



**ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL LAPIS
PERKERASAN RIGID DENGAN METODE BINA
MARGA, AASHTO DAN NAASRA
(Studi Kasus : Proyek Pengembangan Container Yard
Tahap III Terminal Teluk Lamong PT. Pelabuhan
Indonesia III Surabaya)**

SKRIPSI

**LAILATUL FARIDA
NIM. 20161333036**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. Zainal Abidin, M.T.
Miftachul Huda, S.Pd., M.T.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2019**



**ANALISIS PERHITUNGAN TEBAL LAPIS
PERKERASAN RIGID DENGAN METODE BINA
MARGA, AASHTO DAN NAASRA
(Studi Kasus : Proyek Pengembangan Container Yard
Tahap III Terminal Teluk Lamong PT. Pelabuhan
Indonesia III Surabaya)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas Muhammadiyah Surabaya
untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik

LAILATUL FARIDA
NIM. 20161333036

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Zainal Abidin, M.T.
Miftachul Huda, S.Pd., M.T.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2019

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Lailatul Farida
NIM : 2016 133 3036
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 01 Oktober 2019

Yang membuat pernyataan,


LAILATUL FARIDA
2016 133 3036

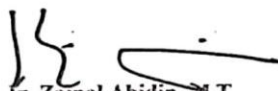
LEMBAR PENGESAHAN


Skripsi disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.)


Oleh :
LAILATUL FARIDA
2016 133 3036

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2020

Dewan Penguji,



Ir. Zainal Abidin, M.T
Pembimbing I


Miftachul Huda, S.Pd., M.T.
Pembimbing II


Ir. Bambang Kiswono, M.T
Penguji


Himatul Faridah, S.T., M.Sc
Penguji

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Ir. Gunawan, M.T.



Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik


Miftachul Huda, S.Pd., M.T.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Analisa Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Rigid Pada Proyek Pengembangan Container Yard Tahap III Terminal Teluk Lamong PT. Pelabuhan Indonesia III Surabaya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Skripsi ini dapat di selesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya
 2. Bapak dan Ibu saya yang selalu mendoakan dan mendukung
 3. Bapak Ir. Zainal Abidin, M.T. selaku dosen pembimbing I
 4. Bapak Miftachul Huda, S.Pd., M.T selaku dosen pembimbing II
 5. Bapak dan Ibu Dosen FT UMSurabaya selaku pengajar dan pembimbing selama di FT UMSurabaya
 6. Teman – teman Teknik Sipil angkatan 2016 selaku teman seperjuangan
 7. Teman – teman HIMTSI UMSurabaya yang selalu mendukung
 8. Saudara sekaligus keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung untuk penyelesaian
 9. Muhammad Aden Wahyu Pratama selaku sistem support dan membantu segala keperluan yang dibutuhkan selama pengerjaan
 10. Novita Cahyani selaku sahabat yang membantu mengurus segala keperluan dan memenuhi kebutuhan selama pengerjaan
 11. Teman – teman serta sahabat yang satu per satu tidak bisa disebutkan yang telah menyemangati untuk pengerjaan tugas akhir dan membantu survey lapangan serta mengurus segala keperluan administrasi
- Akhirnya Penulis berharap agar Skripsi ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Surabaya, 19 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIASI	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Analisis Pertumbuhan Peti Kemas	6
2.2 Metode AASHTO 1993	6
2.2.1 Analisis Lalu Lintas	7
2.2.2 California Bearing Ratio (CBR)	9
2.2.3 Material Konstruksi Perencanaan	10

