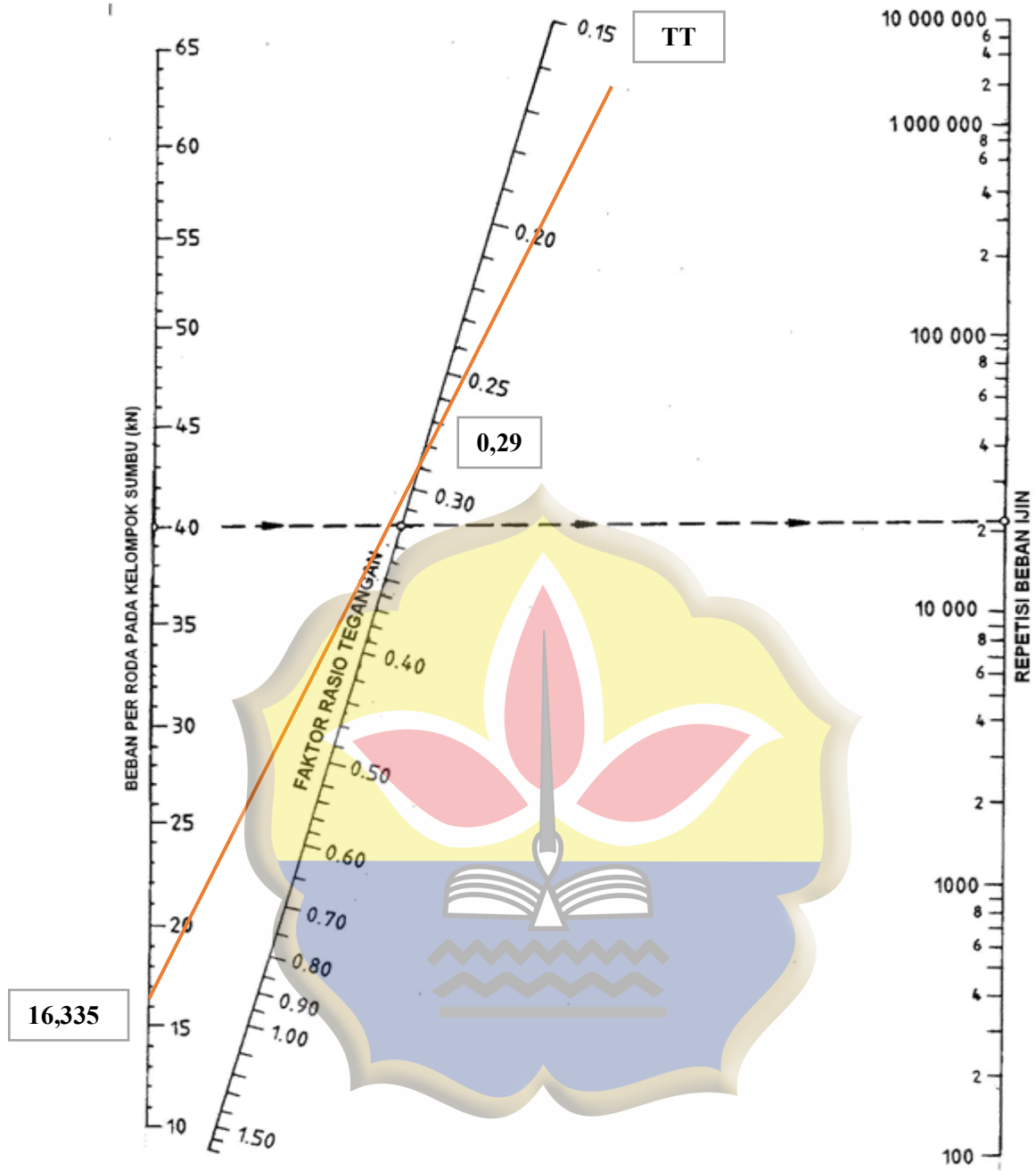
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.13 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRG (33,033 Kn)



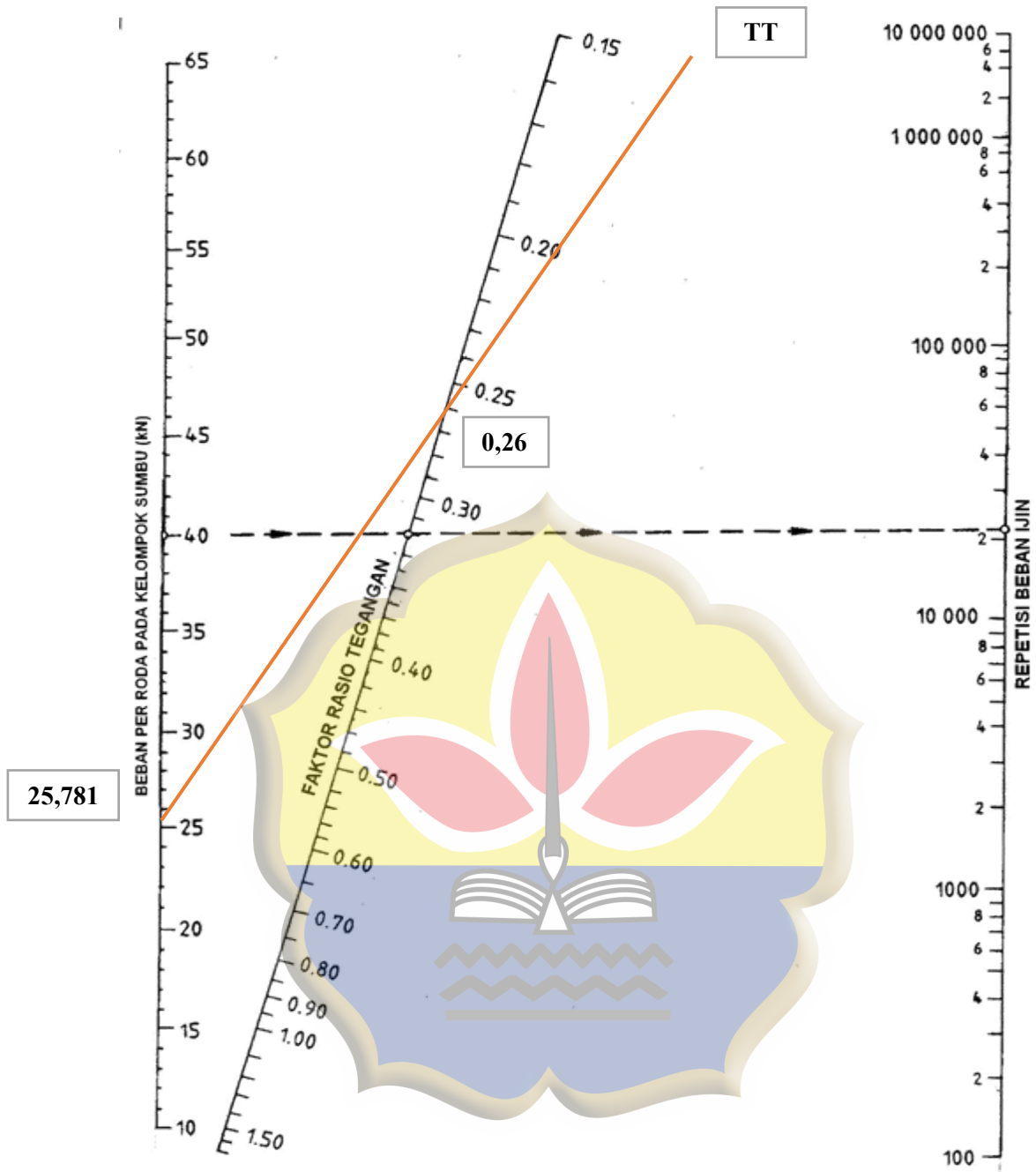
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.14 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRG (19,058 Kn)



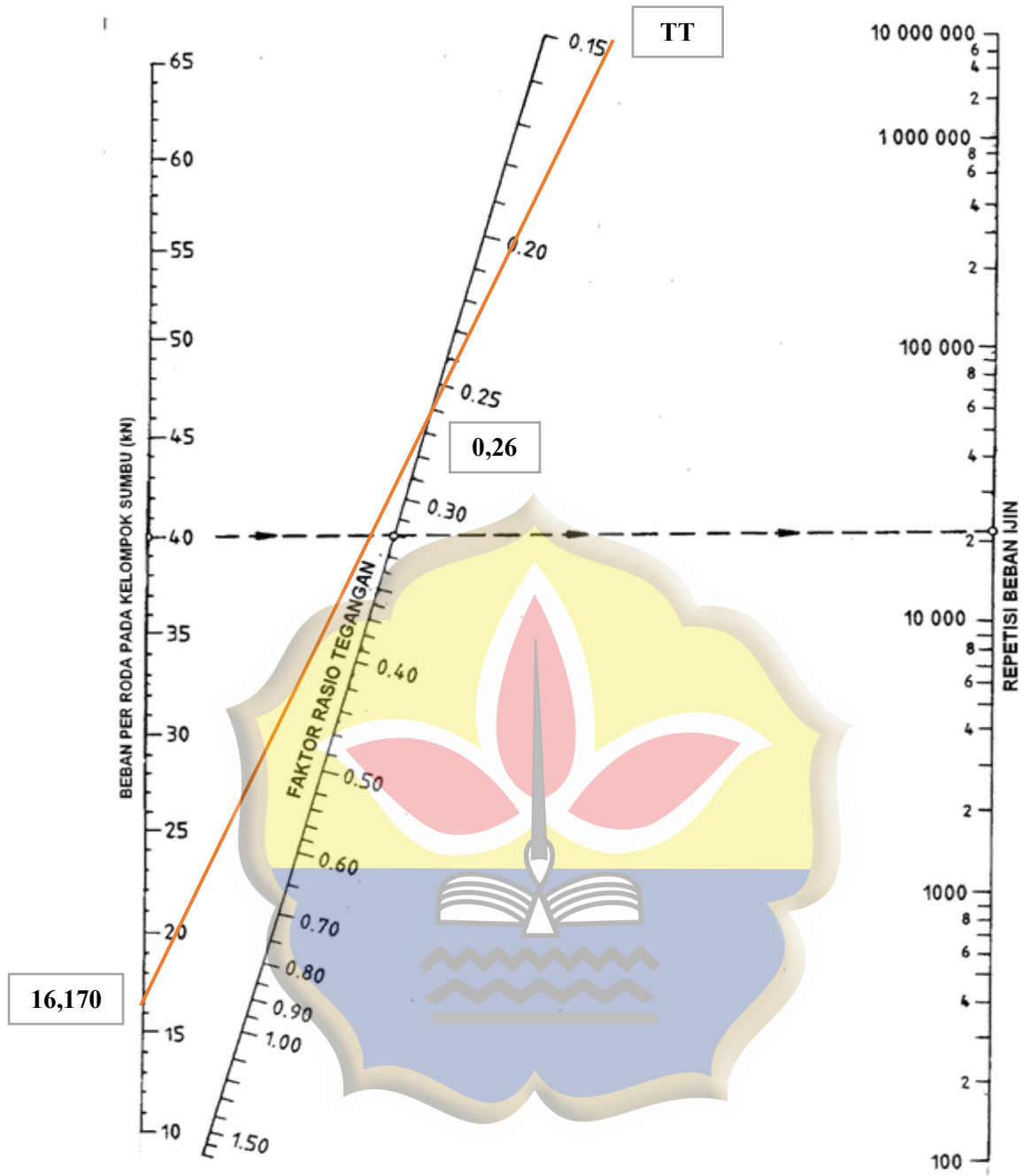
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.15 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STRG (16,335 Kn)



