

EVALUASI PERENCANAAN STRUKTUR PENINGGIAN LAPANGAN PENUMPUKAN PELABUHAN DI JAKARTA

Jon

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
jon@gmail.com*

Abstrak

Salah satu Pelabuhan di Jakarta ini merupakan perusahaan pelayanan bongkar muat peti kemas dengan dua pelayanan utamanya adalah untuk penunjang kegiatan ekspor maupun impor. Perkembangan lalu lintas ekspor-impor membuat pelabuhan ini bersikeras untuk meningkatkan pelayanan serta mutu dari perusahaan mereka. Pelabuhan ini memiliki pengalaman yang cukup luas dalam menerapkan teknologi dengan model terbaru untuk mengembangkan usahanya. Peninggian lapangan penumpukan peti kemas dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa data lalu lintas harian, data pembebanan, data denah lapangan penumpukan. Data-data tersebut digunakan untuk menentukan beban yang ditumpu oleh lapangan penumpukan. Analisis perencanaan struktur lapangan penumpukan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan manual desain perkerasan jalan Bina Marga tahun 2017. Berdasarkan pembahasan yang dilakukan, didapatkan hasil tebal struktur perkerasan, pembesian, dan mutu beton. Perkerasan yang di rencanakan menggunakan perkerasan kaku

Kata Kunci: Lapangan Penumpukan, Perkerasan Kaku, Mutu Beton

1. PENDAHULUAN

Salah satu pelabuhan di Jakarta ini merupakan perusahaan pelayanan bongkar muat peti kemas dengan dua pelayanan utamanya adalah untuk penunjang kegiatan ekspor maupun impor. Perkembangan lalu lintas ekspor-impor membuat pelabuhan ini bersikeras untuk meningkatkan pelayanan serta mutu dari perusahaan mereka. Pelabuhan ini memiliki pengalaman yang cukup luas dalam menerapkan teknologi dengan model terbaru untuk mengembangkan usahanya. Melihat dari berkembangnya pelabuhan peti kemas negara maju, Pelabuhan ini melakukan kerjasama B to B dengan TPK Koja dalam mengembangkan fasilitas pendukung guna meningkatkan sistem logistik nasional dan mempercepat arus barang di pelabuhan sehingga dwelling time1 dapat ditekan. 1 Waktu yang dibutuhkan kontainer impor, mulai dari kontainer dibongkar dari kapal, sampai dengan kontainer keluar dari kawasan pelabuhan (gate out).

Sebagai perusahaan pelayanan yang memiliki begitu banyak peti kemas maka, Pelabuhan ini menggunakan lapangan penumpukan (Depo) untuk menyimpan peti kemas yang akan dimuat atau baru saja dibongkar dari pelabuhan. Namun selama berada didalam lapangan penumpukan tentunya banyak kendala dan hambatan yang tentu saja mengganggu

pergerakan peti kemas, seperti kerusakan/keretakan pada perkerasan lapangan dan tergenangnya oleh air sehingga menyebabkan mobilitas peti kemas terganggu saat proses bongkar muat.

Dalam kaitan dengan ini maka peran lapangan penumpukan (Depo) menjadi sangat signifikan dalam memfasilitasi/menampung aktivitas bongkar muat. Untuk itu perlu ditekankan agar semaksimal mungkin fasilitas ini dimanfaatkan supaya dapat menekan waktu yang tidak diperlukan sehingga port days dapat ditekan sekecil mungkin dan produktivitas dapat ditingkatkan.

Salah satu pelabuhan di Jakarta ini terdiri dari beberapa area dermaga pelabuhan. Disamping dermaga barat terdapat lapangan penumpukan peti kemas yang dibangun dari tahun 1978. Terminal peti kemas saat ini mengalami kerusakan. Dengan latar belakang seperti yang telah diuraikan diatas, peranan Sumber Daya Manusia (SDM) didukung dengan peralatan yang memadai serta penggunaan lapangan penumpukan yang efektif sangatlah berperan penting untuk kelancaran suatu kegiatan di lapangan penumpukan, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul Evaluasi Perencanaan Struktur Peninggian Lapangan Penumpukan Pelabuhan Di Jakarta untuk memberikan layanan kepada pelanggan dengan lebih baik.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini digunakan jenis Evaluasi terhadap ketebalan rigid pavement pada lapangan penumpukan.

