

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN DEPO CONTAINER PT. PELINDO I - DUMAI

Winayati¹, Fadrizal Lubis², Virgo Trisep Haris³

^{1,2,3} Program Studi Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Jl. Yos Sudarso km. 8 Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email: winayatimt@gmail.com, fadrizal@unilak.ac.id, virgo@unilak.ac.id

ABSTRAK

Pelayanan angkutan kontainer (peti kemas) merupakan pelayanan jasa angkutan barang utama dalam proses *eksport* dan *import*. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengelolaan kawasan proses *export*, *import* dan melayani jasa angkutan kontainer adalah PT. Pelindo I Cabang Dumai. Penelitian ini bertujuan merencanakan tebal struktur perkerasan lahan penumpukan depo kontainer agar memberikan sumbangan pemikiran tentang perencanaan tebal perkerasan yang digunakan dalam pembuatan depo kontainer di PT. Pelindo I Cabang Dumai. Perencanaan perkerasan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdiri dari plat beton semen terletak di atas tanah dasar langsung atau di atas lapisan *granuler* (*sub base*) dan berada di atas tanah dasar (*subgrade*). Perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metoda NAASRA (*National Association Australian State Road Authorities*). Dari hasil perencanaan tebal perkerasan yang dilakukan diperoleh hasil berikut : Lapis pondasi beton dengan tebal 100mm, untuk pelat beton dipakai mutu beton K₃₅₀ kg/cm², setara f'c 35 MPa . Dengan tebal pelat 250mm, Tulangan memanjang Ø19 – 200, tulangan melintang digunakan Ø16 – 600. Dowel untuk tebal pelat 220-250 mm digunakan dowel dengan ketentuan Ukuran Jarak Ruji (mm) Ø32mm, panjang L = 450mm, Jarak S = 300mm, Tie bar (batang pengikat) Ø16mm, P = 688 mm, L = 750 mm.

Kata kunci: Tebal Perkerasan, Lahan Penumpukan, Kontainer

ABSTRACT

Container transportation services are the main goods transportation services in the export and import process. One of the companies engaged in the management of the export process area, import and serve container transportation services is PT. Pelindo I Dumai Branch. This study aims to plan the pavement structure thickness of container depots in order to contribute ideas on the pavement thickness planning used in the construction of container depots at PT. Pelindo I Dumai Branch. Pavement planning uses rigid pavement which consists of a cement concrete plate located directly on the subgrade or on top of the granular layer (*sub-base*) and above the subgrade (*rigid pavement*). the NAASRA (*National Association Australian State Road Authorities*) method. From the results of the pavement thickness planning carried out, the following results were obtained: Concrete foundation layers with a thickness of 100mm, for concrete slabs used K350 kg / cm² concrete quality, equivalent to f'c 35 MPa. With plate thickness 250mm, Longitudinal reinforcement 19-200, transverse reinforcement used 16-600. Dowel for plate thickness of 220-250 mm is used dowel with the provisions of the Size of Spacing (mm) Ø32mm, length L = 450mm, Distance S = 300mm, Tie bar (tie rod) Ø16mm, P = 688 mm, L = 750 mm.