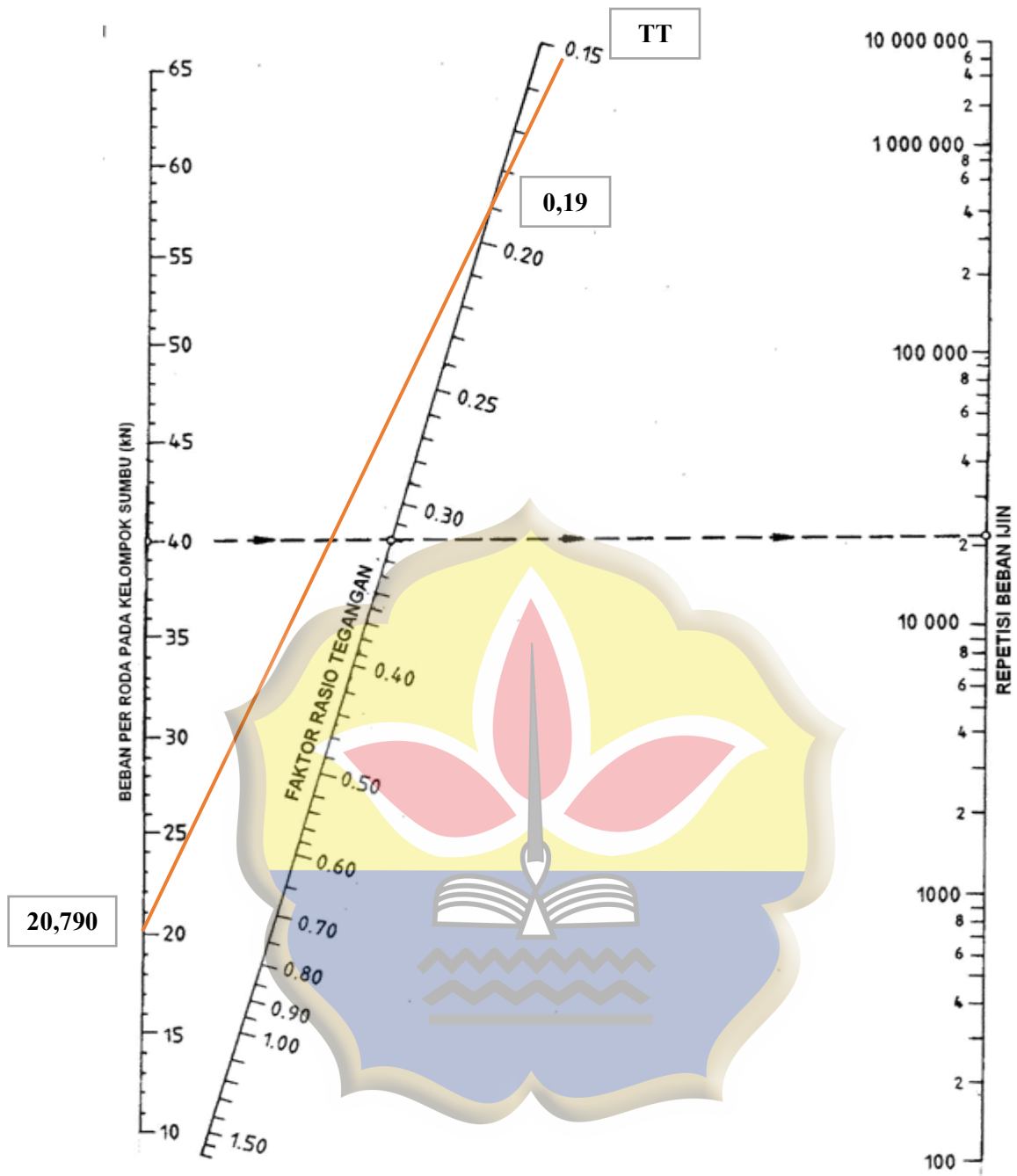
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.16 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STdRG (25,781 Kn)



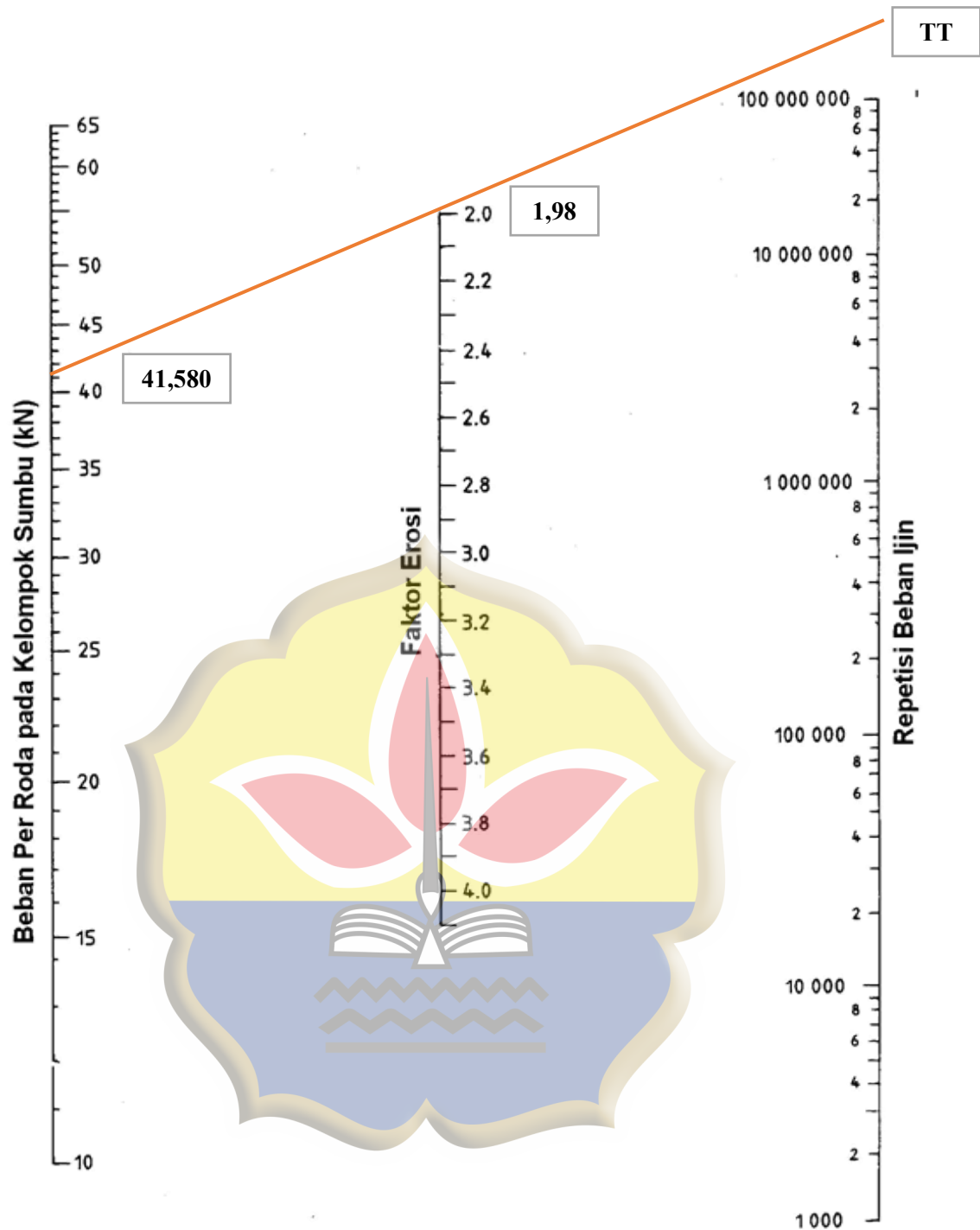
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.17 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STdRG (16,170 Kn)