Variable dalam penelitian ini adalah evaluasi ketebalan rigid pavement. Indikator dalam penelitian meliputi dimensi tebal perkerasan, perbandingan harga satuan biaya dan mutu beton

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metodologi penelitian Evaluasi terhadap ketebalan rigid pavement dengan metode AASHTO 1993 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

2.2. Metode Analisis Data

Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif yang bersifat deskriptif, yaitu suatu metode untuk mendeskripsikan atau menjelaskan peristiwa atau kejadian yang sedang berlangsung pada saat penelitian tanpa menghiraukan sebelum dan sesudahnya.

Data diperoleh dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi literatur dan survei data. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara mencari informasi di beberapa perpustakaan dan juga dapat dilakukan dengan pencarian internet. Metode analisis data yang digunakan dengan tahapan sebagai berikut :

1.1 Analisis Perencanaan Rigid Pavement Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta dengan Metode Perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017

- a. Menentukan Umur Rencana
- b. Menghitung Pertumbuhan Lalu Lintas Harian (R)
- c. Menghitung Faktor Distribusi Lajur Serta Faktor Distribusi Arah
- d. Menghitung Jumlah Kelompok Sumbu
- e. Menghitung Kumulatif Beban Kelompok Sumbu

- f. Menentukan Desain Perkerasan Struktur Perkerasan
- g. Menghitung Kebutuhan Pembesian

1.2 Perencanaan Rigid Pavement Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta dengan Metode ASHTO 1993

- a. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
- b. Menghitung Pertumbuhan Lalu Lintas Harian
- c. Menentukan nilai Equivalent Axle Loads
- d. Menentukan nilai Equivalent Single Axle Loads
- e. Menghitung Modulus Elastisitas Beton
- f. Menentukan Load Transfer Coefficient
- g. Persentase Index Serviceability
- h. Standar Deviasi
- i. Menentukan Tebal Perkerasan

2. Analisis Perencanaan Mutu Beton pada Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta

- a. Menentukan jenis mutu beton yang digunakan
- b. Menentukan kuat tekan karakteristik berdasarkan pedoman teknis PD T-0702005-B PUPR

2.3. Metode Pembahasan Hasil Analisis

Adapt metode pembahasan untuk analisis ini menggunakan :

1.1 Pembahasan Analisis Perencanaan Rigid Pavement Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta dengan Metode Perhitungan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017

- a. Mengetahui Umur Rencana
- b. Mengetahui Pertumbuhan Lalu Lintas Harian (R)
- c. Mengetahui Faktor Distribusi Lajur Serta Faktor Distribusi Arah
- d. Mengetahui Jumlah Kelompok Sumbu
- e. Mengetahui Kumulatif Beban Kelompok Sumbu
- f. Mengetahui Desain Perkerasan Struktur Perkerasan
- g. Mengetahui Kebutuhan Pembesian

- 1.2 Pembahasan Perencanaan Rigid Pavement Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta dengan Metode ASHTO 1993
 - a. Mengetahui Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
 - b. Mengetahui Pertumbuhan Lalu Lintas Harian
 - c. Mengetahui nilai Equivalent Axle Loads
 - d. Mengetahui nilai Equivalent Single Axle Loads
 - e. Mengetahui Modulus Elastisitas Beton
 - f. Mengetahui Load Transfer Coefficient
 - g. Persentase Index Serviceability
 - h. Mengetahui Standar Deviasi
 - i. Mengetahui Tebal Perkerasan

2. Analisis Perencanaan Mutu Beton pada Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta
 - a. Mengetahui jenis mutu beton yang di gunakan
 - b. Mengetahui kuat tekan karakteristik

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis

3.1.1. Analisis terhadap ketebalan rigid pavement dengan metode AASHTO 1993 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pada lapangan penumpukan Pelabuhan di Jakarta

1. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

- a. Menentukan Umur Rencana

Live Time Design adalah jangka waktu yang diukur sejak mulai dipakai sampai umum dalam jangka waktu pertama kali diperlukannya perbaikan (pelapisan) permukaan beton.

Life Time Period (U.R.) $n = 20$ tahun (Untuk Tahap Operasional)

- b. Menghitung Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Dalam menentukan nilai pertumbuhan lalu lintas (i) dapat dianalisa dari Tabel 2.5 faktor

laju pertumbuhan lalu lintas jalan kolektor rural daerah Jawa.