2.2.4 Reliabilitas (Reliability)	10
2.2.5 Indeks Permukaan (Serviceability)	11
2.2.6 Modulus Elastisitas Beton	12
2.2.7 Kekuatan Lentur (<i>Flexural Strength</i>).....	13
2.2.8 Faktor Drainase	13
2.2.9 Koefisien Transfer Beban.....	14
2.2.10 Modulus Reaksi Tanah Dasar.....	15
2.2.11 <i>Tie Bar</i>	17
2.2.12 <i>Dowel</i>	17
2.3 Metode Bina Marga Pd T-14-2003.....	17
2.3.1 Lalu Lintas	17
2.3.2 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi.....	18
2.3.3 Pertumbuhan Lalu-lintas	18
2.3.4 Lalu-lintas Rencana.....	19
2.3.5 Tebal Lapis Pondasi	20
2.3.6 Kekuatan Beton	21
2.3.7 Jenis Bahu Jalan	21
2.3.8 Jenis Sambungan	22
2.3.9 Perencanaan Tulangan.....	23
2.4 Metode NAASRA	24
2.4.1 Kekuatan lapisan tanah dasar	24
2.4.2 Kekuatan Beton (Modulus Keruntuhan Lentur).....	26
2.4.3 Lalu-lintas Rencana.....	26
2.4.4 Perhitungan Penulangan	27
2.4.5 Perhitungan Sambungan Plat beton.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31

3.1	Variabel Penelitian	31
3.2	Metode Pengumpulan Data	31
3.3	Lokasi Penelitian	32
3.4	Alat Penelitian	33
3.5	Metode Analisa Data	33
3.5.1	Perhitungan kekuatan lapisan tanah – dasar (k)	33
3.5.2	Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode NAASRA yang mengadopsi aturan metode Bina Marga	34
3.5.3	Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO (1993)	35
3.5.4	Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode Pd. T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Beton Semen, Bina Marga.....	37
3.5.5	Harga satuan pelat beton	39
3.6	Bagan Alur Penelitian (<i>flow chart</i>).....	39
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Data Analisis Angka Pertumbuhan Peti Kemas	43
4.2	Analisa Prediksi LHR sampai Umur Rencana.....	44
4.3	Perhitungan dengan Metode Bina Marga Pd. T-14-2003	45
4.3.1	Analisis Lalu Lintas	45
4.3.2	Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi	49
4.3.3	Perhitungan Tebal Pelat Beton.....	53
4.3.4	Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi	56
4.3.5	Perhitungan Tulangan	63
4.3.6	Perhitungan <i>Tie Bar</i> (Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat)	65
4.3.7	Perhitungan <i>Dowel</i> (Sambungan Susut Melintang).....	66
4.4	Perhitungan dengan NAASRA	67

4.4.1	Perhitungan Mutu Beton Rencana.....	67
4.4.2	Perhitungan Beban Lalu Lintas Rencana	67
4.4.3	Perhitungan Kekuatan Tanah Dasar	69
4.4.4	Perhitungan Pelat Beton	70
4.4.5	Perhitungan Tulangan	76
4.4.6	Perhitungan <i>Tie Bar</i>	78
4.4.7	Perhitungan <i>Dowel</i>	78
4.5	Perhitungan dengan AASHTO 1993	79
4.5.1	Menentukan Tingkat Kemampuan Pelayanan.....	79
4.5.2	Menghitung Modulus Elastisitas Beton.....	79
4.5.3	Menghitung Modulus Reaksi Tanah Dasar	80
4.5.4	Menentukan Nilai <i>Reliability</i> dan Nilai Standart Normal Deviasi (ZR).....	81
4.5.5	Menentukan Nilai Deviasi Standar Keseluruhan (So).....	82
4.5.6	Menentukan Nilai Koefisien Drainase (Cd)	82
4.5.7	Menentukan Koefisien Transfer Beban (J).....	83
4.5.8	Menghitung Volume Lalu Lintas	84
4.5.9	Tebal Pelat Perkerasan	85
4.5.10	Perhitungan Tulangan	89
4.5.11	Perhitungan <i>Tie Bar</i>	91
4.5.12	Perhitungan <i>Dowel</i>	91
4.6	Rencana Anggaran Biaya	92
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN		97