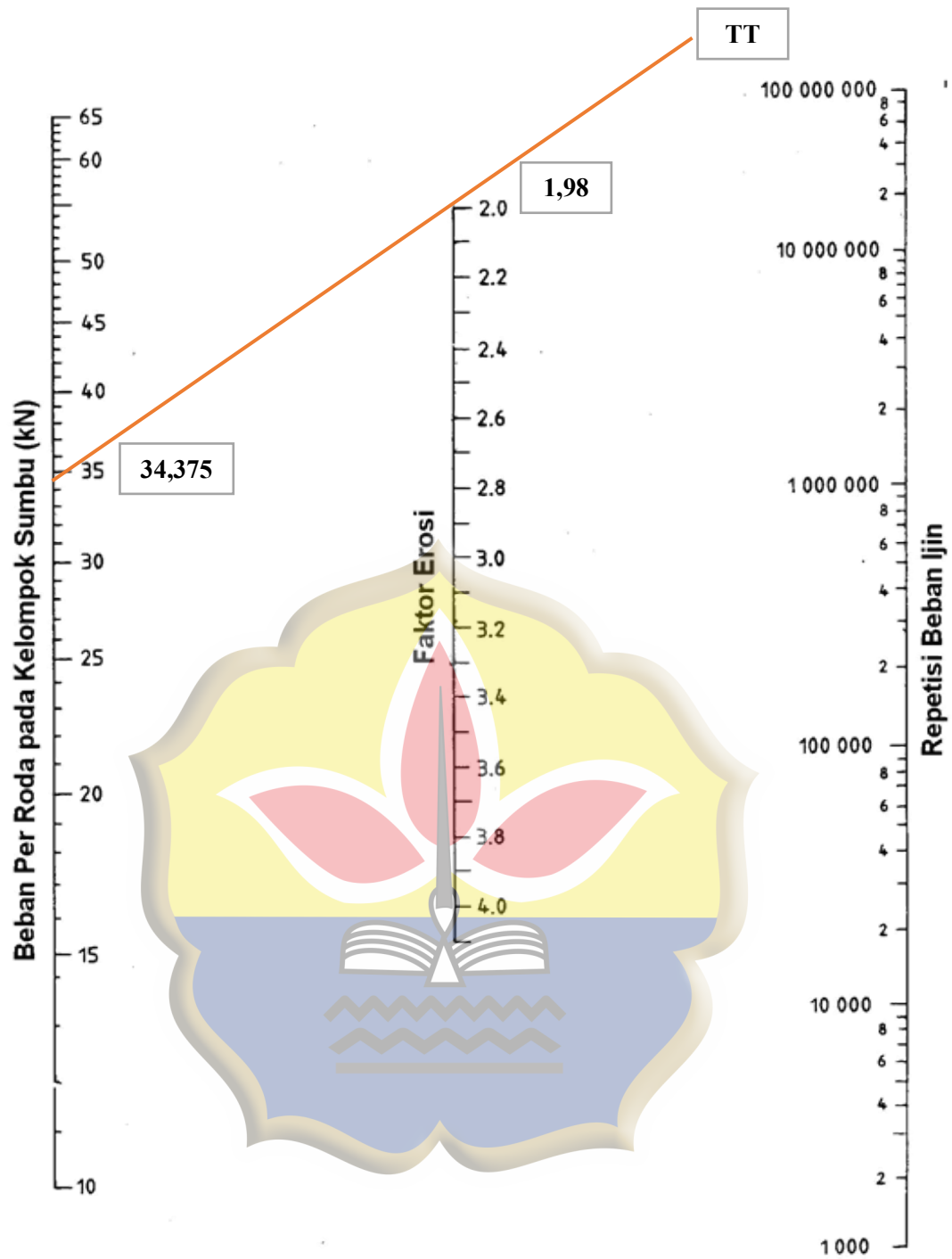
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.18 Analisis fatik dan beban repetisi ijin berdasarkan rasio tegangan, tanpa bahu beton Untuk STrdRG (20,790 Kn)



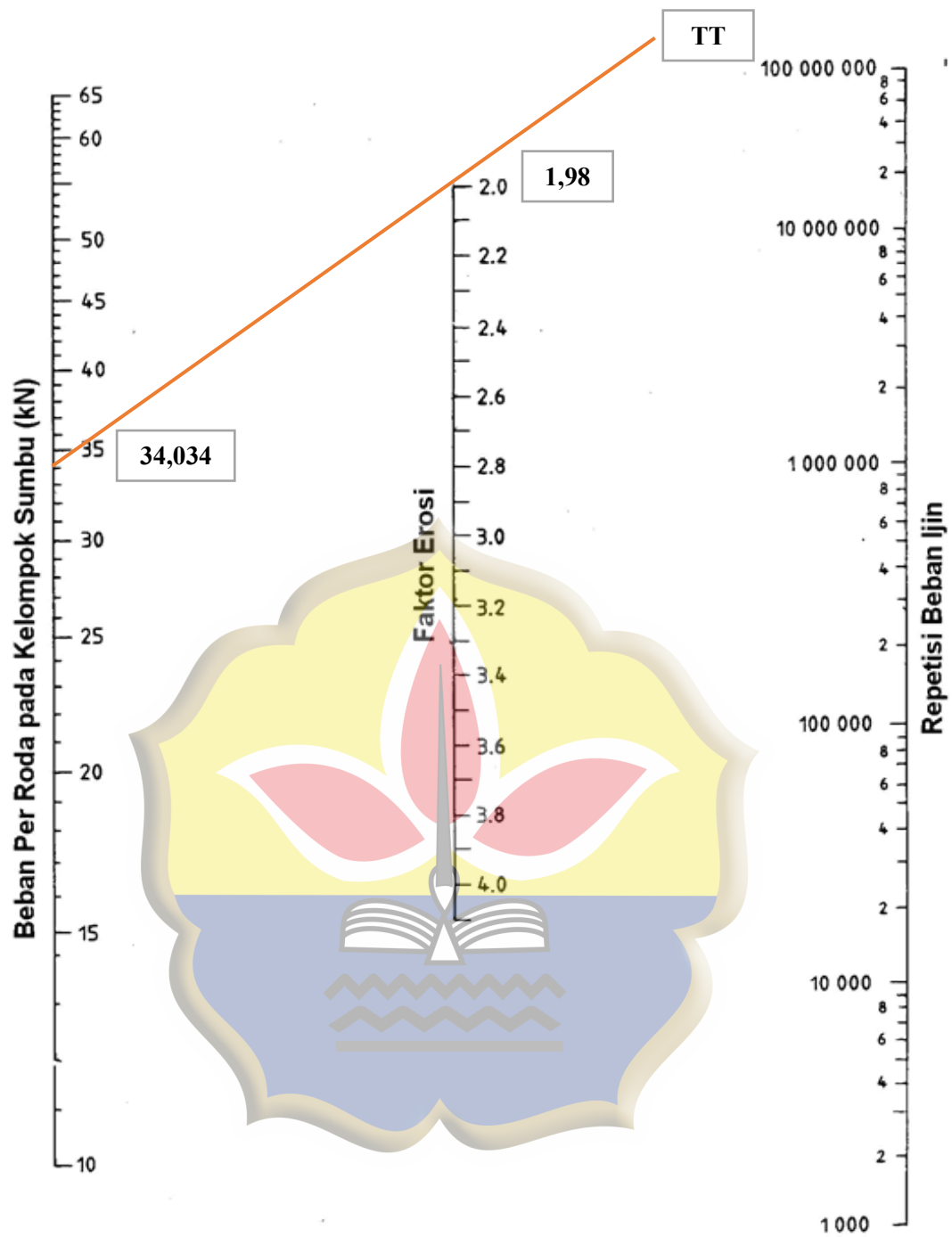
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.19 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (41,580 Kn)



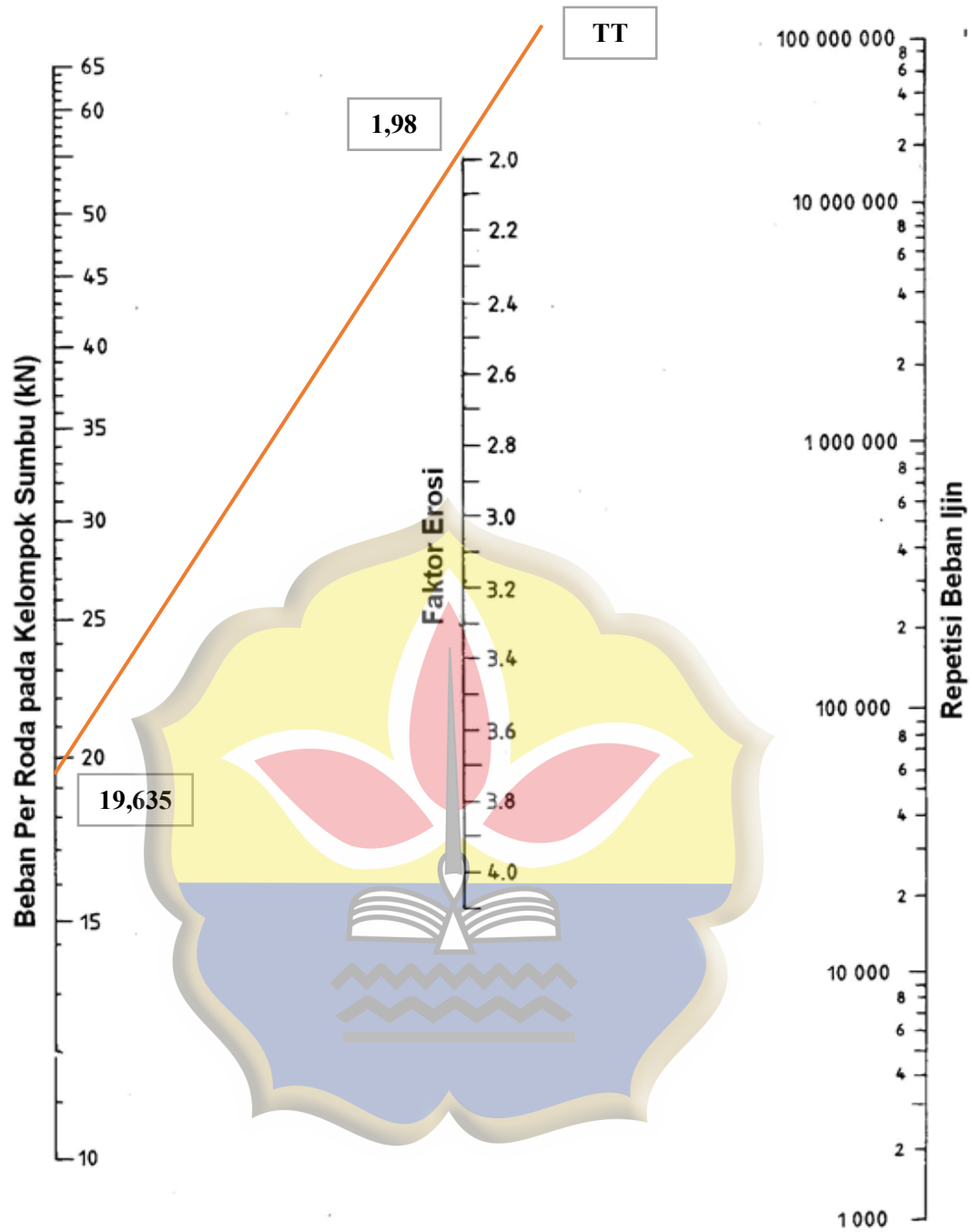
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.20 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (34,375 Kn)