Key words: Pavement Thickness, Land Pile, Container

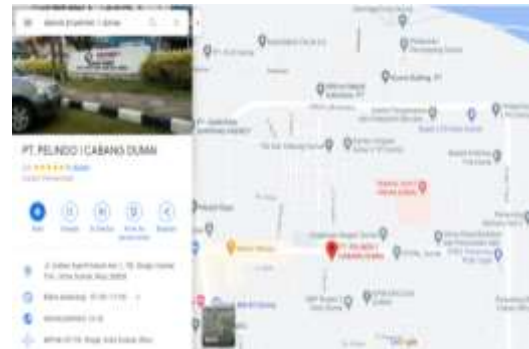
1. PENDAHULUAN

Pelabuhan Dumai didukung dengan dermaga sepanjang 1.246 meter yang terdiri dari dermaga A sepanjang 346 meter untuk barang curah kering dan general kargo, sedangkan dermaga B sejauh 600 meter dikhususkan untuk muat barang cair. Adapun dermaga C sepanjang 500 meter masing-masing dimanfaatkan untuk kapal-kapal curah kering sepanjang 300 meter dan sisanya untuk barang curah cair. Sedangkan arus kunjung kapal rata-rata mencapai 60-70 unit per bulan. Hingga saat ini, waiting time kapal di pelabuhan tersebut mencapai 10 hari. Minimnya fasilitas pergudangan menjadi salah satu pemicu terjadinya kongesti kapal di pelabuhan. Selain kongesti dipicu akibat tidak adanya depo kontainer di luar pelabuhan. “Kegiatan penumpukan barang dan kontainer kosong, *stuffing* dan *stripping* dilakukan di pelabuhan sehingga berpengaruh ke produktivitas pelabuhan,” pengiriman produk-produk *general cargo*, *crude palm oil* (CPO) atau curah kering lainnya terhambat. “Ini masalah serius di Pelabuhan Dumai. Selain itu beroperasinya jalan tol juga berpengaruh terhadap kurangnya waktu tempuh antara Pelabuhan Dumai menuju Pekanbaru sekitar 2-3 jam, Dengan berkurangnya waktu tempuh, arus barang dan jasa akan mengalami peningkatan sehingga akan berpengaruh terhadap jumlah barang dan jasa yang akan keluar masuk pelabuhan.

Penelitian ini merupakan bagian terpenting dari fasilitas penumpukan petikemas dengan tujuan merencanakan tebal struktur perkerasan lahan penumpukan depo *container*. Manfaatnya dapat memberikan sumbangan pemikiran tentang perencanaan tebal perkerasan yang akan digunakan dalam pembuatan lahan penumpukan (depo *container*) di PT.Pelindo I Cabang Dumai. Lokasi depo terletak di luar area pelabuhan Dumai, perencanaan perkerasan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang terdiri dari plat beton semen yang terletak di atas tanah dasar langsung atau diatas lapisan *granuler* (*sub base*) yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*). Perhitungan perencanaan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metoda NAASRA, yakni metode Bina Marga yang mengadopsi aturan metoda NAASRA (*National Association Australian State Road Authorities*).

1.Lokasi penelitian

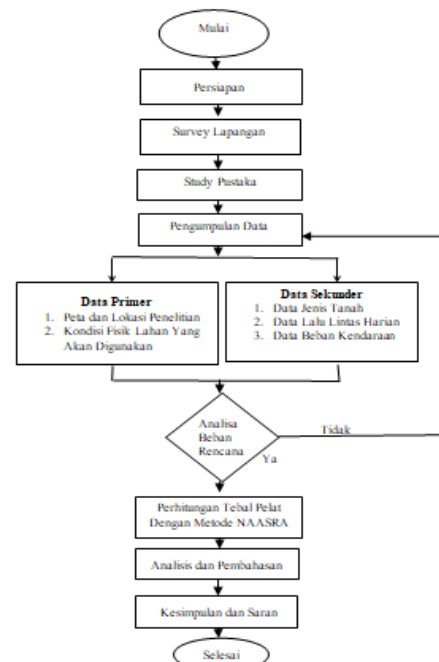
Proses pelaksanaan kegiatan penelitian berlokasi dikawasan PT.Pelindo I – Dumai beralamat di Jalan Sultan Syarif Kasim No. 1 Dumai seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian merupakan proses arus yang menggambarkan langkah-langkah penyelesaian penelitian yang dilakukan seperti terlihat pada bagan alir berikut .



Gambar 2. Bagan alir penelitian

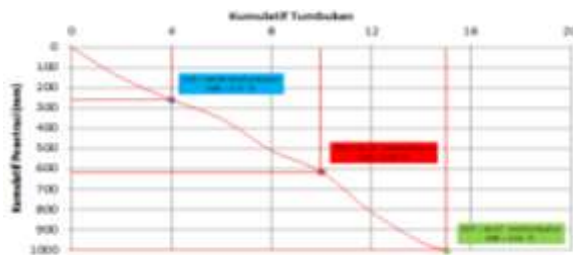
2.METODE PENELITIAN

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam perencanaan Depo container ini antara lain :Data DCP yang diambil langsung dari lapangan dan di uji di laboratorium.