Dari tabel data tersebut didapatkan 3,5. Sehingga faktor pertumbuhan selama umur rencana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$i = 3.5$$

$$UR = 20$$

$$R = ((1+0.01 i)^{UR}-1)/(0.01 i)$$

$$= ((1+0.01 \times 3,5)^{20}-1)/(0.01 \times 3,5)$$

$$= 20.06$$

Dengan nilai pertumbuhan (i) sebesar 3.5 dengan dan umur rencana 20 tahun, didapatkan hasil faktor pertumbuhan lalu lintas (R) sebesar 20,06.

- c. Menghitung Faktor Distribusi Lajur Serta Faktor Distribusi Arah

Faktor distribusi arah (DD) umumnya diambil 0.5 untuk jalan dua arah kecuali pada jalan dengan jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi. Faktor distribusi lajur (DL) = 1.0.

- d. Menentukan nilai Vehicle Damage Factor (VDF)

Nilai VDF untuk masing-masing jenis kendaraan seperti pada table berikut:

Tabel 4.3 Nilai VDF

No	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	Daerah Jawa			
			Beban Aktual		Normal	
			VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
1	Mobil	2	-	-	-	-
2	Truck Trailer	7c	17.7	33	7.6	10.2

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

- e. Menghitung nilai Equivalent Standard Axle (ESA) dan Cumulative Equivalent Single Axle (CESA)

Tabel 4.4 Nilai ESA untuk masing-masing kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	LHR	Kelompok Sumbu	Beban Aktual	Normal	ESAs
					VDF 5	VDF 5	
					1	Mobil	
2	Truck Trailer	7c	3000	5	33	10.2	54933412.5
Jumlah CESA							55116523.88

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

- a. Faktor ditribusi arah (DD) = 0,5

b. Faktor distribusi lajur (DL) = 1

Untuk menghitung nilai ESA menggunakan persamaan = (LHR x kelompok sumbu x 365 x DD x DL x R)

Sehingga didapatkan nilai Cumulative ESA
CESA 5 = ESA 5 mobil + ESA 5 Truck Trailer
= 183111.38 + 54933412.5
= 55116523.88
= 55.116523 x 10⁶

f. Menentukan Desain Perkerasan

Berdasarkan ketentuan Bina Marga 2017, hasil dari jumlah kelompok sumbu yaitu 55.116523 x 106 maka dapat ditentukan dengan Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4.5 Ketentuan Desain Tebal Perkerasan Kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017)

Berdasarkan hasil dari table diatas maka menggunakan struktur perkerasan <86 yang menghasilkan tebal pelat beton 305 mm

2. Perencanaan Rigid Pavement menggunakan metode AASHTO 1993 perencanaan sebelumnya

a. Menghitung Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Live Time Design adalah jangka waktu yang diukur sejak mulai dipakai sampai umum dalam jangka waktu pertama kali diperlukannya perbaikan (pelapisan) permukaan beton.

Life Time Period (U.R.) n = 20 tahun (Untuk Tahap Operasional)

b. Lalu lintas harian

Tabel 4.6 Lalu lintas harian

No	Jenis Kendaraan	Gol. Kendaraan	Jumlah Kendaraan
1	Mobil	2	25
2	Truck Trailer	7c	3000

(Sumber:Data Penelitian, 2023)

c. Menentukan nilai Equivalent Axle Loads (E)

Nilai E untuk masing-masing jenis kendaraan seperti pada table berikut:

d. Menghitung nilai Equivalent

Tabel 4.7 Nilai Equivalent Axle Loads

No	Jenis Kendaraan	Axle	Axle Load Distribution	E Front	E mid.	E Rear	E t
1	Mobil	Single axle	1.5 +0.5	0.00114		0.00004	0.00118
2	Truck Trailer	Single axle + double + double	7+21+22	0.5415	3.77	4.54	8.852

(Sumber:Data Penelitian, 2023)

Single Axle Load (ESAL)

Tabel 4.8 Nilai ESAL untuk masing-masing kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Cj	UR	365	LHR	Et	ESAL
1	Mobil	0.5	20	365	25	0.0005	134,594
2	Truck Trailer	0.5	20	365	3000	8.852	121,154,906
Jumlah Cumulative ESAL							121,155,040.84