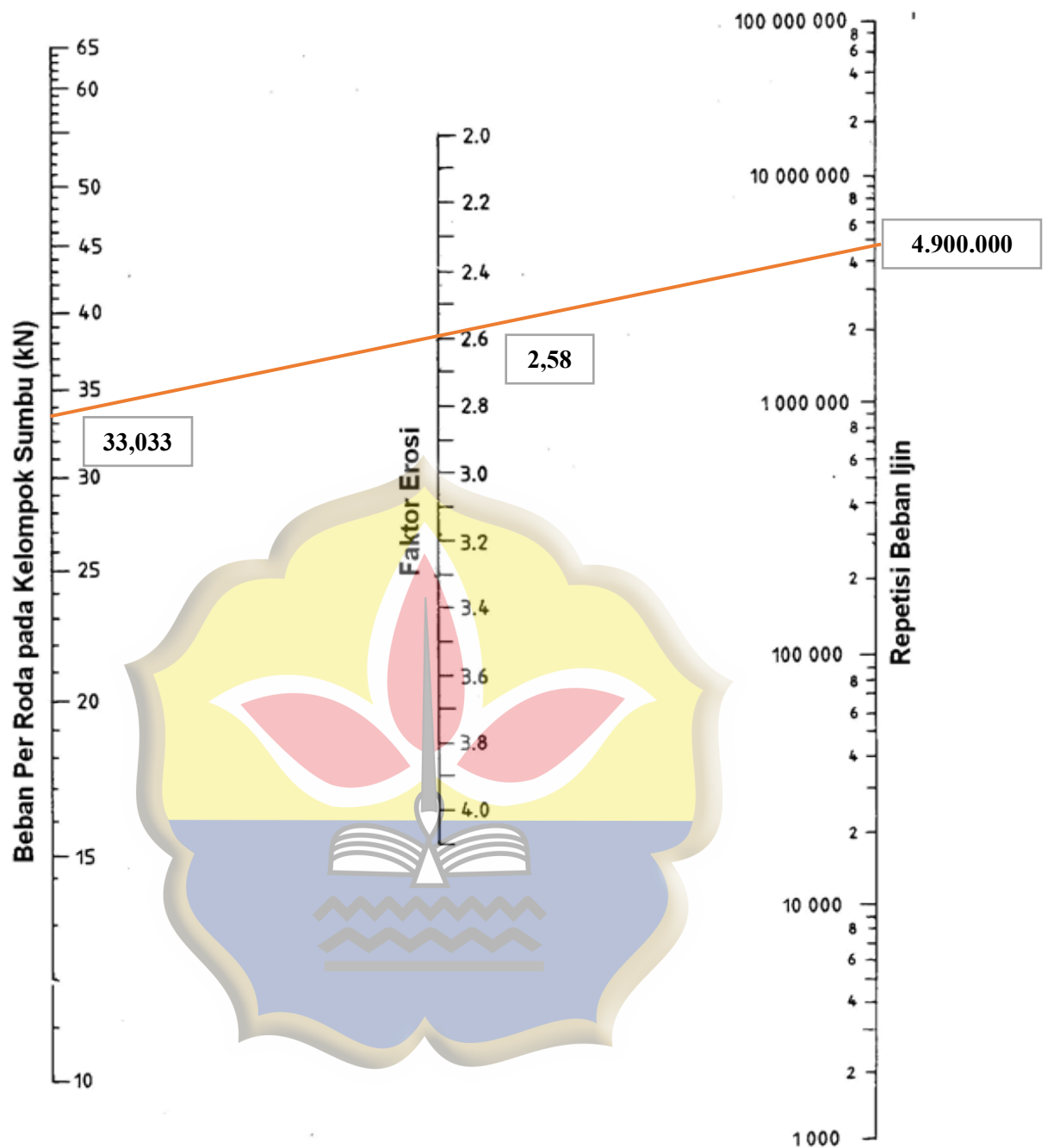
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.21 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (34,034 Kn)



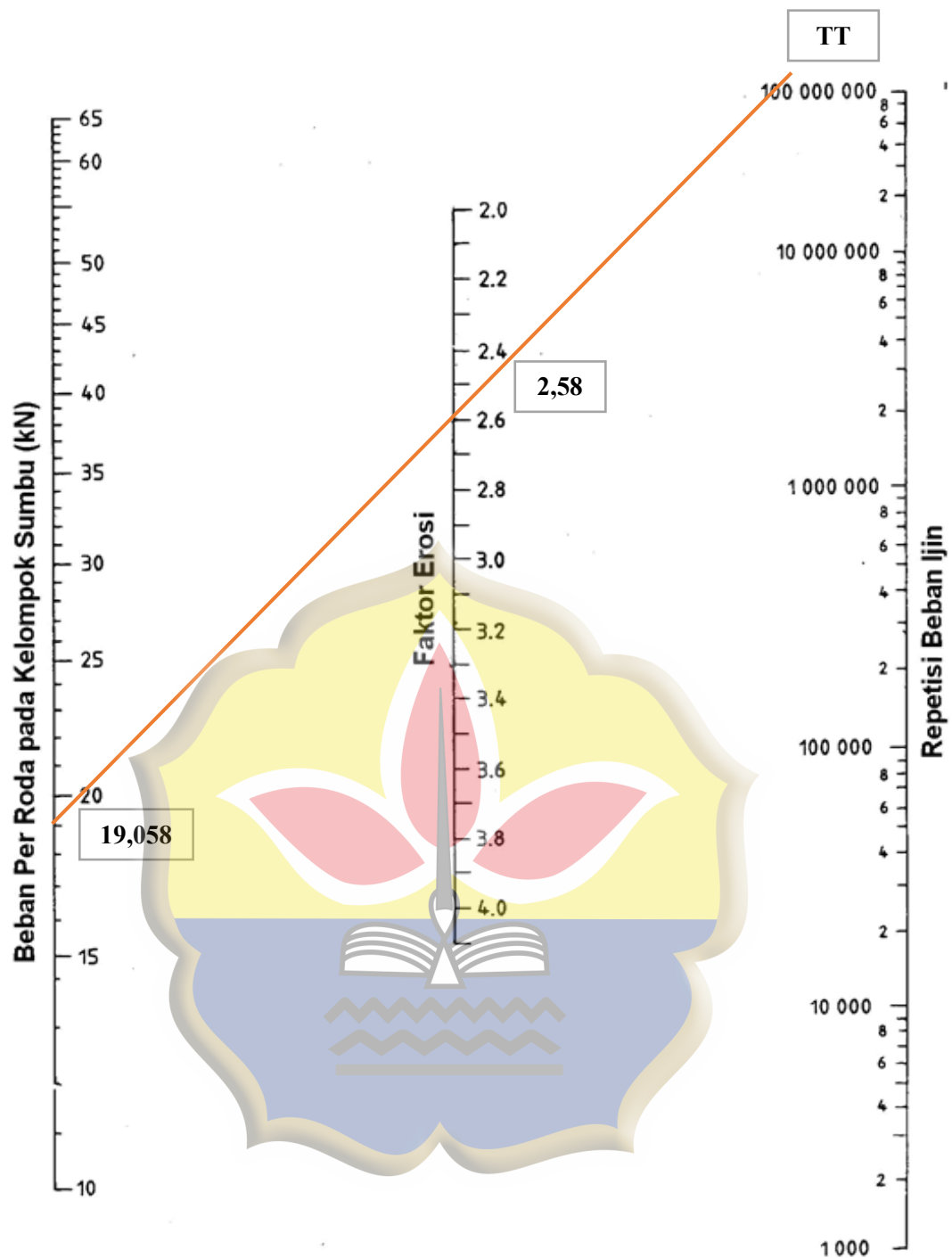
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.22 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRT (19,635 Kn)