Tabel 1. Hasil pengujian CBR lapangan

No	Blow	Kumulatif Blow	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi	DCP (mm/Blow)	Log10(DCP) Con60°	%CBR
1	0	0	0	0			
2	2	2	148	148			
3	2	4	256	256	64,00	0,44	2,77
4	2	6	350	350			
5	2	8	506	506			
6	2	10	612	612	61,20	0,47	2,93
7	2	12	809	809			
8	2	14	958	958			
9	1	15	1000	1000	66,67	0,42	2,62



Gambar 3.. Grafik pengujian CBR lapangan

CBR rata-rata = 2,77%

- Data lalu lintas harian dan data beban rencana yang diambil dari asumsi maksimal untuk rencana lahan penumpukan kontainer dari PT. KBN.
- Lalu lintas rencana = 1000 kend./hr
- Beban rencana :
 - Truk trailer 4 as
 - Berat kosong = 10 ton
 - Beban muatan = 32 ton
 - Berat total = 42 ton
- Lift truk
 - Muatan sumbu depan = 16,34 ton
 - Muatan sumbu belakang = 1,57 ton

Tahapan perhitungan dilakukan dengan :

1. Menentukan Kekuatan lapisan tanah dasar (k)

$$k^0 = \bar{k} - 2s \text{ (untuk jalan tol)} \\ = 2.74 + 2 (0.1775) = 3.05$$

Tabel 2. Nilai modulus reaksi tanah dasar

Titik Pengamatan	Nilai CBR (k)	k^3
1	2,50	6,25
2	2,55	6,50
3	2,62	6,86
4	2,67	7,13
5	2,70	7,29
6	2,77	7,67
7	2,84	8,07
8	2,90	8,41
9	2,93	8,58
→ 10	2,95	8,70

$$\sum k = 27,42 \quad \sum k^2 = 75,43$$

Winayati, Perencanaan Tebal Perkerasan Depo Contain

$$\bar{k} = \frac{\sum k}{n} = \frac{27,42}{10} = 2,74 \\ S = \sqrt{\frac{n(\sum k^2) - (\sum k)^2}{n(n-1)}} \\ S = \sqrt{\frac{10(75,47) - (274,856)}{10(10-1)}} \\ S = 0,1775$$

Factor keseragaman (F_k)

$$F_k = \frac{s}{\bar{k}} \times 100\% < 25\% \text{ (dianjurkan)}$$

$$F_k = \frac{0,1775}{2,74} \times 100\%$$

$$F_k = 6,48\% < 25\% \text{ (OK)}$$

2. Menghitung Modulus keruntuhan Beton

Digunakan beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar 350 kg/cm²

$f_c' = 350/10,2 = 34,31 \text{ MPa} > 30 \text{ MPa}$ (minimum yang disarankan),

dari rumus :

$$f_r = 0,7\sqrt{f_c'} = 0,7\sqrt{34} = 4.08 \text{ MPa} \quad (3,5 \text{ MPa minimum disarankan})$$

Jika sudah ditentukan, maka $\sqrt{f_c'}$ diganti dengan 1,8 f_{ct} dengan ketentuan

$$1,8 f_{ct} < \sqrt{f_c'}, f_r = 1,26 f_{ct} \text{ (Mpa)}$$

. Jika f_{ct} tidak ditentukan, maka f_r harus dikalikan dengan angka sebagai berikut:

a. Untuk beton ringan Total:

$$f_r = (0.75)0.7\sqrt{34} \rightarrow f_r = 0.525\sqrt{34} \\ \text{(Mpa)} = 3,06 \text{ (Mpa)}$$

b. Untuk beton ringan berpasir:

$$f_r = (0.85)0.7\sqrt{34} \rightarrow f_r = 0.595\sqrt{34} \\ = 3,47 \text{ (MPa)}$$

Dengan:

$\sqrt{f_c'}$ = Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari, (Mpa)

f_{ct} = Kuat tarik belah rata-rata beton ringan, (Mpa)

3. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Data lalu lintas harian dan data beban rencana yang diambil dari asumsi maksimal untuk rencana lahan penumpukan kontainer dari PT. KBN.

Lalu lintas rencana = 1000 kend./hr

$$R = \frac{(1+0,01 \times i)^{UR-1}}{0,01 \times i}$$

UR = umur rencana perkerasan kaku (diambil 20-40 tahun)

Tabel 3. Data pertumbuhan kendaraan tahun 2015-2019

Tahun	Jumlah Kendaraan Berat	Pertumbuhan
2015	5310	0
2016	5337	27
2017	6199	862
2018	4277	1922
2019	6572	2293
TOTAL	27.695	1.262

$$\frac{\text{TOTAL PERTUMBUHAN}}{\text{TOTAL KEND. BERAT}} \times 100\% = \frac{1262}{27695} \times 100\% = 4,56\%$$

Dengan $i = 4,56\%$, maka

$$R = \frac{(1+0,01 \times 0,0456)^{20} - 1}{0,01 \times 0,0456} = 1\%/\text{tahun}$$

Jadi, pertumbuhan kendaraan dari tahun 2021-2042 naik 1% pertahun. Sehingga tahun 2041 pertumbuhan kendaraan berat sebanyak 1200 kendaraan.

