

ABSTRAK

REHABILITAS KOMPLEKS PELABUHAN TANJUNG PERAK

OLEH :
HASAN NURUL
3191.100.012

DOSEN PEMBIMBING :
Ir. DYAH IRIANI, Msc

Pelabuhan Tanjung Perak dengan kondisi yang ada saat ini dirasakan kurang memenuhi syarat untuk menangani arus bongkar muat sampai dengan tahun 2020. Berdasarkan data yang dimiliki oleh PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III selaku pengelola pelabuhan , setiap tahun arus bongkar muat yang harus ditangani mengalami peningkatan persentasenya dikeseluruhan pangkalan yang ada ditambah lagi dengan adanya pergeseran persentase dalam distribusi penanganan yang berakibat pada kesulitan penempatan barang hasil bongkar muat. Dari data yang dilaporkan serta berdasarkan kondisi dilapangan kekurangan tersebut semakin tampak terutama dalam penempatan barang diarea pelabuhan yang kurang rapi. Umumnya infrastruktur yang ada dipelabuhan dirasakan sangat tua sehingga sangat kurang memenuhi syarat untuk penempatan barang sehingga perlu dilakukan rehabilitasi. Rehabilitasi dilakukan bertujuan memperbaiki sarana dan prasarana serta mengantisipasi peningkatan arus bongkar muat, sehingga diperoleh kemudahan dan kecepatan penanganan. Hasil lain rehabilitasi didapat lay out pelabuhan yang lebih sempurna seperti umumnya pelabuhan modern.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.3.1. Grafik peramalan PDRB Jawa Timur sampai tahun 2020	38a
Gambar 4.3.2. Grafik peramalan pertumbuhan industri di Jawa Timur sampai tahun 2020	38b
Gambar 4.4.A . Grafik perbandingan peramalan antara Trend B/M dan B/m	38c
Gambar 4.5. Grafik peramalan arus kunjungan kapal sampai tahun 2020	38d
Gambar 4.5. Grafik peramalan arus kunjungan kapal rencana sampai tahun 2020	38g
Gambar5.14. Grafik trend B/M rencana	47h

BAB II

LANDASAN TEORI

Pekerjaan rehabilitasi yang akan dilakukan banyak dibutuhkan perhitungan baik mengenai arus bongkar muat, jumlah kunjungan kapal, data-data statistik pendukung pelaksanaan rehabilitasi, perhitungan struktur, dan perhitungan-perhitungan lain.

Dalam bab ini tiap perhitungan terpakai akan dijelaskan teori-teori yang menjadi landasan pekerjaan rehabilitasi.

2.1. Analisa Regresi.

Untuk mendapatkan jumlah arus barang yang akan ditangani dengan kondisi maksimum rehabilitasi yang akan dilakukan perlu perhitungan dengan memakai metode proyeksi trend. Metode tersebut didapat dengan memakai analisa regresi untuk mendapatkan garis trend melalui persamaan matematis. Analisa regresi sendiri digunakan sebagai alternatif perhitungan dengan alasan melihat dari jumlah data pertahunnya yang ada sudah lebih dari cukup sebagai bahan kajian.

Pada penggunaan persamaan garis regresi langkah awal yang dilakukan adalah melakukan perhitungan dengan maksud

mendapatkan nilai koefisien korelasi (R). Nilai dari koefisien korelasi adalah -1 sampai $+1$ ($-1 \leq R \leq +1$) sedangkan korelasi sendiri adalah nilai yang menunjukkan kuat tidaknya hubungan antara x dan y .

Model regresi dalam Tugas Akhir ini digunakan untuk menghitung PDRB, pertumbuhan industri serta data bongkar muat dari pihak pelabuhan. Rumus empiris yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\text{a. Linier} \quad \rightarrow y = a + bx \quad (2.1)$$

$$\text{b. Logaritmik} \quad \rightarrow y = a \ln(x) + b \quad (2.2)$$

$$\text{c. Polynomial} \quad \rightarrow y = a x^2 + bx + c \quad (2.3)$$

$$\text{d. Exponensial} \quad \rightarrow y = a e^{(bx)} \quad (2.4)$$

dimana :

y = variable tak bebas, yaitu PDRB atau pertumbuhan industri yang ingin diketahui

x = variable bebas , parameter yang telah diketahui pada perhitungan ini adalah tahun

a, b, c = konstanta-konstanta

Rumus yang dipakai untuk peramalan bongkar muat adalah Regresi Berganda berikut :

$$\text{a. Linier} \quad \rightarrow y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 \quad (2.5)$$

$$\text{b. Logaritmik -1} \quad \rightarrow y = b_0 + b_1 \ln(x_1) + b_2 \ln(x_2) \quad (2.6)$$

$$\text{c. Logaritmik -2} \quad \rightarrow y = b_0 + b_1 \log(x_1) + b_2 \log(x_2) \quad (2.7)$$

dimana :

y = variabel tak bebas, yaitu volume bongkar muat peti kemas yang ingin diketahui

- x_1 = variabel bebas, yaitu parameter diketahui PDRB
 x_2 = variabel bebas, yaitu parameter pertumbuhan industri
 b_0, b_1, b_2 = konstanta-konstanta