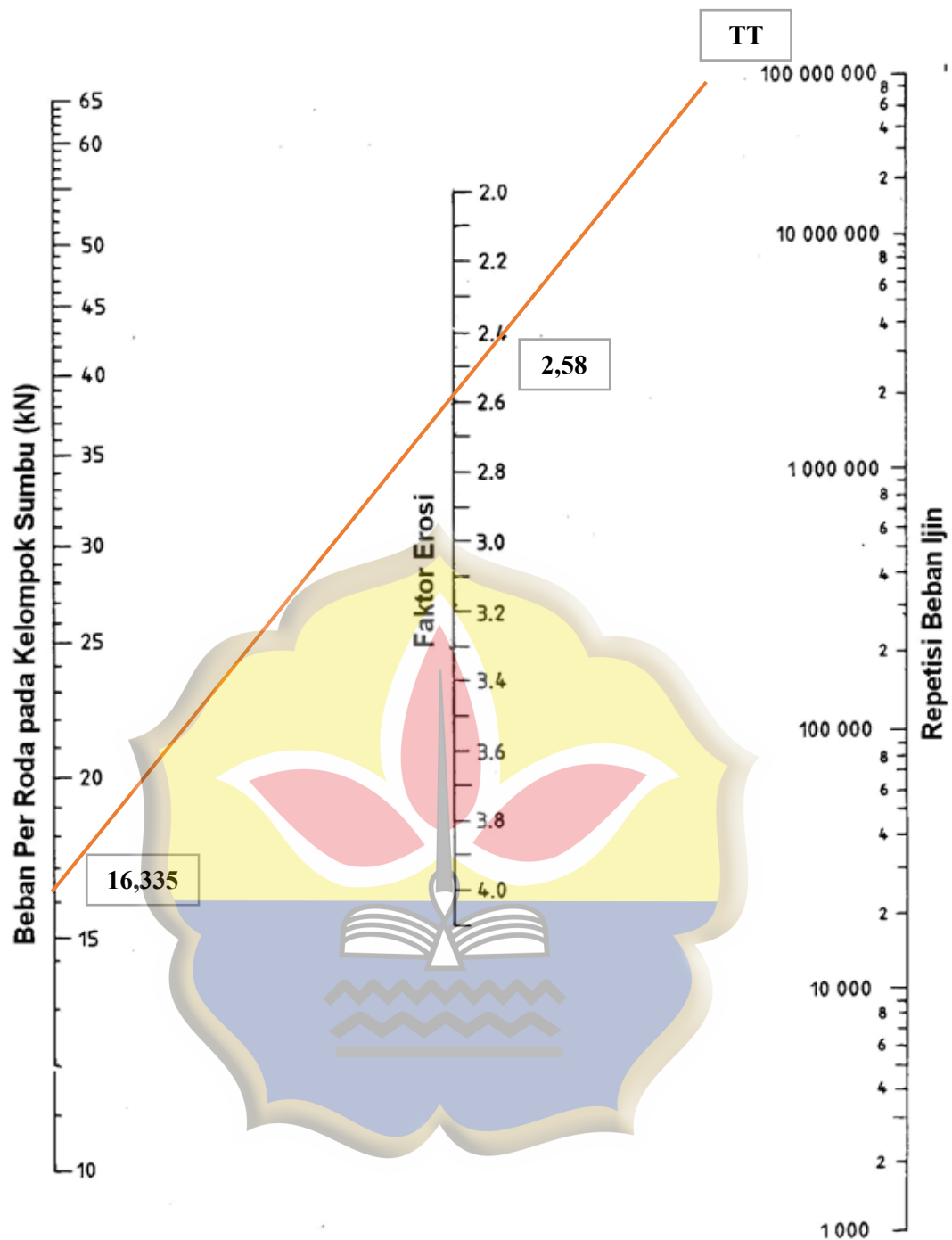
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.23 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRG (33,033 Kn)



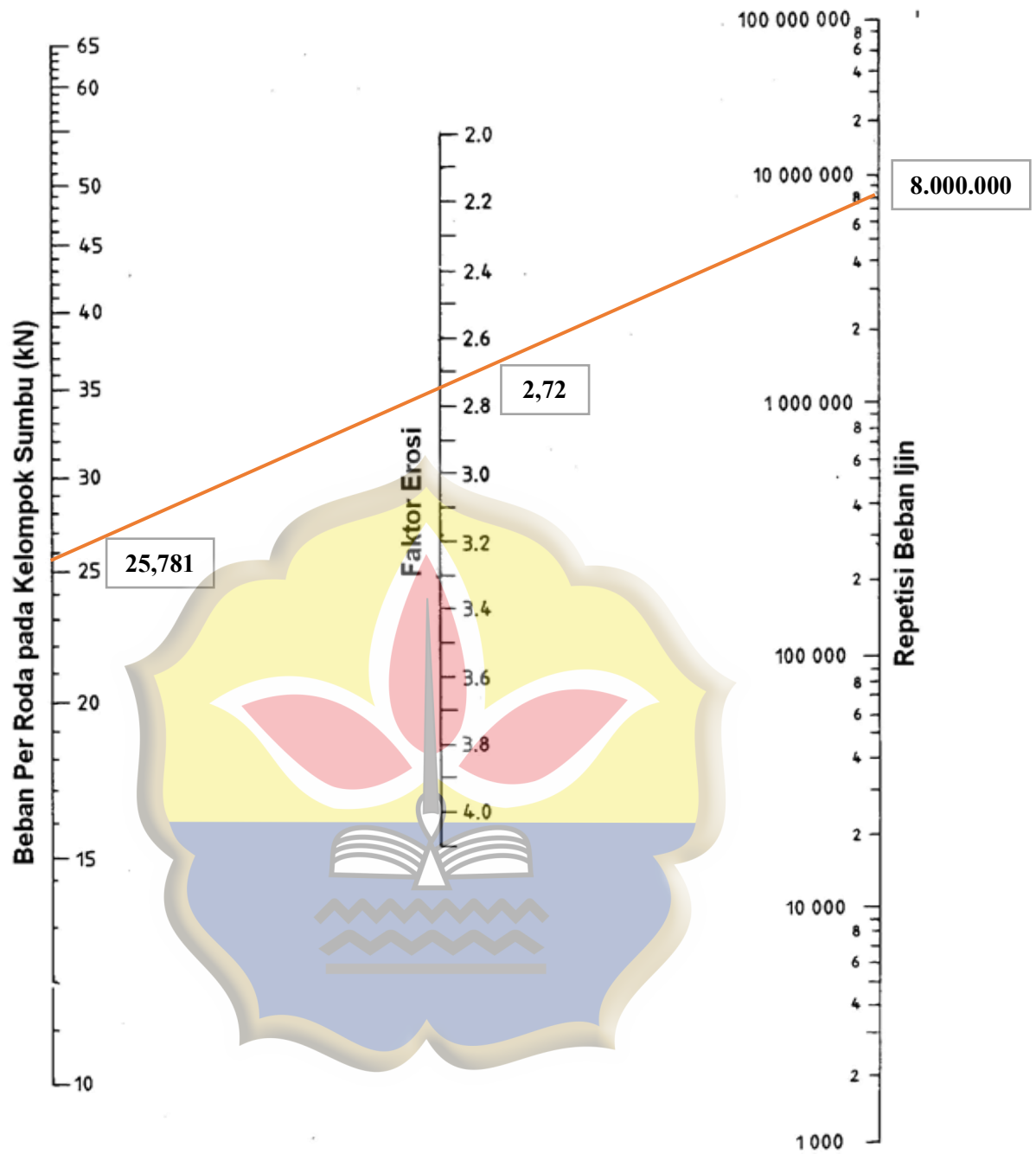
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.24 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRG (19,058 Kn)



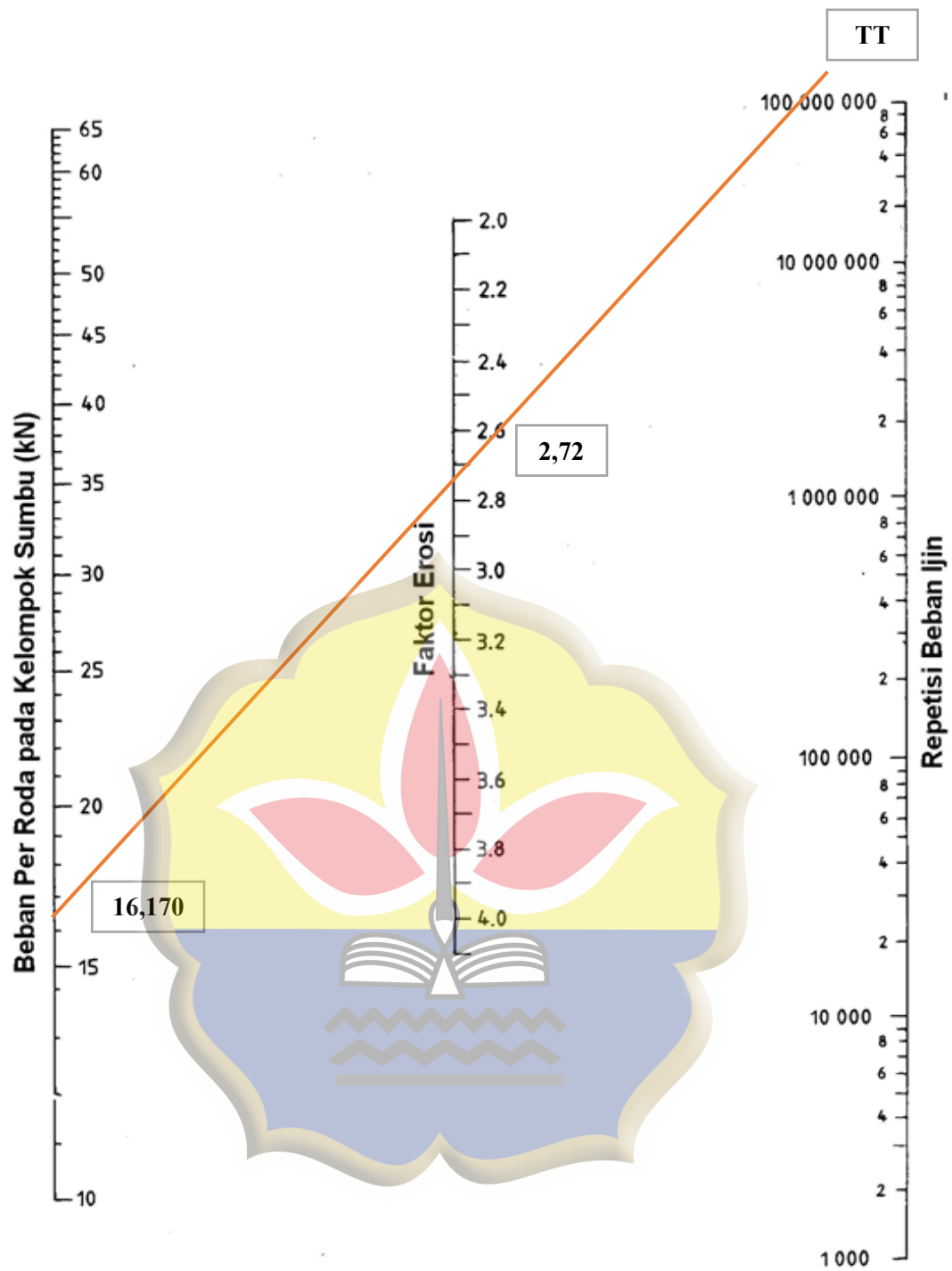
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.25 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRG (16,335 Kn)