(Sumber:Data Penelitian, 2023)

a. Faktor ditribusi arah (Cj) = 0,5

b. UR = Umur Rencana

c. LHR = Lalu lintas harian

d. Et = Equivalent Axle Loads

Untuk menghitung nilai ESA menggunakan persamaan = (Cj x UR x 365 x LHR x Et) Sehingga didapatkan nilai Cumulative ESAL

CESA 5 = ESAL mobil + ESAL Truck Trailer

$$= 134.594 + 121,154,906$$

$$= 55116523.88$$

$$= 121,155,040.84$$

e. Menghitung Modulus Elastisitas Beton
Perhitungan modulus elastisitas beton yaitu :

Nilai modulus rupture of concrete dicari melalui persamaan berikut ini. Nilai λ yang digunakan sebesar 1 karena menggunakan material beton normal.

$$E_c = 0.62\lambda \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 0.62 * 1 \sqrt{37.5}$$

$$E_c = 3.8 \text{ MPa}$$

Satuan nilai modulus rupture of concrete yang dihitung menggunakan persamaan tersebut adalah MPa, kemudian satuan tersebut perlu diubah kedalam satuan Psi menjadi 551.143 Psi.

f. Load Transfer Coefficient

Nilai load transfer coefficient ditentukan

berdasarkan material yang dipakai pavement dengan hal ini adalah beton bertulang. Berdasarkan tabel 4-1, nilai load transfer coefficient yang didapat adalah sebesar 2.8

g. Persentase Index Serviceability (Δ PSI) AASHTO merekomendasikan untuk perkerasan kaku, nilai P_0 adalah 4.5. Nilai terminal serviceability index (P_t) sebesar 2.5 karena diasumsikan desain major highways. Nilai Δ PSI dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\Delta\text{PSI} = P_0 - P_t$$

$$\Delta\text{PSI} = 4.5 - 2.5$$

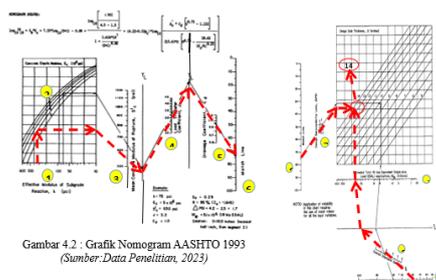
$$\Delta\text{PSI} = 2.0$$

h. Standard Deviasi

AASHTO memberikan nilai standard deviasi sebesar 0.35 untuk perkerasan kaku.

i. Penentuan Tebal Perkerasan

Ketebalan lapisan beton desain diperoleh dengan menggabungkan nomogram-nomogram yang telah diperoleh menjadi satu kesatuan gambar. Nomogram-nomogram akan dihubungkan satu sama lain sampai diperoleh ketebalan lapisan beton desain. Gambar 4-1 di bawah ini adalah penggabungan dari nomogram-nomogram yang sudah dihubungkan



Gambar 4.2 - Grafik Nomogram AASHTO 1993
(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Gabungan nomogram-nomogram yang dihubungkan satu sama lain berdasarkan gambar 4.2 diperoleh tebal perkerasan sebesar 14 inch atau 355 mm.

3. Perencanaan Pembesian pada perkerasan lapangan penumpukan

a. Perhitungan Sambungan Dowel

Dalam pemilihan batang pengikat atau dowel dapat ditentukan berdasarkan ketentuan pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Minimum Ukuran Diameter Dowel untuk Perkerasan Beton

Tebal Pelat Rencana (H) (mm)	Diameter Dowel (mm)	Jarak
125 < H ≤ 160	24	300
160 < H ≤ 200	28	300
200 < H ≤ 250	32	300
H > 250	36	300

Pada gambar 4.9 dapat dilihat tipikal perkerasan beton dengan tulangan untuk area lapangan penumpukan dengan tebal pelat perkerasan beton 305 mm menggunakan tulangan dowel D36-300.

b. Perhitungan Tulangan

Lapangan penumpukan ini dibuat berdasarkan segmentasi. Setiap segmen memiliki ukuran 6 m x 5 m. Maka data untuk mendesain penulangan perkerasan beton adalah sebagai berikut:

- Tebal pelat (h) = 305mm
- Lebar pelat (L) per segmen = 5 m
- Panjang pelat (P) per segmen = 6 m
- Koefisien gesek (F) = 1.8 sesuai tabel 11