4. Beban lalu lintas rencana

Jumlah sumbu kendaraan niaga

$$JKSN = 365 \times JKSNH \times R$$

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{\log(1+i) / \log e} = \frac{1,2201 - 1}{0,0099} = 22,232$$

$$JKSN = 365 \times 1000 \times 22,232$$

$$= 2.144.680 \text{ kendaraan}$$

Tabel 4. Koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana

Jumlah Lajur	Kendaraan Niaga	
	1 arah	2 arah
1 Lajur	1,00	1,00
2 Lajur	0,70	0,50
3 Lajur	0,50	0,475
4 Lajur	-	0,43
5 Lajur	-	0,425
6 Lajur	-	0,4

Tabel 5. Faktor keamanan

Peranan Jalan	Faktor Keamanan
Jalan Tol	1,2
Jalan Arteri	1,1
Jalan Kolektor/Lokal	1,0

Dar
kun
sun
tabel

Sumber: SKB1 2.3.28.1988

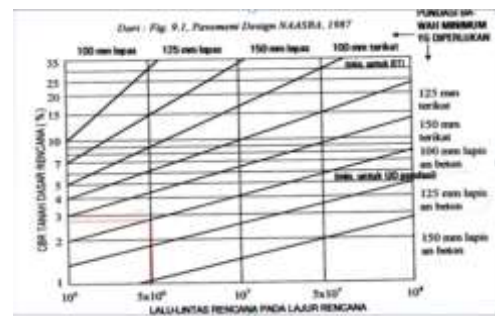
perhitungan dibawah ini.

Tabel 6. Jumlah repetisi beban

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu (Ton)	Persentase konf. Sumbu (%)	Jumlah Repetisi Selama Usia rencana
SGRG	16,34	45:1200=3,83	$2,14 \times 10^3$

1. Kekuatan Tanah Dasar:

Dari data tanah yang sama, diperoleh nilai CBR yang mewakili = 2,74%. Dari grafik pada gambar 1, diperoleh $k=36 \text{ kPa/mm}$ untuk $\text{CBR}=2,74\%$.



Gambar 4. Grafik lalulintas rencana

$\text{CBR} = 2.77\%$, Lalu lintas 2.14×10^6 , dipakai lapisan pondasi beton 100 mm

2. Kekuatan Pelat Beton (tebal=20cm):

Sebagai langkah awal diperkirakan tebal pelat beton (rencana dengan dowel) = 200 mm > 150mm (minimum yang disyaratkan)

Dengan bantuan grafik -10,11, dan 12 (pada lampiran perkerasan), diperiksa apakah estimasi tebal pelat cukup atau tidak, dari jumlah persentase fatigue yang terjadi (disyaratkan $\leq 100\%$).

Koef. Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana $\text{FK}=1,2$	Repetisi Beban (10^3)	Tegangan yang terjadi (Mpa)	Perbandingan tegangan	Jumlah repetisi beban yang diijinkan	Persentase Fatigue
SGRG	16,34	19,61	$2,10^6$	1,98	0,640	11.000	2,264

Dengan tebal pelat = 20 cm, ternyata jumlah fatigue $2,264 > 100\%$, maka perhitungan harus diulang dengan tebal pelat = 22 cm (dicoba).

Keterangan table perhitungan:

Kolom 3: perkalian kolom 2 dengan FK

Kolom 5: dari grafik NAASRA (pada lampiran perkerasan) dengan nilai $k=36 \text{ kPa/mm}$

Kolom 6: kolom 5 dibagi dengan f_r

Kolom 7: dari table 7.16 dengan nilai dari kolom 6

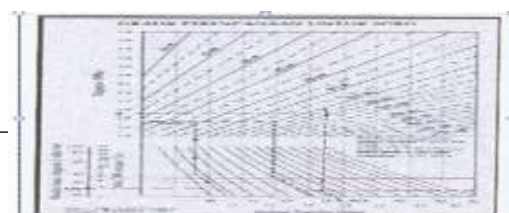
Kolom 8: kolom 4 dibagi dengan kolom 7 dikalikan 100

3. Kekuatan Pelat Beton (Tebal = 22cm)

Koef. Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana $\text{FK}=1,2$	Repetisi Beban (10^3)	Tegangan yang terjadi (Mpa)	Perbandingan tegangan	Jumlah repetisi beban yang diijinkan	Persentase Fatigue
SGRG	16,34	19,61	2,1	1,9	0,32	100.000	85

Dengan tebal pelat 22 cm, ternyata jumlah fatigue $85 < 100\%$, maka tebal pelat minimal 22 cm

Dengan Tebal pelat beton = 22 cm, Akan direncanakan penulangan pelat beton untuk jenis perkerasan bersambung dengan tulangan.