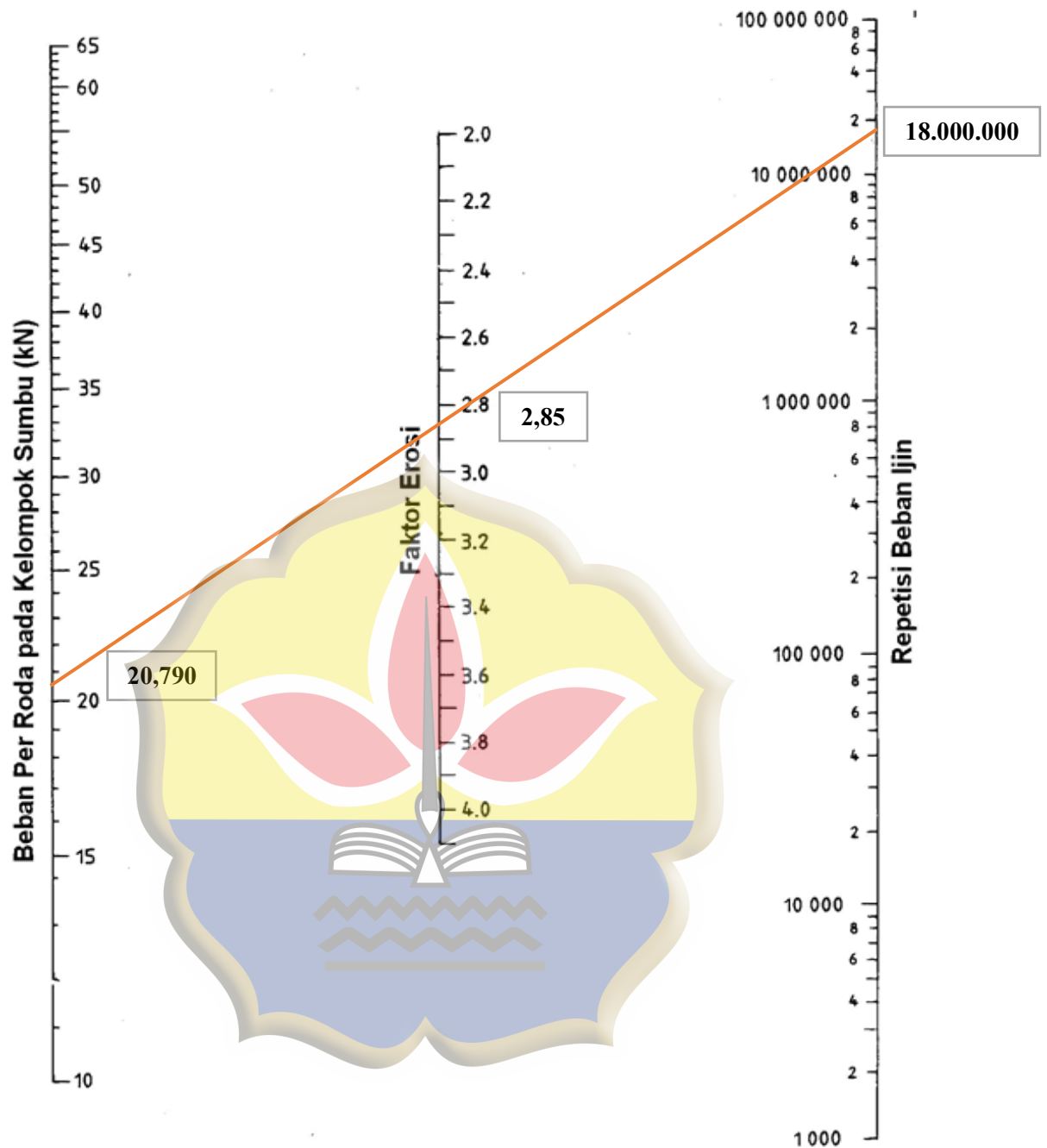
Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.26 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STdRG (25,781 Kn)



Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.27 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STdRG (16,170 Kn)



Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.28 Analisis erosi jumlah repetisi beban ijin, berdasarkan faktor erosi, tanpa bahu beton STRdRG (20,790 Kn)

Dengan menentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE), maka dapat ditentukan faktor rasio tegangan (FRT) untuk masing - masing beban rencana per roda seperti **Tabel 4.9**. dibawah ini :

Tabel 4.9 Perhitungan Analisa fatik dan erosi

| Jenis Sumbu | Beban Sumbu ton (Kn) | Beban Rencana Per Roda (Kn) | Repetisi yang Terjadi | Faktor Tegangan dan Erosi | Analisa Fatik | | Analisa Erosi | |
|--------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|
| | | | | | Repetisi Ijin | Persen Rusak (%) | Repetisi Ijin | Persen Rusak (%) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | (7)=(4)*100/(6) | 8 | (9)=(4)*100/(8) |
| STRT | 75,600 | 41,580 | 257223,723 | TE = 0,77 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 62,500 | 34,375 | 155688,043 | FRT = 0,18 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 61,880 | 34,034 | 2152556,415 | FE = 1,98 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 35,700 | 19,635 | 182764,224 | | TT | 0 | TT | 0 |
| STRG | 120,120 | 33,033 | 2152556,415 | TE = 1,27 | 2.900.000 | 74 | 4.900.000 | 43,93 |
| | 69,300 | 19,058 | 182764,224 | FRT = 0,29 | TT | 0 | TT | 0 |
| | 59,400 | 16,335 | 731056,896 | FE = 2,58 | TT | 0 | TT | 0 |
| STdRG | 187,500 | 25,781 | 257223,723 | TE = 1,12 | TT | 0 | 8.000.000 | 3,22 |
| | 117,600 | 16,170 | 155688,0426 | FRT = 0,26 | TT | 0 | TT | 0 |
| | | | | FE = 2,72 | | | | |
| STrdRG | 226,800 | 20,790 | 257223,723 | TE = 0,84 | TT | 0 | 18.000.000 | 1,43 |
| | | | | FRT = 0,19 | | | | |
| | | | | FE = 2,85 | | | | |
| Total | | | | | 74,00% | < 100% | 48,58% | < 100% |

Keterangan; (TE=Tegangan Ekuivalen) (FRT=Faktor Ratio Tegangan) (FE=Faktor Erosi) (TT=Tidak Terbatas)

Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Keterangan :

Beban Rencana PerRoda STRT = Beban Sumbu ton(Kn) : 2 x FKB

Beban Rencana PerRoda STRG = Beban Sumbu ton(Kn) : 4 x FKB

Beban Rencana PerRoda STdRG = Beban Sumbu ton(Kn) : 8 x FKB

Beban Rencana PerRoda STrdRG = Beban Sumbu ton(Kn) : 12 x FKB

Nilai Repetisi yang terjadi diambil dari **Tabel 4.8**

$FRT = TE : F_{cf}$

Karena repetisi pada tabel tersebut diatas, maka tebal pelat beton dipakai

24 cm.

Tabel 4.10 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

Tabel 8 Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton (lanjutan)