Tulangan baja yang digunakan dalam adalah BJTD 40 dengan nilai kuat leleh (F_y) = 400 MPa. Nilai F_y diubah menjadi F_s dengan persamaan berikut.

$$F_s = 0.6 * F_y$$

$$F_s = 0.6 * 400$$

$$F_s = 240 \text{ MPa}$$

1) Perhitungan Tulangan Memanjang

Luasan tulangan perlu dihitung berdasarkan persamaan

$$A_s = (11.76 * F_x * L * h) / F_s$$

$$A_s = (11.76 * 1.8 * 6 * 305) / 240$$

$$A_s = 161.40 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1, nilai rasio minimum tulangan (ρ_{min}) adalah 0.18% (tulangan susut). Dengan menggunakan persamaan, nilai A_s min adalah:

$$A_{s\text{min}} = \rho * b * h$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0018 * 1000 * 305$$

$$A_{s\text{min}} = 549 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_{s\text{min}} > A_s \text{ maka digunakan } A_{s\text{min}}$$

Dipergunakan tulangan D13 mm ($A_s = 0.25 \times \pi \times 132 = 132.73 \text{ mm}^2$)
 Jumlah Tulangan = $549 / (132.73)$
 Jumlah Tulangan = 4.13 = 5 Buah
 Jumlah Tulangan Memanjang = $1000 / 5$
 Jumlah Tulangan Memanjang = 200 mm

Jadi digunakan tulangan konvensional D13-200, luas tulangan konvensional adalah:

2) Perhitungan Tulangan Melintang
 Luasan tulangan perlu dihitung berdasarkan persamaan

$$A_s = (11.76 \times F_x L_x h) / F_s$$

$$A_s = (11.76 \times 1.8 \times 5 \times 305) / 240$$

$$A_s = 134.50 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 7.12.2.1, nilai rasio minimum tulangan (ρ_{min}) adalah 0.18% (tulangan susut).

Dengan menggunakan persamaan, nilai A_s min adalah:

$$A_{smin} = \rho \times b \times h$$

$$A_{smin} = 0.0018 \times 1000 \times 305$$

$$A_{smin} = 549 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$A_{smin} > A_{sperlu}$ maka digunakan A_{smin}

Dipergunakan tulangan D13 mm ($A_s = 0.25 \times \pi \times 132 = 132.73 \text{ mm}^2$)
 Jumlah Tulangan = $549 / (132.73)$
 Jumlah Tulangan = 4.13 = 5 Buah
 Jumlah Tulangan Memanjang = $1000 / 5$

Jumlah Tulangan Memanjang = 200 mm

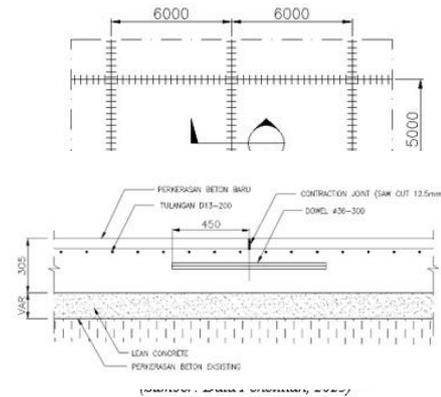
Jadi digunakan tulangan konvensional D13-200

Disimpulkan :

Jadi digunakan tulangan Memanjang D13-200

Jadi digunakan tulangan Melintang D13-200

3) Gambar Rencana Detail Perkerasan



4. Perbandingan biaya pekerjaan metode AASHTO 1993 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa/beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Dalam rigid pavement AHSP yang perlu di hitung diantaranya :

Tabel 4.10. AHSP 1m³ Beton K350

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA KERJA						
	Pelera	L.01	OH	1.65	135,000.00	222,750.00
	Tulang batu	L.02	OH	0.275	165,000.00	45,375.00
	Kepala Tulang	L.03	OH	0.028	175,000.00	4,900.00
	Manfor	L.04	OH	0.083	195,000.00	16,185.00
					JUMLAH HARGA TENAGA KERJA	289,210.00
B BAHAN						
	Semen Portland		kg	413	1,500.00	619,500.00
	Pasir Beton		kg	681	200.00	136,200.00
	Kerikil (Maks 30mm)		kg	1021	150.00	153,150.00
	Air		Liter	215	75.00	16,125.00
					JUMLAH HARGA BAHAN	924,975.00
C PERALATAN						
					JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)					1,214,185.00
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maks 15%)				10%	121,418.50
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1,335,603.50