2.2. Teori Antrian

Untuk menentukan jumlah tambatan pada perhitungan tugas akhir ini dipilih metode teori antrian karena dirasa sudah cukup memadai. Untuk keperluan optimalisasi rehabilitasi dilihat dari sisi ekonomi serta kepadatan lalu lintas teori ini dipakai dengan alasan:

1. Arus kedatangan kapal kepelabuhan bersifat random
2. Jumlah muatan dan waktu bongkar muat bervariasi

Data yang digunakan pada perhitungan teori antrian adalah:

1. Volume bongkar muat
2. Kapasitas dermaga

Sistem antrian ini sering dikenal juga sebagai Delay Sistem, yang dimaksud dengan delay sistem adalah sistem yang menyediakan fasilitas tunggu.

D.G. Kendall (1951) membuat klasifikasi berdasarkan faktor-faktor dalam sistem antrian sebagai berikut:

1. Distribusi antar datang kapal.
2. Distribusi service time
3. Jumlah tambatan.

Jarak antar kedatangan kapal, adalah jarak atau waktu antara kedatangan 2 kapal yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Pada umumnya jarak antar waktu kedatangan (inter arrival time) kapal membentuk suatu fungsi distribusi statistik tertentu dan kadang mengikuti dasar tertentu. Dengan cara mengelompokan data-data inter arrival time kedalam beberapa interval waktu, sehingga didapatkan frekuensi dari tiap-tiap interval waktu tersebut. Kemudian digambarkan grafik yang mendekati distribusi tersebut.

Service time adalah waktu yang dibutuhkan kapal untuk mengadakan bongkar muat di dermaga. Umumnya memiliki kurva distribusi tertentu.

Masing-masing distribusi ini ditulis dengan kode penulisan yang terdiri dari 3 susunan kode seperti berikut :

$x / y / z$ dimana :

x = distribusi kedatangan kapal

y = distribusi waktu pelayanan didermaga

z = jumlah tambatan

Dapat diikuti metode-metode berikut :

M/M/N (dapat dilihat pada gambar 2.2)

M/E2/N (seperti tabel 2.1 dan tabel 2.2)

E2/E2/N (seperti tabel 2.3)

Dimana :

M = Markovian = Negative Exponensial = Erlang (K=1)

E2 = Distribusi Erlang (K=2)

Yang dimaksud dengan M/M/4 adalah distribusi kedatangan kapal dipelabuhan adalah Markovian, sedangkan service time juga terdistribusi secara Markovian dan jumlah dermaga yang optimal adalah 4 buah.

Rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung tambatan adalah:

$$\lambda = \frac{\Omega}{\text{DWT} \times \text{Hari kerja}} \quad \dots(2.16)$$

$$T_w = t_w \times T_b \quad \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\text{BOR} (\theta) = 100 \times \lambda \times T_b \quad \dots\dots\dots(2.18.)$$

$$T_b = \frac{\text{DWT} \times \text{Hari kerja}}{\mu} \quad \dots(2.19.)$$

$$\text{Waiting cost} = \frac{T_w \times \text{Biaya tunggu}}{\text{Hari}} \quad \dots\dots\dots(2.20.)$$

$$\text{Construction cost} = \frac{N \times d \times \text{biaya pembangunan}}{m'} \quad \dots\dots(2.21.)$$

dimana:

T_b = rata-rata waktu pelayanan didermaga (berth time)

N = jumlah dermaga yang akan direncanakan

λ = rata-rata kedatangan kapal (jumlah kapal perhari)

θ = Berth Occupancy Ratio (BOR) dalam %

Ω = volume bongkar muat pertahun

μ = kapasitas produksi perunit tambatan pertahun

T_w = waktu tunggu

d = panjang satu tambatan

2.3. Perencanaan Tata Letak

Kondisi operasional dipelabuhan yang meningkat cenderung mendekati kapasitas maksimum mengharuskan perubahan pada fasilitas yang ada. Rehabilitasi yang dilakukan tidak bersifat merubah total fasilitas yang ada saat ini tetapi berusaha untuk meningkatkan pada kondisi paling maksimal. Rehabilitasi dilakukan pada fasilitas-fasilitas yang dirasa kurang bisa mendukung kenaikan volume bongkar muat, sehingga perlu direnovasi sesuai dengan tata letak yang sesuai dengan standar yang berlaku saat ini.

2.3.1. Tata Letak Gudang

Persyaratan seperti yang didapat dari UNCTAD mengenai tata letak gudang adalah sebagai berikut :

1. Panjang gudang biasa dibatasi antara 110m-120m dari panjang rata-rata dermaga (panjang dermaga antara 160m-180m)
2. Lebar gudang bebas tapi disarankan kurang dari 60m lebar paling minimum 50m
3. Dibuat batas pemisah antara gudang yang bersebelahan berupa jalan atau fasilitas lain.

2.3.2. Tata Letak Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan seperti yang disyaratkan UNCTAD adalah sebagai berikut :

1. Bebas dengan arti tidak menjadi bagian dari jalan, lapangan parkir, daerah pembebanan
2. Konstruksi permukaan lapangan penumpukan disesuaikan dengan kondisi dilapangan.
3. Dibuatkan drainase untuk mengantisipasi banjir saat hujan.