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Distribusi Lajur (DL).....	7
Tabel 2.2 <i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF).....	8
Tabel 2.3 <i>Reliability</i> (R).....	10
Tabel 2.4 Standar Normal Deviasi (ZR)	11
Tabel 2.5 <i>Terminal Serviceability Index</i> (pt)	12
Tabel 2.6 <i>Quality of Drainage</i>	13
Tabel 2.7 Koefisien Drainase (Cd).....	14
Tabel 2.8 <i>Load Transfer Coefficient</i>	14
Tabel 2.9 <i>Loss of Support Factors</i> (LS).....	16
Tabel 2.10 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana.....	18
Tabel 2.11 Diameter Ruji.....	23
Tabel 2.12 Nilai Koefisien Gesekan (μ)	24
Tabel 2.13 Koefisien Gesekan antara Pelat Semen Dengan Lapisan Pondasi di bawahnya	27
Tabel 2.14 Ukuran <i>Tie Bar</i>	29
Tabel 2.15 Ukuran dan Jarak Batang <i>Dowel</i> (Ruji) yang Disarankan...	30
Tabel 4.1 Data Produksi Penumpukan Peti Kemas Internasional	43
Tabel 4.2 Tabel Pertumbuhan Peti Kemas	44
Tabel 4.3 Prediksi LHR (2020 – 2040)	45
Tabel 4.4 Perhitungan Jumlah Sumbu berdasarkan Jenis dan Bebannya	47
Tabel 4.5 Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi.....	51
Tabel 4.6 Faktor Keamanan Beban (FKB).....	53
Tabel 4.7 Hasil Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Taksiran 240 mm	57
Tabel 4.8 Hasil Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Taksiran 250 mm	59
Tabel 4.9 Hasil Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Taksiran 260 mm	61
Tabel 4.10 Nilai Koefisien gesek (μ) antara pelat beton dengan pondasi bawah	63
Tabel 4.11 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya	68
Tabel 4.12 Perhitungan Repetisi Beban	69

Tabel 4.13 Nilai Perbandingan Tegangan	71
Tabel 4.14 Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Pelat Rencana 180 mm	73
Tabel 4.15 Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Pelat Rencana 200 mm	74
Tabel 4.16 Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi dengan Tebal Pelat Rencana 220 mm	75
Tabel 4.17 Data Jumlah Hari Hujan per Tahun.....	82
Tabel 4.18 Total volume LHR untuk perencanaan.....	84
Tabel 4.19 Menghitung Repetisi Beban Selama Umur Rencana (W18)	85
Tabel 4.20 Harga Pelat Beton /m ²	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Kaku.....	5
Gambar 2.2 <i>Correction of Effective modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss Subbase Support</i>	16
Gambar 2.3 Tebal lapis pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton	20
Gambar 2.4 CBR tanah-dasar efektif dan tebal pondasi	21
Gambar 2.5 Hubungan CBR (%) dengan Modulus Reaksi Tanah Dasar	25
Gambar 3.1 Layout Lokasi Lanjutan <i>Container Yard</i>	33
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian	41
Gambar 4.1 Tebal lapis pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton	54
Gambar 4.2 CBR tanah-dasar efektif dan tebal pondasi	54
Gambar 4.3 Grafik Perencanaan Tebal Taksiran Beton, dengan Ruji, FKB = 1,2	55
Gambar 4.4 Hubungan CBR (%) dengan Modulus Reaksi Tanah Dasar	70
Gambar 4.5 <i>Correction of Effective modulus of Subgrade Reaction for Potential Loss Subbase Support</i>	81
Gambar 4.6 Penentuan Tebal Perkerasan Menggunakan Nomogram AASHTO 1993.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tegangan Ekuivalen dan Faktor untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton	100
Lampiran 2	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRT, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 240 mm.....	103
Lampiran 3	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 240 mm.....	104
Lampiran 4	Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STdRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 240 mm.....	105
Lampiran 5	Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 240 mm.....	106
Lampiran 6	Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) dengan Tebal Taksiran 240 mm.....	107
Lampiran 7	Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) dengan Tebal Taksiran 240 mm.....	108
Lampiran 8	Analisis Erosi Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG) dengan Tebal Taksiran 240 mm.....	109
Lampiran 9	Analisis Erosi Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG) dengan Tebal Taksiran 240 mm.....	110
Lampiran 10	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRT, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 250 mm.....	111
Lampiran 11	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 250 mm.....	112
Lampiran 12	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STdRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 250 mm.....	113
Lampiran 13	Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 250 mm.....	114