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Tabel 4.11. AHSP 1m² Bekisting plat

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA KERJA						
	Pekerja	L.01	OH	0.52	135,000.00	70,200.00
	Tukang Kayu	L.02	OH	0.26	165,000.00	42,900.00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0.026	175,000.00	4,550.00
	Mandor	L.04	OH	0.026	195,000.00	5,070.00
					JUMLAH HARGA TENAGA KERJA	122,720.00
B BAHAN						
	Papan Kayu kelas III		m ³	0.045	3,000,000.00	135,000.00
	Pelat 5 cm - 10 cm		kg	0.3	30,000.00	9,000.00
	Marsyal beton		Liter	0.1	45,750.00	4,575.00
					JUMLAH HARGA BAHAN	148,575.00
C PERALATAN						
					JUMLAH HARGA ALAT	
D Jumlah (A+B+C)						271,295.00
E Biaya Uraian dan Keuntungan (Maks 15%)						10%
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)						298,424.50

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Tabel 4.12. AHSP 1 kg Besi

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A TENAGA KERJA						
	Pelaga	L.01	OH	0.7	135,000.00	94,500.00
	Tukang Besi	L.02	OH	6.7	165,000.00	111,500.00
	Kepala Tukang	L.03	OH	0.07	175,000.00	12,250.00
	Mandor	L.04	OH	0.04	195,000.00	7,800.00
					JUMLAH HARGA TENAGA KERJA	230,050.00
B BAHAN						
	Besi beton (jalat/silat)		kg	105	15,500.00	1,627,500.00
	Kawat Besard		kg	1.5	24,000.00	36,000.00
					JUMLAH HARGA BAHAN	1,663,500.00
C PERALATAN						
					JUMLAH HARGA ALAT	
D Jumlah (A+B+C)						1,893,550.00
E Biaya Uraian dan Keuntungan (Maks 15%)						15%
F Harga Satuan Pekerjaan (D+E)						2,177,582.50
G Harga Satuan Pekerjaan						Per 1 kg
						21,775.83

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Tabel 4.13. Rekap Harga Pekerjaan Rigid Pavement Metode Bina Marga 2017

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOL	HARSAT	JUMLAH
1	Bekisting	m ²	6.71	Rp 298,424.50	Rp 2,002,428.40
2	Pembesian D13	kg	300.96	Rp 21,775.83	Rp 6,553,653.80
3	Pembesian D36	kg	381.12	Rp 21,775.83	Rp 8,299,269.66
4	Beton K350	m ³	9.15	Rp 1,335,603.50	Rp 12,220,772.03
				Total	Rp 29,076,123.87

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Note: Volume dihitung berdasarkan segmen rigid pavement 6x5 meter

Tabel 4.14. Rekap Harga Pekerjaan Rigid Pavement Metode AASHTO 1993

NO	ITEM PEKERJAAN	SAT	VOL	HARSAT	JUMLAH
1	Bekisting	m ²	7.81	Rp 298,424.50	Rp 2,330,695.35
2	Pembesian D13	kg	300.96	Rp 21,775.83	Rp 6,553,653.80
3	Pembesian D36	kg	381.12	Rp 21,775.83	Rp 8,299,269.66
4	Beton K350	m ³	10.65	Rp 1,335,603.50	Rp 14,224,177.28
				Total	Rp 31,407,796.07

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

Note: Volume dihitung berdasarkan segmen rigid pavement 6x5 meter

3.1.2. Analisis Perencanaan Mutu Beton pada Lapangan Penumpukan Pelabuhan di Jakarta

a. Tabel Standar Penggunaan mutu beton berdasarkan klasifikasinya

Tabel 4.15 Mutu beton dan penggunaan

Jenis Beton	fc' (MPa)	fm' (Kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	35 - 65	K400 - K800	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton bertulang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 - <35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15 - <20	K175 - <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton silang, trotar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - <15	K125 - <K175	digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