2.3.3. Jalan dan lapangan parkir.

secara umum bagian terpenting pendukung fasilitas dermaga adalah jalan penghubung dari tempat bongkar muat ketempat penyimpanan atau tujuan lain.

Syarat jalan yang ada di UNCTAD adalah:

1. Jalan didepan dermaga atau apron lebar yang disarankan adalah tidak kurang dari 25m atau lebihnya 30m
2. Dapat memindahkan barang dengan cepat dan aman
3. Disesuaikan dengan peralatan yang dipakai
4. Tidak terlalu jauh dari lokasi penimbunan barang.
5. Areal parkir disesuaikan dengan kapasitas bongkar muat yang ada dilapangan dan tipe angkutan yang dipakai.
6. Areal parkir disarankan berada pada jalur masuk pelabuhan atau berseberangan dengan jalur keluar.

2.4.Perhitungan Konstruksi gudang

Perhitungan yang dilakukan disesuaikan dengan standar yang berlaku di Indonesia , rumus terpakai :

2.4.1.Gording:

1.Pembebanan:

- Beban Mati, merupakan hasil penjumlahan dari ;
Berat sendiri gording+berat penutup atap+10%(berat sendiri gording+berat penutup atap)+berat penggantung.
beban hidup,(2.22) dibedakan atas :

a. Akibat hujan.

$$W = (40 - 0.8\alpha) < 20 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots(2.23)$$

$$M_x = 1/8 qL^2 \cos \alpha \quad \dots\dots\dots(2.24)$$

$$M_y = 1/8 q(L/3)^2 \sin \alpha \quad \dots\dots\dots(2.25)$$

b. Akibat beban terpusat,

$$P = 100 \text{ kg (beban pekerja)}$$

Perhitungan momen:

$$M_x = 1/4 pL \cos \alpha \quad (2.26)$$

$$M_y = 1/4 p(L/3)^2 \sin \alpha \quad (2.27)$$

• Beban angin :

Faktor kemiringan atap (α) harus dicari terlebih dahulu. Tekanan tiup direncanakan sesuai dengan PMI 83 adalah sebesar 40 kg/m^2

a. Akibat angin dari kiri

- Atap kiri $= (0.02 \alpha - 0.4)$ (2.28)

- Dinding kiri $= 0.9$

- Atap kanan $= -0.4$

- Dinding kanan $= -0.4$

b. Akibat angin dari kanan = sama tapi arahnya berlawanan.

2. Kombinasi pembebanan.

• Beban tetap.

$$M_x = M + H_d \quad (2.29)$$

$$M_y = M + H_d \quad (2.30)$$

• Beban sementara.

$$M_x = M + H_d + A \quad (2.31)$$

$$M_y = M + H_d + A \quad (2.32)$$

- Kontrol tegangan (2.33)

$$\sigma = M_x/W_y + M_y/0.5W_y$$

$$\sigma < \sigma_{kip}$$

perhitungan kip didapat dari :

- Kontrol stabilitas profil :

$$= h/t_b < 75$$

$$= L/h > 1.25 b/t_s$$

Bila profil berubah bentuk

$$A' = A_{daun} + 1/6 A_{badan}$$

$$I_y = (0.5 \times I_y/a')^{0.5}$$

$$\lambda = L/i_y$$

$$\sigma = \sigma' / \omega$$

Bila profil tidak berubah bentuk;

Statis tertentu, pelat badan diberi pengaku kesamping

$$1. L h/b t_s = c_1 < 250$$

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}_{dasar}$$

$$2. c_2 = 0.63 E / \bar{\sigma}$$

$$\text{bila } c_2 \geq c_1 \geq 250$$

$$\bar{\sigma} = \bar{\sigma} - ((c_1 - 250) / (c_2 - 250)) \times 0.3 \bar{\sigma}$$

$$3. c_1 > c_2$$

$$\bar{\sigma}_{kip} = (c_2/c_1) \times 0.7 \bar{\sigma}$$

Statis tertentu, pelat badan tidak diberi pengaku kesamping

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0.042 \times c_1 \times c_2 \times (t_b/h)^3 \times \sigma'$$

Kontrol lendutan , (2.34)

$$f_y = 5/384 q_x \times L_x^4 / E I_x + 1/48 P_x \times L_x^3 / E I_x$$

$$f_x = 5/384 q_y \times L_y^4 / E I_y + 1/48 P_y \times L_y^3 / E I_y$$

$$f = (f_x + f_y)^{1/2} \quad f < f_{max}$$

dimana :

M_x	= momen searah sumbu x sejajar kemiringan atap
M_y	= momen searah sumbu y atau tegak lurus kemiringan atap
q	= beban terbagi rata
L	= jarak portal
W	= beban akibat hujan
P	= beban terpusat
α	= kemiringan atap
M	= momen akibat beban mati
H_d	= momen akibat beban hidup
W_y	= momen tahanan arah y dari profil
W_x	= momen tahanan arah x dari profil
H	= tinggi balok
t_s	= tebal sayap
t_b	= tebal badan
l	= jarak dua titik dimana tepi tertekan dari balok itu ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan kesamping
i_y	= jari-jari kelembaman
λ	= kelangsingan batang tarik
$\bar{\sigma}$	= tegangan dasar
$\bar{\sigma}_{kip}$	= tegangan dari balok yang dibebani lentur
Adaun	= luas daun profil
Abadan	= luas badan profil
A'	= luas batang lentur lateral pada sisi sayap tekan
EI	= kekakuan elemen penguat
f	= lendutan