Gambar 5. Garfik perencanaan untuk SGRG

Beban sumbu = 16,34 ton
 CBR = 2,74 %
 k = 36 kPa / mm
 Tebal pelat 220 mm
 Tegangan 1,9 MPa
 Data : Ukuran Beton
 Tebal pelat beton : 220 mm
 Lebar pelat : 10 m (untuk 3 lajur)
 Panjang pelat : 20 m (jarak antar sambungan)
 Penyelesaian:

Tulangan memanjang

Dari persamaan

$$A_s = \frac{11,76(F \cdot L \cdot h)}{f_s}$$

Dari table F = 1,2 (untuk sirtu)

$$f_s = 230 \text{ MPa}$$

$$A_s = \frac{11,76(1,2)(20)(220)}{230} = 245 \text{ mm}^2 /$$

m lebar,

Luas tulangan minimum $A_s = 0,14\%$
 (SNI' 91)

$A_s \text{ min} = 0,0014 (220) (1000) = 308 \text{ mm}^2 /$
 m lebar

Digunakan tulangan $\varnothing 12 - 250 \text{ mm}$,
 $A_s = 454 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$

Tulangan melintang

$$A_s = \frac{11,76(1,2)(10)(220)}{230} = 135 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

pias

Digunakan tulangan $\varnothing 16 - 600 \text{ mm}$
 $A_s = 335 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$

Persentase tulangan memanjang

Tebal pelat beton = 220 mm

Lebar pelat = 10 m (untuk 3 lajur)

Panjang pelat = 100 m

n=7

$f_c' = 34 \text{ MPa}$

F=1,2

$f_r = 3,6 \text{ MPa}$

S= 0,0005

$f_y = 340 \text{ MPa}$

Persentase tulangan melintang

$$s = \frac{100 f_t}{f_y - n \times f_t} (1,3 - 0,2 F)$$

$$f_t = 0,5 f_r = 0,5(3,6) = 1,8 \text{ MPa}$$

$$P_s = \frac{100(1,8)}{340 - 7 \times 1,8} (1,3 - 0,2(1,2))$$

$$= 0,583\% < 0,6\%$$

Luas tulangan minimum $A_s = 0,6\%$

$$A_s \text{ min} = 0,0006(200)(1000) = 1200 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

lebar Luas tulangan minimum $A_s = 0,6\%$

$$A_s \text{ min} = 0,0006(200)(1000) = 1200 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

lebar

Dicoba dengan tulangan $\varnothing 19 - 200 \text{ mm}$,

$$A_s = 1418 \text{ mm}^2 / \text{m lebar}$$

Pemeriksaan jarak teoritis anrta retakan,
 dengan persamaan sebagai berikut :

$$L_{cr} = \frac{f_t^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (SE_c - f_i)} \quad (\text{diantara } 1 - 2 \text{ m})$$

$$f_t = 0,5 f_r = 0,5(3,6) = 1,8 \text{ MPa}$$

$$f_b = \frac{0,79}{1,9} \sqrt{34} = 2,24 \text{ MPa}$$

$$E_c = 4700 \sqrt{34} = 27,405 \text{ MPa}$$

$$p = \frac{1418}{(200)(1000)} = 0,0071$$

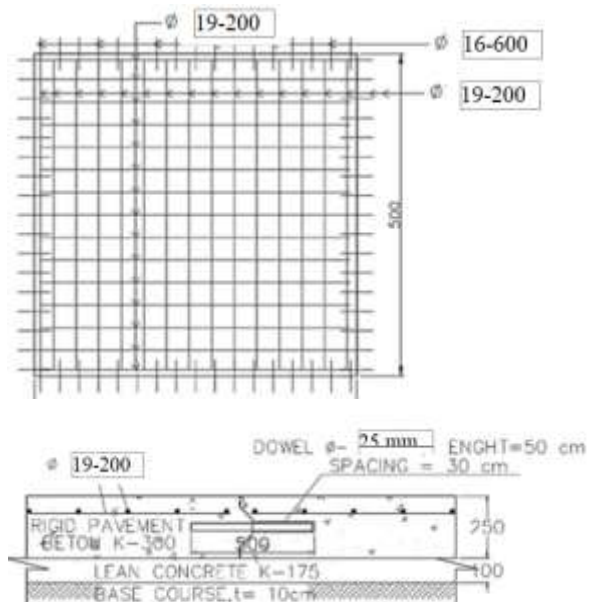
$$u = \frac{4}{0,019} = 210$$

$$L_{cr} = \frac{(1,8)^2}{(7)(0,0071^2)(210)(2,24)[(0,0005)(27,405) - (1,8)]} = 1,52 \text{ m} < 2 \text{ m}$$