| Tebal Slab (mm) | CBR Eff Tanah Dasar (%) | Tegangan Setara | | | | Faktor Erosi | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------|------|-------|--------|--------------|------|-------|--------|-----------------------------|------|-------|--------|
| | | STRT | STRG | STdRG | STrdRG | Tanpa Ruji | | | | Dengan Ruji/Beton Bertulang | | | |
| | | | | | | STRT | STRG | STdRG | STrdRG | STRT | STRG | STdRG | STrdRG |
| 220 | 5 | 0,94 | 1,58 | 1,42 | 1,08 | 2,33 | 2,93 | 3,14 | 3,19 | 2,11 | 2,71 | 2,87 | 3,02 |
| 220 | 10 | 0,9 | 1,49 | 1,3 | 0,98 | 2,31 | 2,91 | 3,09 | 3,13 | 2,1 | 2,7 | 2,84 | 2,96 |
| 220 | 15 | 0,88 | 1,44 | 1,25 | 0,93 | 2,3 | 2,9 | 3,06 | 3,1 | 2,09 | 2,69 | 2,82 | 2,93 |
| 220 | 20 | 0,87 | 1,42 | 1,22 | 0,91 | 2,29 | 2,89 | 3,05 | 3,09 | 2,08 | 2,69 | 2,81 | 2,92 |
| 220 | 25 | 0,85 | 1,39 | 1,18 | 0,88 | 2,29 | 2,89 | 3,03 | 3,07 | 2,08 | 2,69 | 2,8 | 2,9 |
| 220 | 35 | 0,82 | 1,33 | 1,11 | 0,83 | 2,28 | 2,88 | 2,99 | 3,03 | 2,07 | 2,68 | 2,78 | 2,86 |
| 220 | 50 | 0,79 | 1,27 | 1,04 | 0,79 | 2,26 | 2,88 | 2,96 | 3 | 2,07 | 2,67 | 2,76 | 2,83 |
| 220 | 75 | 0,76 | 1,19 | 0,97 | 0,73 | 2,24 | 2,85 | 2,92 | 2,95 | 2,06 | 2,68 | 2,72 | 2,78 |
| 230 | 5 | 0,88 | 1,49 | 1,35 | 1,03 | 2,28 | 2,88 | 3,1 | 3,14 | 2,05 | 2,65 | 2,82 | 2,98 |
| 230 | 10 | 0,84 | 1,41 | 1,24 | 0,94 | 2,26 | 2,86 | 3,05 | 3,09 | 2,04 | 2,64 | 2,79 | 2,92 |
| 230 | 15 | 0,82 | 1,38 | 1,19 | 0,89 | 2,25 | 2,85 | 3,02 | 3,06 | 2,03 | 2,64 | 2,77 | 2,89 |
| 230 | 20 | 0,81 | 1,34 | 1,16 | 0,87 | 2,24 | 2,84 | 3 | 3,05 | 2,03 | 2,63 | 2,76 | 2,88 |
| 230 | 25 | 0,8 | 1,31 | 1,12 | 0,84 | 2,23 | 2,83 | 2,98 | 3,03 | 2,03 | 2,63 | 2,75 | 2,86 |
| 230 | 35 | 0,77 | 1,25 | 1,05 | 0,78 | 2,21 | 2,81 | 2,94 | 2,99 | 2,02 | 2,62 | 2,73 | 2,82 |
| 230 | 50 | 0,74 | 1,19 | 0,99 | 0,74 | 2,2 | 2,8 | 2,91 | 2,95 | 2,01 | 2,61 | 2,7 | 2,78 |
| 230 | 75 | 0,71 | 1,12 | 0,91 | 0,7 | 2,19 | 2,79 | 2,86 | 2,91 | 2 | 2,6 | 2,68 | 2,74 |
| 240 | 5 | 0,82 | 1,4 | 1,29 | 0,98 | 2,23 | 2,83 | 3,06 | 3,11 | 1,99 | 2,6 | 2,78 | 2,94 |
| 240 | 10 | 0,79 | 1,32 | 1,18 | 0,89 | 2,21 | 2,81 | 3,01 | 3,05 | 1,98 | 2,59 | 2,74 | 2,88 |
| 240 | 15 | 0,77 | 1,28 | 1,13 | 0,85 | 2,2 | 2,8 | 2,98 | 3,02 | 1,98 | 2,58 | 2,72 | 2,85 |
| 240 | 20 | 0,76 | 1,26 | 1,1 | 0,83 | 2,19 | 2,79 | 2,96 | 3,01 | 1,97 | 2,57 | 2,72 | 2,84 |
| 240 | 25 | 0,75 | 1,23 | 1,06 | 0,8 | 2,18 | 2,78 | 2,94 | 2,99 | 1,97 | 2,57 | 2,71 | 2,82 |
| 240 | 35 | 0,72 | 1,17 | 0,99 | 0,74 | 2,17 | 2,76 | 2,9 | 2,95 | 1,96 | 2,56 | 2,69 | 2,78 |
| 240 | 50 | 0,69 | 1,12 | 0,94 | 0,7 | 2,15 | 2,75 | 2,88 | 2,91 | 1,95 | 2,55 | 2,66 | 2,74 |
| 240 | 75 | 0,67 | 1,05 | 0,86 | 0,66 | 2,13 | 2,74 | 2,83 | 2,88 | 1,94 | 2,54 | 2,63 | 2,69 |
| 250 | 5 | 0,77 | 1,33 | 1,23 | 0,94 | 2,18 | 2,78 | 3,02 | 3,07 | 1,94 | 2,54 | 2,73 | 2,9 |
| 250 | 10 | 0,74 | 1,25 | 1,12 | 0,86 | 2,16 | 2,76 | 2,97 | 3,01 | 1,93 | 2,53 | 2,7 | 2,85 |
| 250 | 15 | 0,72 | 1,21 | 1,07 | 0,81 | 2,15 | 2,75 | 2,94 | 2,98 | 1,93 | 2,53 | 2,68 | 2,82 |
| 250 | 20 | 0,71 | 1,18 | 1,04 | 0,79 | 2,14 | 2,74 | 2,93 | 2,97 | 1,92 | 2,52 | 2,67 | 2,8 |
| 250 | 25 | 0,7 | 1,16 | 1,01 | 0,76 | 2,13 | 2,73 | 2,91 | 2,95 | 1,92 | 2,52 | 2,66 | 2,78 |
| 250 | 35 | 0,68 | 1,11 | 0,95 | 0,71 | 2,12 | 2,71 | 2,87 | 2,91 | 1,91 | 2,51 | 2,64 | 2,74 |
| 250 | 50 | 0,65 | 1,06 | 0,89 | 0,67 | 2,1 | 2,7 | 2,83 | 2,88 | 1,9 | 2,5 | 2,61 | 2,7 |
| 250 | 75 | 0,63 | 0,99 | 0,82 | 0,61 | 2,08 | 2,69 | 2,79 | 2,83 | 1,89 | 2,49 | 2,59 | 2,65 |
| 260 | 5 | 0,73 | 1,26 | 1,18 | 0,9 | 2,13 | 2,73 | 2,99 | 3,03 | 1,89 | 2,49 | 2,69 | 2,87 |
| 260 | 10 | 0,7 | 1,18 | 1,08 | 0,82 | 2,11 | 2,71 | 2,93 | 2,98 | 1,88 | 2,48 | 2,66 | 2,81 |
| 260 | 15 | 0,68 | 1,15 | 1,03 | 0,78 | 2,1 | 2,7 | 2,9 | 2,95 | 1,88 | 2,48 | 2,64 | 2,78 |
| 260 | 20 | 0,67 | 1,12 | 1 | 0,75 | 2,09 | 2,69 | 2,89 | 2,93 | 1,87 | 2,47 | 2,63 | 2,76 |
| 260 | 25 | 0,66 | 1,1 | 0,97 | 0,73 | 2,08 | 2,69 | 2,87 | 2,91 | 1,87 | 2,47 | 2,62 | 2,74 |
| 260 | 35 | 0,64 | 1,05 | 0,91 | 0,68 | 2,07 | 2,68 | 2,83 | 2,87 | 1,86 | 2,46 | 2,59 | 2,7 |
| 260 | 50 | 0,61 | 1 | 0,85 | 0,64 | 2,05 | 2,65 | 2,8 | 2,84 | 1,85 | 2,45 | 2,56 | 2,67 |
| 260 | 75 | 0,59 | 0,95 | 0,78 | 0,58 | 2,03 | 2,64 | 2,75 | 2,78 | 1,84 | 2,44 | 2,54 | 2,61 |
| 270 | 5 | 0,68 | 1,19 | 1,13 | 0,87 | 2,09 | 2,69 | 2,95 | 3 | 1,84 | 2,44 | 2,65 | 2,83 |
| 270 | 10 | 0,66 | 1,12 | 1,03 | 0,79 | 2,07 | 2,67 | 2,9 | 2,94 | 1,83 | 2,43 | 2,62 | 2,78 |
| 270 | 15 | 0,64 | 1,09 | 0,98 | 0,75 | 2,06 | 2,66 | 2,87 | 2,91 | 1,83 | 2,43 | 2,6 | 2,75 |
| 270 | 20 | 0,63 | 1,06 | 0,96 | 0,72 | 2,05 | 2,65 | 2,85 | 2,9 | 1,82 | 2,42 | 2,59 | 2,73 |
| 270 | 25 | 0,62 | 1,04 | 0,93 | 0,7 | 2,04 | 2,64 | 2,83 | 2,88 | 1,82 | 2,42 | 2,58 | 2,71 |
| 270 | 35 | 0,6 | 0,99 | 0,87 | 0,65 | 2,02 | 2,63 | 2,79 | 2,84 | 1,81 | 2,41 | 2,55 | 2,67 |
| 270 | 50 | 0,58 | 0,95 | 0,81 | 0,61 | 2 | 2,61 | 2,76 | 2,8 | 1,8 | 2,4 | 2,52 | 2,63 |
| 270 | 75 | 0,56 | 0,89 | 0,74 | 0,57 | 1,99 | 2,59 | 2,7 | 2,75 | 1,79 | 2,39 | 2,5 | 2,58 |
| 280 | 5 | 0,65 | 1,13 | 1,08 | 0,83 | 2,05 | 2,65 | 2,92 | 2,97 | 1,8 | 2,4 | 2,62 | 2,8 |
| 280 | 10 | 0,62 | 1,06 | 0,99 | 0,75 | 2,03 | 2,63 | 2,86 | 2,91 | 1,79 | 2,39 | 2,58 | 2,74 |
| 280 | 15 | 0,6 | 1,03 | 0,94 | 0,72 | 2,01 | 2,62 | 2,83 | 2,88 | 1,78 | 2,38 | 2,56 | 2,71 |
| 280 | 20 | 0,6 | 1,01 | 0,92 | 0,69 | 2 | 2,61 | 2,82 | 2,87 | 1,77 | 2,37 | 2,55 | 2,7 |
| 280 | 25 | 0,59 | 0,99 | 0,89 | 0,67 | 1,99 | 2,6 | 2,8 | 2,85 | 1,77 | 2,37 | 2,54 | 2,68 |
| 280 | 35 | 0,57 | 0,94 | 0,83 | 0,62 | 1,97 | 2,58 | 2,76 | 2,81 | 1,76 | 2,36 | 2,51 | 2,64 |
| 280 | 50 | 0,55 | 0,9 | 0,78 | 0,59 | 1,96 | 2,56 | 2,72 | 2,77 | 1,75 | 2,35 | 2,48 | 2,6 |
| 280 | 75 | 0,53 | 0,86 | 0,71 | 0,53 | 1,94 | 2,55 | 2,68 | 2,72 | 1,74 | 2,34 | 2,46 | 2,55 |