- c = batas kelangsingan
- ω = faktor tekuk
- e_{x^*} = eksentrisitas

2.4.2. Kolom

- Kontrol tegangan

Sumbu x :

$$\lambda = L_y / i_x$$

$$n_x = A \sigma_{ex} / N$$

$$e_{x^*} = \delta_x W_x / A$$

Sumbu y :

$$\lambda = L_y / i_y$$

$$n_y = A \sigma_{ey} / N$$

$$e_{y^*} = \delta_y W_y / A$$

Perumusan selanjutnya lihat(2.33)

Kolom bergoyang : (2.35)

$$\Theta = 5 \bar{\sigma} / \sigma_{kip}(8-3(M_{x1}/M_{x2})), \text{ dimana } \Theta \geq 1$$

$$n_x / (n_x - 1) (V_x - N) e_{x^*} / W_x + 0.85 \Theta n_x / (n_x - 1) M_x /$$

$$W_x + 0.85 n_y / (n_y - 1) M_y / W_y \leq \bar{\sigma}$$

$$\omega_y N / A + n_y / (n_y - 1) (V_y - N) e_{y^*} / W_x + 0.85 \Theta n_x /$$

$$(n_x - 1) M_x / W_x + 0.85 n_y / (n_y - 1) M_y / W_y \leq \bar{\sigma}$$

$$N / A + \Theta M_x / W_x + M_y / W_y \leq \bar{\sigma}$$

2.4.3. Perhitungan balok

- Kontrol tegangan,

$$\sigma = M/W_x(\text{atas})$$

perumusan selanjutnya lihat(2.33)

2.4.4. Perhitungan regel.

- Regel horisontal, Pembebanan:

Beban mati = berat sendiri regel + berat penutup dinding + 10% (berat sendiri regel + berat penutup dinding)

Perhitungan momen arah x.

$$M_x = 1/8 qL^2$$

Beban hidup, diambil $P=100\text{kg}$ (beban pekerja)

$$M_x = 1/4 PL$$

Perhitungan momen arah y.

$$M_y = 1/8 qL^2$$

Kontrol tegangan,

$$\sigma = M_x/W_x + M_y/W_y$$

perumusan selanjutnya lihat (2.33)

- Regel vertikal,

Pembebanan:

Beban mati = berat regel vertikal+berat regel horisontal+berat dinding seng +10% total beban mati

Beban hidup, diambil $P=100\text{kg}$ (berat pekerja)

$$\text{Beban horisontal} = Pa = cWA$$

c = koefisien angin

W = tekanan tiup

A = luas bidang

Perumusan selanjutnya lihat(2.33)

2.4.5. Perhitungan sambungan.

Jarak baut :

$$1.5d < S < 3d$$

$$2.5d < \mu < 7d$$

$$P_{geser} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot \tau$$

$$P_{tumpu} = t \cdot \phi \cdot \sigma'_{tu}$$

$$T = \frac{M}{\sum d}$$

$$\bar{\tau}_g = \frac{F \cdot \sigma_p \cdot n}{\Theta}$$

$$\tau_g(\text{komb}) = \frac{F \cdot n \cdot (\sigma_p - 1.7 \sigma_{ta})}{\Theta}$$

$$\sigma_{ta} = 0.6 \sigma_p$$

$$\bar{\tau} = \frac{D}{\text{Jumlah baut}}$$

$$K = \frac{D}{n}$$

$$\tau = \frac{K}{A_{baut}}$$

akibat momen,

$$T_{max} = \frac{M \cdot d_{max}}{\sum d^2}$$

$$\sigma(\text{tarik}) = \frac{T}{A_{drat}}$$

kontrol tegangan = kombinasi tarik dan geser

$$\sigma(\text{ijin}) = (\sigma^2 + 1.57 \cdot \tau^2)^{0.5}$$

$$\sigma(\text{badan}) = \sigma(\text{ijin}) \cdot 0.7$$

$$\sigma = (\sigma/\sigma'_{t})^2 + (\tau/\tau')^2$$

dimana,

d = diameter baut

S = jarak dari sumbu baut paling luar ketepi bagian yang disambung

μ = jarak antar baut

P_{geser} = kekuatan baut atas geser

P_{tumpu} = kekuatan baut atas tumpu

t	= tebal pelat yang disambung diambil yang terkecil
ϕ	= diameter baut
T	= gaya tarik pada sumbu horisontal baut
σ_{tumpu}	= tegangan tumpu
σ_{tarik}	= tegangan tarik
M_d	= momen yang diterima pada jarak d
τ	= tegangan geser yang diijinkan
D	= gaya geser
K	= beban yang diterima satu baut
π	= 3.14
Θ	= faktor keamanan (SF=1.4)
σ_p	= tegangan yang terjadi pada baut akibat (proof of load) pembebanan tarik awal .
σ_a	= tegangan tarik yang terjadi pada baut akibat beban kerja

2.4. Perhitungan Perkerasan

Jalan dan Lapangan Parkir.