Lampiran 14 Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) dengan Tebal Taksiran 250 mm	115
Lampiran 15 Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) dengan Tebal Taksiran 250 mm	116
Lampiran 16 Analisis Erosi Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG) dengan Tebal Taksiran 250 mm.....	117
Lampiran 17 Analisis Erosi Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG) dengan Tebal Taksiran 250 mm.....	118
Lampiran 18 Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRT, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 260 mm.....	119
Lampiran 19 Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 260 mm.....	120
Lampiran 20 Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STdRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 260 mm.....	121
Lampiran 21 Grafik Analisis Fatik dan Beban Repetisi Ijin Rasio Tegangan STrRG, Dengan / Tanpa Bahu Beton Tebal Taksiran 260 mm.....	122
Lampiran 22 Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT) dengan Tebal Taksiran 260 mm.....	123
Lampiran 23 Analisis Erosi Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) dengan Tebal Taksiran 260 mm	124
Lampiran 24 Analisis Erosi Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG) dengan Tebal Taksiran 260 mm	125
Lampiran 25 Analisis Erosi Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG) dengan Tebal Taksiran 260 mm	126
Lampiran 26 Penentuan Tebal Pelat Beton untuk STRT	127
Lampiran 27 Penentuan Tebal Pelat Beton untuk STRG	128
Lampiran 28 Penentuan Tebal Pelat Beton untuk SGRG	129
Lampiran 29 Detail Layout Teluk Lamong.....	130
Lampiran 30 Tampak Memanjang Tebal Perkerasan Dengan Metode Bina Marga Pd T-14-2003	131
Lampiran 31 Tampak Memanjang Tebal Perkerasan Dengan Metode NAASRA.....	132

Lampiran 32 Tampak Memanjang Tebal Perkerasan Dengan Metode AASHTO 1993	133
Lampiran 33 Tampak Melintang Tebal Perkerasan Dengan Metode Bina Marga Pd T-14-2003	134
Lampiran 34 Tampak Melintang Tebal Perkerasan Dengan Metode NAASRA.....	135
Lampiran 35 Tampak Melintang Tebal Perkerasan Dengan Metode AASHTO 1993.....	136

DAFTAR PUSTAKA

- Brunosius, dkk. 2017. *Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Ruas Jalan STA 0+1 KM Kecamatan Binangun Kabupaten Blitar Jawa Timur*. 1 (2). <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/861> (diakses 12 Desember 2019)
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
- Fitriana, Ratna. 2014. *Studi Komparasi Perencanaan Kaku Jalan Tol Menggunakan Metode Bina Marga 2002 dan AASHTO 1993*, (Online), (<http://eprints.ums.ac.id/32180/>, diunduh 7 Agustus 2020)
- Hary C. H. 2015. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*. 2nd ed. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Handayasari, dkk. 2016. *Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno Hatta Palembang)*. 5 (1). <https://stt-pln.e-journal.id/kilat/article/view/676> (diakses 03 Agustus 2020)
- Pradana, dkk. 2016. *Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Kaku Pada Underpass Cibubur Dengan Metode Bina Marga Dan NAASRA*. 12 (1). https://www.researchgate.net/publication/331398308_Perencanaan_Tebal_Lapis_Perkerasan_Kaku_Pada_Underpass_Cibubur_Dengan_Metode_Bina_Marga_Dan_NAASRA.html (diakses 12 Desember 2019).

- Pradana, dkk. 2013. *Perencanaan Kembali Perkerasan Jalan Kaku dengan Metode Bina Marga 2003 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus Ruas Jalan Maja-Citeras)*. 2 (2). <https://www.researchgate.net/publication/331346683> (diakses 19 Juni 2020).
- Purwono, R, dkk. 2009. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) dilengkapi Penjelasan (S-2002)*. Surabaya: ITS Press.
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.
- Suryawan, Ari. 2009. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. 2nd ed. Yogyakarta: Beta Offset.
- Taufik, A, dkk. 2016. *Pembuatan Jalan Baru Area Terminal Peti Kemas Semarang*. *Skripsi*. Dipublikasikan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Widodo, M.N. 2018. *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2002*. *Skripsi*. Dipublikasikan. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Yogi, dkk. 2015. *Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil sebagai bahan Perencanaan Tebal Perkerasan Lahan Penumpukan Container di PT.KBN-Marunda*. 3 (2). <https://www.neliti.com/publications/262547/perencanaan-tebal-perkerasan-lahan-penumpukan-container-di-pt-kbn-marunda> (diakses 16 Oktober 2019)