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrdRG: Su

Sumber : Pd T-14-2003

Dari Tabel diatas, maka dapat ditentukan

Tegangan Ekuivalen :

$$TE \text{ untuk STRT} = 0,77$$

$$TE \text{ untuk STRG} = 1,27$$

$$TE \text{ untuk STdRG} = 1,12$$

$$TE \text{ untuk STrdRG} = 0,84$$

Faktor Erosi:

$$FE \text{ untuk STRT} = 1,98$$

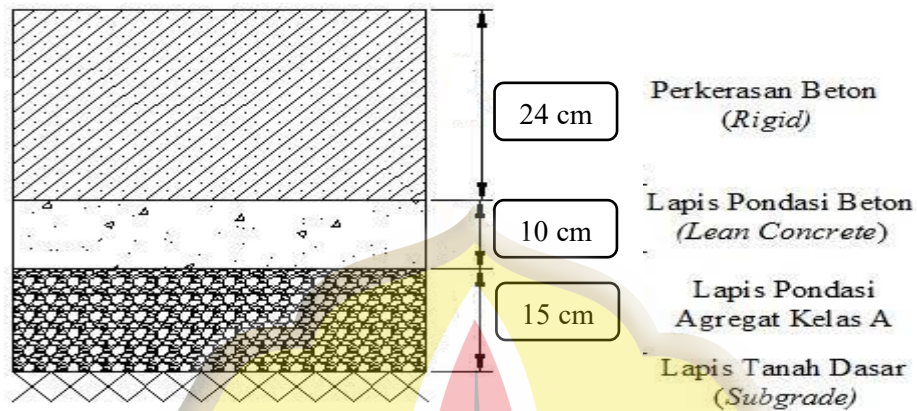
$$FE \text{ untuk STRG} = 2,58$$

$$FE \text{ untuk STdRG} = 2,72$$

$$FE \text{ untuk STrdRG} = 2,85$$

4.6.2 Lapis Perkerasan Pd T-14-2003

Dari hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan Metode Pd T-14-2003 diperoleh Tebal 24 cm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.29.



Sumber : Hasil Perhitungan 2019

Gambar 4.29 Lapis Perkerasan Metode Pd T-14-2003

4.7 Pembahasan

Dari hasil perhitungan kedua diatas maka dapat disimpulkan perbedaan metode keduanya, pada halaman selanjutnya, **Tabel 4.11** :

Tabel 4.11 Pembahasan dan Perbandingan Metode

| No | Parameter | AASHTO 1993 | Pd T-14-2003 |
|----|-----------------------------|--|--|
| 1 | CBR | CBR Tanah menggunakan nilai CBR Relatif 2,40%, dan menggunakan nilai Resilient Modulus Tanah Berdasarkan M_r . | CBR Tanah menggunakan CBR efektif 17% yang didapat dari Grafik Koreksi <i>Efective Modulus Of Subgrade Reaction</i> . |
| 2 | LHR | Lalu-Lintas Rencana dinyatakan dalam W_{18} . Perhitungan ESAL yang didasarkan konversi lalu-lintas terhadap beban gandar standar 8,16 ton dan memper- timbangkan volume lalu-lintas, faktor distribusi arah (D_A) dan Distribusi Lajur (D_L). | Lalu-Lintas Rencana hanya menggunakan jumlah komulatif sumbu kendaraan niaga perhari sesuai dengan konfigurasi sumbu pada tiap jenis kendaraan dan mempertimbangkan faktor distribusi Lajur, Faktor Lalu-lintas yang mempunyai berat total minimum 5 ton dalam JSKN. |
| 3 | Faktor Keamanan | Menentukan Nilai <i>Reliability</i> (R_1) Untuk mengetahui bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama umur layanan. dan mengkaji nilai Standar Deviasi (S_o) untuk memperkecil ke-mungkinan terjadinya selisih (<i>Deviasi</i>). | Pd.T.14-2003 Tidak menggunakan nilai reliability, Hanya memperhitungkan umur rencana berdasarkan Nilai Repetisi Sumbu Rencana dan dinyatakan dengan Faktor Keamanan Beban (F_{kb}). |
| 4 | Penentuan Tebal Pelat Beton | Hasil perhitungan ESAL total dengan menggunakan persamaan W_{18} . daipakai untuk menentukan tebal plat beton berdasarkan rumus Penurunan $\log_{10} W_{18}$ dari ketentuan AASHTO 1993 dan Nomogram AASHTO 1993 | Tebal plat asumsi dinyatakan aman selama umur rencana apabila nilai yang didapat dari Perhitungan ekivalen dan Analisis Fatik Erosi mempunyai Nilai Persen Rusak yang kecil. |

Sumber : Hasil Perhitungan 2019.

4.8 Analisis Metode *AASHTO* 1993 dan Metode Pd.T-14-2003

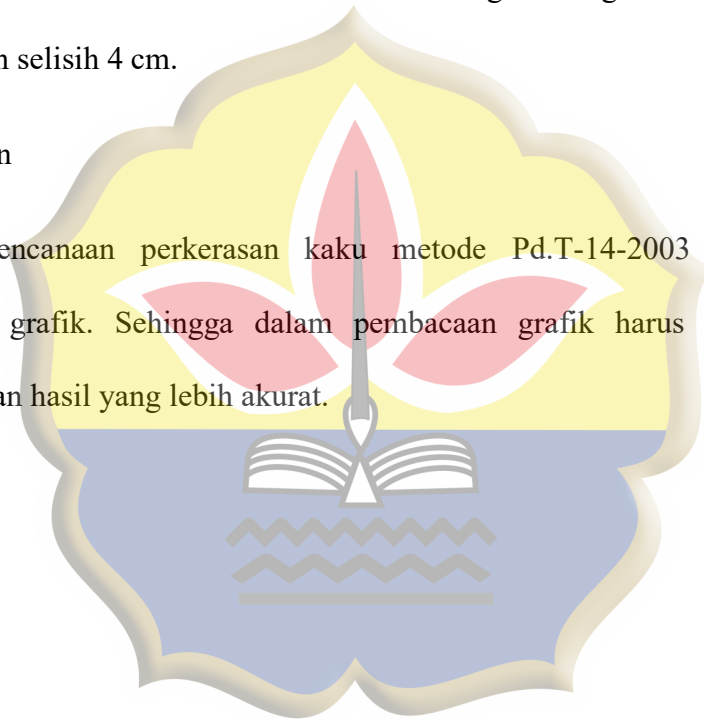
Kelebihan dan kekurangan Metode *AASHTO* 1993 dan Metode Pd.T-14-2003:-

-Kelebihan :

Salah satu kelebihan pada saat melakukan perhitungan tebal perkerasan kaku pada Ruas Jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak, dari data perhitungan yang di dapat pada Metode Pd.T-14-2003 lebih efisien di bandingkan dengan Metode *AASHTO* 1993 yaitu dengan selisih 4 cm.

-Kekurangan

Dalam perencanaan perkerasan kaku metode Pd.T-14-2003 Terdapat banyak pembacaan grafik. Sehingga dalam pembacaan grafik harus teliti untuk dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan metode *AASHTO* 1993 dan Pd.T 14-2003 pada ruas jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak dapat disimpulkan :

1. Dari perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode *AASHTO* 1993 didapat tebal pelat beton didapat 28 cm dan tebal *lean concrete* sebesar 10 cm.
2. Dari perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Pd.T 14-2003 didapat tebal pelat beton didapat 24 cm dan tebal *lean concrete* sebesar 10 cm.
3. Berdasarkan dari hasil perhitungan tebal perkerasan kaku pada ruas jalan Simpang Zona Lima – Muara Sabak menggunakan kedua metode tersebut, metode Pd.T-14-2003 lebih efisien di bandingkan dengan metode *AASHTO* 1993 yaitu dengan selisih 4 cm.

5.2 Saran

Berikut ini adalah hal-hal yang disarankan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan harapan, perencana harus tetap mengikuti ketetapan-ketetapan dan prosedur yang telah ada. Dan perencana

harus mempertimbangkan Faktor Keamanan selama umur rencana untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai.

2. Penulis berharap hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat dijadikan Referensi, wacana perbandingan dan solusi dalam perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).



DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Washington, D.C.
- Ary Suryawan, 2005, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*, Jakarta, Beta Offset.
- Catur Bijaksono, 2018. Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga PD T-14-2003 dan *AASHTO* 1993 Pada Ruas Jalan Poros Makroman – Bontang. Tugas Akhir, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Antar Kota*, September 1997, Jakarta.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. *Pd.T-14-2003, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. *Pd.T-19-2004-B, Survai Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No.04/SE/M/2010, *Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*, 25 Februari 2010. Jakarta.
- Martin, N.W. 2018. *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang Nomor 38 Tentang Jalan*. Indonesia.
- Republik Indonesia Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Jalan Kota (BINKOT), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Februari 1997.

DOKUMENTASI DCP TEST



Pemasangan Alat DCP Test



DCP Test STA 0+100

Sumber : Dokumentasi dilapangan, 2019



DCP Test STA 0+325



DCP Test STA 0+550

Sumber : Dokumentasi dilapangan, 2019



DCP Test STA 0+800



DCP Test STA 1+025

Sumber : Dokumentasi dilapangan, 2019

DOKUMENTASI TUGAS AKHIR



Pemasangan Mall Bekisting
Lean Concrete (LC)



Proses Penghamparan
Beton *Lean Concrete* (LC)



Perataan Beton *Lean Concrete*
(LC) yang telah dihamparkan



Pemasangan Plastik diatas
Beton *Lean Concrete* (LC)

Sumber : Dokumentasi dilapangan, 2018



Pemasangan Penulangan
diatas elastik



Proses Penghamparan
Beton Ready Mix



Perataan Beton Ready Mix
menggunakan Alat *Vibratory
Truss Sceded*



Pemadatan Beton Ready Mix
dengan menggunakan
Concrete Vibrator

Sumber : Dokumentasi dilapangan, 2018



Slump Test



Pengambilan Sampel Test Beton



Proses cutting jalan rigid



Pembongkaran Mal Bekisting