Perhitungan perkerasan untuk jalan dan lapangan parkir di pakai rumusan yang sama dengan alasan untuk perkerasannya digunakan bahan aspal seperti umumnya pelabuhan pelabuhan di Indonesia. Untuk perumusan perhitungan dipakai rumus seperti yang disarankan Departemen Pekerjaan Umum, adapun rumusnya seperti berikut ;

1. Lalu lintas harian rata rata :

$$LHR = \text{Volume harian kendaraan} \times (1 + i)^n$$

Dimana ;

i = persentase kenaikan arus lalu lintas dibedakan atas persentase kenaikan selama pelaksanaan dan persentase setelah pelaksanaan atau akhir pekerjaan perkerasan.

n = umur rencana

2. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) ;

$$LEP = LHR \times C \times E$$

Dimana ;

C = koefisien distribusi kendaraan (lampiran)

E = angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (lampiran)

3. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) ;

$$LEA = LHR (1 + i) ^{UR} \times C \times E$$

Dimana ;

UR = umur rencana

4. Lintas Ekuivalen Tengah (LET) ;

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

5. Indeks Tebal Perkerasan (ITP), penentuan tebal perkerasan dengan dasar kekuatan relatif masing masing lapisan perkerasan.

Rumus terpakai :

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

Dimana ;

a_1, a_2, a_3 = koefisien relatif bahan perkerasan (lampiran)

D_1, D_2, D_3 = tebal masing masing lapis perkerasan (cm)

ITP bisa dicari dengan nomogram pada lampiran 2.1

6. Parameter lain (mengenai subgrade) yang mendukung adalah

CBR = California Bearing Ratio

DDT = Daya Dukung Tanah

FR = Faktor Regional, menyangkut permeabilitas tanah, perlengkapan drainase bentuk alinyemen, persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton, kendaraan yang berhenti dan iklim mencakup curah hujan rata rata pertahun (lampiran)

Lapangan Penumpukan

Lapangan penumpukan dihitung berdasarkan perumusan yang disarankan oleh British Port Association (The Structural Design of Heavy Duty Pavements for Ports and other Industries) adapun rumus yang digunakan seperti berikut ;

Perhitungan beban roda :

Roda depan ,

$$W_1 = f_d \times f_p \times ((A_1 \times W_c \times + B_1) / M)$$

Roda belakang,

$$W_2 = f_d \times ((A_2 \times W_c + B_2) / 2)$$

$$A_1 = -X_2 / (X_1 - X_2)$$

$$A_2 = -X_1 / (X_2 - X_1)$$

$$B_1 = WT \times (XT - X_2) / (X_1 - X_2)$$

$$B_2 = WT \times (XT - X_1) / (X_2 - X_1)$$

Dimana :

f_d = dynamic factor

f_p = wheel proximity factor

W_1 = beban pada roda depan

W_2 = beban pada roda belakang

W_c = berat beban terangkut

W_t = berat sendiri dari alat

X_1 dan X_2 ditunjukkan dalam gambar 2.5.

Number of Repetition.

Jumlah trip = Kapasitas terangkut (kg) / kapasitas rata rata terangkut (kg)

Kapasitas rata rata terangkut ditunjukkan dalam (lampiran)

Design life (N),

$N = (NU \times \text{Unladen damaging effect} + NL \times \text{Average damaging effect}) / \text{critical damaging effect}$

Dimana ,

NU = Number of Unladen trips

NL = Number of Laden trips

Perhitungan yang dilakukan tergantung atas tabel yang ditentukan dalam keseluruhan perhitungan.

2.6. Perencanaan Utilitas

Utilitas yang selama ini telah ada dipelabuhan tidak dilakukan perubahan jika terdapat perubahan fisik hanya mengikuti kondisi fisik yang ada mengikuti hasil akhir dari rehabilitasi yang dilakukan.

BAB III

KONDISI PELABUHAN SAAT INI

3.1.UMUM

Surabaya terletak di bagian utara P. Jawa dimana pelabuhan Tanjung Perak berada. Perairan yang digunakan untuk operasional pelabuhan adalah perairan Selat Madura dimana selat ini memisahkan P.Madura dan P.Jawa. Pelabuhan Tanjung Perak posisinya berada disebelah selatan Selat Madura.

Pintu masuk utama dari Laut Jawa adalah melalui utara, yaitu jalur pelayaran (alur) barat selat Madura. Pelabuhan berada ± 40 km dari laut bebas, sedangkan alur timur terlalu dangkal sehingga hanya digunakan kapal-kapal kecil. Alur barat dapat menampung draft kapal sedalam maksimum 9.5 m.

Pelabuhan Surabaya mulai dikembangkan pada tahun 1917, dengan pembangunan dermaga Jamrud, penambahan dermaga Nilam, Berlian, Mirah dan Perak, dilakukan untuk menangani perdagangan nusantara dan samudera. Dermaga dermaga tersebut dibangun mengelilingi kolam pelabuhan sehingga memungkinkan kapal type konvensional bertambat. Sedangkan kapal lokal dan rakyat bertambat sepanjang Kalimas sampai Jalan Jakarta.