Tulangan memanjang yang digunakan $\varnothing 19 - 200 \text{ mm}$

Tulangan melintang

Tulangan melintang yang digunakan Dengan L=lebar
 pelat=10m, $\varnothing 16 - 600 \text{ mm}$



Gambar 6. Penulangan pelat lantai jalan

Dowel

Tabel 7. Ukuran dan jarak batang dowel yang disarankan

Tebal Pelat (mm)	Ukuran dan Jarak Ruji (mm)		
	Diameter (D)	Panjang (L)	Jarak (S)
150	19	450	300
175	25	450	300
200	25	450	300
225	32	450	300
250	32	450	300
275	32	450	300
300	38	450	300
325	38	450	300
350	38	450	300

Dari tabel 7 diatas dapat dilihat bahwa ukuran dan jarak batang dowel yang disarankan, untuk tebal 220 mm, maka ukuran dowel:

Diameter : 32 mm

Panjang : 450 mm

Jarak : 300 mm

Tie Bar (Batang Pengikat)

Jarak antara sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan diameter 16 mm

Diketahui :

Tebal pelat: 22 cm

Jumlah lajur tiap arah : 2 lajur

Perencanaan Tie Bar dipilih dengan menghitung panjang pengikat (sambungan memanjang) dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L &= (38,3 \times \phi) + 75 \\
 &= (38,3 \times 16) + 75 \\
 &= 687,8 \text{ mm} \approx 688 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dengan tebal 220 mm maka digunakan ukuran Tie Bar dengan diameter batang ulir 16 mm dengan panjang 688 mm dan jarak maksimum 750 mm.

4.KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan tebal perkerasan yang telah dilakukan didapat hasil sebagai berikut : Lapis pondasi beton dengan tebal 100mm, untuk pelat beton dipakai mutu beton $K_{350} \text{ kg/cm}^2$, setara dengan $f'c \text{ 35 MPa}$. Dengan tebal pelat 250mm, Tulangan memanjang $\phi 19 - 200$, tulangan melintang digunakan $\phi 16 - 600$. Dowel untuk tebal pelat 220-250 mm digunakan dowel dengan ketentuan Ukuran dan Jarak Ruji (mm) $\phi 32 \text{ mm}$, panjang $L = 450 \text{ mm}$, Jarak $S = 300 \text{ mm}$, Tie bar (batang pengikat) $\phi 16 \text{ mm}$, $P = 688 \text{ mm}$, $L = 750 \text{ m}$

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Xue Z, Lin WH, Miao L, Zhang C. 2015. Local container drayage problem with tractor and trailer operating in separable mode. Flex Serv

Manuf J 27:431–450 DOI 10.1007/s10696-014-9190-2

- [2] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no 20 tahun 2010 tentang Angkutan Perairan
- [3] Terminal Peti kemas Koja, <http://www.tpkkoja.co.id/profiles/standart>
- [4] Asosiasi Pengusaha Truk Indonesia (Aptrindo)
- [5]]Laporan Akhir: Penelitian Potensi Bisnis Pelabuhan di Indonesia untuk BRI (2018)
- [6] Rahmat Ardiansyah1* dan Tri Sudibyo1, “analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II, Jurnal Teknik Sipil dan lingkungan EISSN:2549-1407 <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jsil>
- [7] Heri Sutanto, Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dengan metode NAASRA dan Rencana Anggaran Biaya Pada Jalan Sambera Santan Kalimantan Timur, Jurnal Teknologi sipil.
- [8] Brunosius(1)+Andy Kristafi Arifianto(2)+Rifky Aldila, Perencanaan Perkerasan Kaku (*Rigit Pavement*) Pada Ruas Jalan STA 0+1 KM Kecamatan Binangun Kabupaten Blitar Jawa Timur, brunotolo89@gmail.com, putriaureliamlg@mail.com, rifkytc@gmail.com
- [9] Shirley L. Hendarin, Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya, Penerbit Poli Teknik Bandung.