(Sumber: Pedoman Teknis Pd T-07-2005-B)

b. Perencanaan Mutu Beton

Berdasarkan table pedoman teknis Pd T-07-2005-B peneliti merencanakan mutu beton yang akan dipakai menggunakan jenis mutu beton sedang karena pada umumnya untuk perkerasan kaku di pakai klasifikasi tersebut yaitu : Mutu Beton Sedang dengan mutu 30 Mpa/ K350 Kg/cm²

Untuk menentukan mutu beton dan kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari menggunakan persamaan

$$f_{cf} = 3.13 K (f_c')^{0.5} \text{ dalam MPa}$$

$$f_{cf} = 3.13 \times 0.7 (350)^{0.5}$$

$$f_{cf} = 40.98 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (ASTM C-78 30-50 Kg/cm}^2\text{)}$$

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat Tarik lentur umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM-C78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3-5MPa (30-50 Kg/cm²)

Mutu Beton direncanakan = 30 Mpa
Atau setara K350 Kg/cm²

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

Evaluasi Perencanaan Struktur Peninggian Lapangan Penumpukan Pelabuhan Di Jakarta berdasarkan analisis Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Bina Marga maka umur rencana atau Life Time Period (U.R.) n = 20 tahun (Untuk Tahap Operasional), dengan faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R) sebesar 20,06. Faktor Distribusi Lajur Serta Faktor Distribusi Arah Faktor ditribusi arah (DD) = 0,5
Faktor distribusi lajur (DL) = 1 nilai Vehicle Damage Factor (VDF) nilai Equivalent Standard Axle (ESA) dan Cumulative Equivalent Single Axle (CESA) Nilai CESA didapat = 55.116523 x 106

1. Desain Perkerasan berdasarkan hasil dari table diatas maka menggunakan struktur perkerasan <86 yang menghasilkan tebal pelat beton 305 mm, sambungan dowel menggunakan tulangan dowel D36-300.

Pembesian untuk Pelat di rencanakan dengan segmen ukuran 6 m x 5 m dengan tulangan memanjang menggunakan D13-200 dan tulangan melintang D13-200 Sedangkan dengan metode AASHTO 1993 didapat tebal rigid pavement 355mm

Tabel 4.16 Perbandingan Metode AASHTO 1993 dan BM 2017

NO	ITEM	AASHTO 1993	BINA MARGA 2017
1	Tebal Rigid Pavement	355 mm	305 mm
2	Pembesian	D13-200	D13-200
3	Biaya Pekerjaan Rigid per satuan modul 6x5m	Rp. 31,407,796.07	Rp 29,076,123.87

(Sumber: Data Penelitian, 2023)

2. Rigid Pavement Lapangan Penumpukan Pelabuhan Di Jakarta dari hasil analisis di dapat menggunakan mutu beton $F_c' = 30$ MPa atau K350 kg/cm² sesuai Pedoman Teknis Pd T-07-2005-B PUPR

4. KESIMPULAN

Setelah mengevaluasi perencanaan ketebalan rigid pavement lapangan penumpukan dibuat maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang adalah sebagai berikut :

1. Desain Perkerasan berdasarkan hasil dari perhitungan diatas maka menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 menghasilkan tebal pelat rigid pavement 305 mm, Sedangkan metode AASHTO 1993 menghasilkan tebal rigid pavement 355 mm. Untuk sambungan dowel menggunakan tulangan dowel D36-300. Pembesian untuk Pelat di rencanakan dengan segmen ukuran 6 m x 5 m dengan tulangan memanjang menggunakan D13-200 dan tulangan melintang D13-200 Dengan biaya pekerjaan untuk rigid pavement dengan volume segmen 6 m x 5 m Bina Marga 2017 sebesar Rp 29,076,123.87 sedangkan AASHTO 1993 sebesar Rp. 31,407,796.07
2. Lapangan Penumpukan Pelabuhan Di Jakarta dengan menggunakan mutu beton $F_c' = 30$ MPa atau K350 kg/cm²

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, Bambang. 1996. "Pelabuhan", Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
- Capt. R. P. Suyono, M.Mar, 2007, Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut Edisi IV, Jakarta.
- Lasse.D.A.(2014).Manajemen Kepelabuhanan. Jakarta; Raja Grafindo Persada.
- Hardiyatmo (2015), Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah Yogyakarta: UGM
- Oetomo (2013). Lapisan konstruksi perkerasan jalan