Total panjang dermaga di pelabuhan Tanjung Perak ± 8700 m, dimana 2300 m dari panjang dermaga berada di Kalimas, sedang

yang 500 m adalah dermaga ICT(International Container Terminal), Jadi yang tersisa tinggal 5900 m dan seluruhnya berada disekeliling kolam pelabuhan Tanjung Perak.

Kedalam perairan didepan dermaga bervariasi antara 2.0 sampai 10.5 dibawah LWS (Low Water Spring). Pada tabel 3.1. dapat dilihat berbagai kondisi pangkalan dipelabuhan Tanjung Perak.

3.2. FASILITAS LAPANGAN PENUMPUKAN

Fasilitas pelabuhan Tanjung Perak yang ada saat ini adalah hasil pengembangan dari fasilitas yang ada sebelumnya , jadi pada beberapa bagian pelabuhan yang terlebih dahulu dibangun banyak mengalami kerusakan baik ringan maupun berat.

Pada lapangan penumpukan kondisinya masih bisa dipertahankan mengingat kerusakan yang terjadi tidak begitu berat, kerusakan yang terjadi hampir dialami oleh semua pangkalan yang ada. Kerusakan yang terjadi umumnya berupa pecah-pecah dibeberapa tempat yang dimungkinkan akibat beratnya beban atau akibat kejatuhan beban berat. Secara umum kondisi tersebut masih dapat digunakan untuk penumpukan. Tetapi bila dikehendaki suatu kondisi yang bagus dan prima, maka perlu diadakan pelapisan perbaikan secara menyeluruh dengan bahan yang keras dan berkualitas baik. Tabel 3.2. menunjukkan data luas lapangan penumpukan.

3.3. FASILITAS GUDANG

Untuk peningkatan pelayanan bongkar muat dipelabuhan perlu diadakan berbagai pembenahan dengan maksud menyesuaikan dengan kondisi bongkar muat yang akan terjadi dimasa datang.

Pembenahan yang dilakukan berupa pembenahan baik sarana, prasarana dan operasional. Berkaitan dengan pembenahan disektor

prasarana perlu adanya perubahan lay out pelabuhan diwilayah Jamrud, Berlian, Nilam, dan Mirah hal ini menyangkut kebutuhan luas pergudangan.

3.3.1. Kondisi struktur gudang di wilayah pelabuhan Jamrud

Wilayah pelabuhan Jamrud dibagi menjadi dua bagian yaitu Jamrud Utara dan Jamrud Selatan. Jumlah seluruh gudang adalah sebanyak 23 buah yang terdiri dari 15 buah diwilayah Jamrud Utara dan 8 buah diwilayah Jamrud Selatan

Tata letak gudang tersebut dibagi menjadi 3 jalur, yaitu :

- Jalur Utara dengan nomor gudang : 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109
- Jalur Tengah dengan nomor gudang : 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119
- Jalur Selatan dengan nomor gudang : 121, 122, 124, 125, 126, 200, 201, 202

Secara umum kondisi struktur gudang diwilayah jalur tengah mengalami tingkat kerusakan paling parah dibandingkan dengan struktur gudang dijalur utara dan selatan sehingga jika dilakukan perbaikan akan diperlukan biaya yang cukup besar.

3.3.2. Kondisi struktur gudang di wilayah pelabuhan Mirah.

Pelabuhan Mirah adalah pelabuhan yang memiliki kondisi terbaik dibandingkan dengan pelabuhan-pelabuhan yang lain (Jamrud, Berlian, Nilam) baik kondisi pergudangannya, perkerasan, maupun dermaganya.

Jumlah gudang yang ada hanya 4 buah yang bentuk dan luasnya seragam. Dengan demikian pergudangannya kelihatan rapi.

Gudang-gudang yang dimiliki adalah gudang dengan nomor 301, 302, 303 dan 304.

Secara umum gudang-gudang yang ada dipelabuhan Mirah mempunyai kondisi yang cukup baik terutama kondisi struktur utama dan struktur sekundernya, sehingga belum perlu diadakan perbaikan. Tetapi untuk dinding, atap dan talang secara umum perlu pembenahan, karena di beberapa tempat terdapat kerusakan ataupun kebocoran.

3.3.3. Kondisi struktur gudang di wilayah pelabuhan Berlian.

Pelabuhan Berlian adalah termasuk pelabuhan yang cukup besar. Tetapi karena areal peti kemasnya cukup luas, maka jumlah gudangnya hanya 6 buah. Gudang-gudang tersebut bernomor 400, 400A, 401, 402, 405, dan 406.

Ukuran dan bentuk struktur yang ada cukup bervariasi (tidak seragam), sehingga tata letaknya kurang rapi. Beberapa gudang mempunyai kondisi cukup baik, beberapa gudang yang lainnya mempunyai kondisi kurang baik. Dengan demikian tidak dapat dipakai acuan keseluruhan kondisi gudang.

3.3.4. Kondisi struktur gudang di wilayah pelabuhan Nilam

Di wilayah pelabuhan Nilam hanya terdapat 4 buah gudang yaitu gudang nomor 500, 501, 502, dan 503. Keempat gudang tersebut seperti halnya pelabuhan Berlian mempunyai bentuk, ukuran, dan model yang bervariasi. Semua gudang terdapat kolom tengah.

Kondisi keempat gudang tersebut relatif baik terutama struktur utamanya. Kerusakan gudang-gudang tersebut sebagian besar

terjadi pada dinding tembok berupa pecah-pecah atau retak-retak dan juga kerusakan pada atap dan talang yang berupa kebocoran. Kondisi keseluruhan gudang yang ada dipelabuhan Tanjung Perak dapat dilihat pada tabel 3.2.

3.4. FASILITAS JALAN DAN LAPANGAN PARKIR

Lebar jalan yang ada dimasing-masing pangkalan rata-rata adalah 12 meter. Sistem perkerasan Macadam dengan lapisan permukaan bukan lalaston. Kondisi perkerasan secara umum baik, pengaturan kemiringan dan elevasi permukaan tidak rata dan tidak seragam.

Dipangkalan Jamrud kemiringan arah melintang (crown) jalan yang terjadi adalah $\pm 1\%$ sampai 2% dan ini juga diperkirakan kemiringan rencana. Dipangkalan Berlian jalan yang ada masih bagus. Dipangkalan Nilam, lapisan aus jalan tampak baru saja di overlay. Kerusakan secara umum terjadi karena lapis aus dermaga.

Kejadian banjir sesaat dilaporkan selalu terjadi pada bagian tertentu jalan, hal ini disebabkan karena drainase yang kurang baik dan selebihnya karena kemiringan jalan. Pada lapangan parkir kondisi kerusakan yang terjadi tidak jauh berbeda dengan ruas-ruas jalan yaitu karena retak dan lapisan aus mengelupas.

Tabel 3.1 Kondisi berbagai pangkalan di pelabuhan Tanjung Perak

Nama pangkalan dan lokasi	Total panjang dermaga (m)	Alokasi panjang dermaga (m)	Kedalaman perairan (m)	Alokasi non operasional	Alokasi operasional	Panjang kapal rata rata (m)	Jumlah dermaga	
							O/G	I/I
Kolam utama	1200	250	7,5 s/d 10	kap.penumpang	O/G	145	5	
Jamrud Utara		800						
Jamrud Barat		150						
Jamrud Selatan	210	50	6 s/d 7	pilotage	I/I	65		2
Perak	800	800	5 s/d 6,5					
	140	140	5 s/d 6,5					
subtotal Jamrud							5	18
Mirah	755	115	4,5 s/d 5,5	Navaid	I/I	72		8
Berlian Timur	780	120	5 s/d 7,5	PT Garam				
		325			O/G/Cont	150	2	
Berlian Utara	140	325	2,5 s/d 3	Pengerukan Swasta	I/I	60		5
Berlian Barat	700	100	6,5 s/d 8,5					
		330			O/G/Cont	150	2	
		270			I/I	60		4
subtotal Berlian							4	9
Nilam Timur	1150	250	5 s/d 7,5	Bogasari	O/G(DB)	180	1	
		495			O/G	150	3	
		405			I/I	65		5
subtotal Nilam							4	5
Total port berths	5875						13	40

Tabel 3 DATA LUAS GUDANG DAN LAPANGAN PENUMPUKAN

NO	URAIAN	UKURAN	LUAS BERDASAR SURVEY (M2)	LUAS BERDASAR LAP.SIMOPPEL (M2)	
I.A.	JAMRUD UTARA				
		GUDANG NO.100	33X112	3,696	
		GUDANG NO.101	35X150	5,250	
		GUDANG NO.102	34X125	4,250	
		GUDANG NO.104	32X150	4,800	
		GUDANG NO.105	32X135	4,320	
		GUDANG NO.107	33X48	1,584	
		GUDANG NO.108	32X85	2,720	
		TOTAL		26,620	18,292.00
		LAPANGAN PENUMPUKAN		4,500	18,250.00
B.	JAMRUD BARAT				
	GUDANG NO.109	36X75	2,700		
C.	JAMRUD TENGAH				
		GUDANG NO.113	66X35	2,310	
		GUDANG NO.114	36X34	1,224	
		GUDANG NO.115	24X35	840	
		GUDANG NO.116	14X36	504	
		GUDANG NO.117	52X35	1,820	
		GUDANG NO.118	50X40	2,000	
	TOTAL		11,398		
D.	JAMRUD SELATAN				
		GUDANG NO.119	35X100	3,500	
		GUDANG NO.121	35X100	3,500	
		GUDANG NO.122	33X125	4,125	
		GUDANG NO.124	35X135	4,725	
		GUDANG NO.125	34X95	3,230	
		GUDANG NO.126	36X50	1,800	
		TOTAL		20,880	19,361.00
	LAPANGAN PENUMPUKAN		5,600	9,890.00	
II.	PERAK				
		GUDANG NO.200	40X60	2,400	
		GUDANG NO.201	40X50	2,000	
		GUDANG NO.202	31X65	2,015	
	TOTAL		6,415		
III.	BERLIAN				
		GUDANG NO.400	37X100	3,700	
		GUDANG NO.400A	40X52.5	2,100	
		GUDANG NO.401	38X135	5,130	
		GUDANG NO.402(UTPK)	45X108	4,860	
		GUDANG NO.405	42X135	5,670	
		GUDANG NO.406	42X64	2,688	
		TOTAL		24,148	10,324.00
	LAPANGAN PENUMPUKAN		30,000	5,641.00	
IV.	NILAM				
		GUDANG NO.500	75X80	6,000	
		GUDANG NO.501	40X80	3,200	
		GUDANG NO.502	64X100	6,400	
		GUDANG NO.503	50X100	5,000	
		TOTAL		20,600	13,546.00
	LAPANGAN PENUMPUKAN		14,100	11,081.00	

BAB IV PERAMALAN LALU LINTAS BARANG DAN PETI KEMAS

4.1. Umum

Fasilitas yang ada saat ini di pelabuhan sudah tertinggal dengan kenaikan arus barang yang harus ditangani, dimana kondisi ini terjadi akibat kenaikan arus bongkar muat dan kunjungan kapal yang meningkat dari tahun ke tahun

Untuk mengetahui seberapa jauh ketertinggalan fasilitas yang ada dengan jumlah arus barang yang harus dilayani dan jumlah arus barang yang harus ditangani pada 20 tahun yang akan datang, maka digunakan data time series beberapa tahun sebelumnya. Tujuan digunakannya data tersebut adalah untuk meramal arus bongkar muat dan arus kunjungan kapal dengan maksud mendapatkan hasil yang optimal dari pelaksanaan rehabilitasi.

Rehabilitasi yang dilaksanakan diharapkan bisa menangani arus bongkar muat yang terjadi sampai dengan tahun 2020.

4.2. DATA VOLUME BONGKAR MUAT BARANG DAN PETI KEMAS,PDRB DAN PERTUMBUHAN INDUSTRI JAWA TIMUR.

Perkembangan arus bongkar muat yang pesat, baik perdagangan international maupun antar pulau dalam kurun waktu 30 tahun terlihat pada tabel 4.2.1

Dari tabel kenaikan bongkar muat yang terjadi antara tahun 1980-1996 yang relatif konstan berkisar antara 10%-11%, sedangkan untuk menganalisa kenaikan pertumbuhan pada tahun yang diharapkan dipakai analisa regresi. Analisa regresi juga dipakai untuk memprediksi PDRB (tabel 4.2.2.) dan pertumbuhan industri(tabel 4.2.3.) serta arus kunjungan kapal (tabel 4.4.), pada analisa regresi yang digunakan adalah regresi linear.

4.3. ANALISA REGRESI

Perhitungan regresi digunakan program Microsoft Excel, dari program tersebut kecenderungan dari regresi dan persamaan regresi serta R-square dapat diketahui. Analisa regresi yang dilakukan untuk mendapatkan nilai kecenderungan pada tahun yang diharapkan, pada bab ini mengandalkan regresi linear . Alasan dipakainya regresi linear adalah kenaikan pertahun pada tahun yang diharapkan dianggap sesuai dengan tingkat pertumbuhan yang ada pada data saat ini , dengan tingkat hubungan antara x dan y yang tinggi.

4.3.1. PDRB.

PDRB di Jawa Timur mengalami pertumbuhan sebesar 17% rata-rata pertahunnya, tingkat pertumbuhan diamati dari mulai tahun 1980-1993. Dari data yang didapat didasarkan laporan dari BPS menunjukkan pertumbuhan ekonomi Jawa Timur sampai dengan tahun 1995 sebesar 8,2% tetapi dengan mengamati pertumbuhan ekonomi nasional sampai sebesar 4,6% dengan laju inflasi sebesar 47% dengan demikian prediksi laju pertumbuhan ekonomi sampai dengan tahun yang diamati mengikuti pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan pengamatan dari data yang ada, tingkat pertumbuhan mengalami fluktuasi yang mungkin disebabkan oleh berbagai hal misalnya gejolak moneter. Analisa regresi dilakukan dengan maksud menarik garis perkembangan PDRB pada tahun yang diharapkan dengan data yang ada saat ini. Dari perhitungan dengan Microsoft Excel didapat persamaan dan korelasi dari PDRB sampai dengan tahun 2020. :

$$\text{Persamaan} \quad : \quad Y = 3000000.X - 2000000$$

$$\text{Koefisien Korelasi} \quad : \quad R = 0.95483$$

KETERANGAN: X = Tahun (Th 1980=1; Th 1981=2;; dst)

Y = PDRB Jawa Timur

Koefisien korelasi yang didapat dari perhitungan menunjukkan tingkat hubungan yang erat antara x dan y. Tingginya kenaikan dan besarnya nilai tiap

tahunnya dari kenaikan yang terjadi sampai dengan tahun 2020 dapat dilihat pada tabel 4.3.1 dan gambar 4.3.1.

4.3.2. Pertumbuhan Industri.

Periode 1988-1993 pertumbuhan rata-rata dari total sub sektor industri adalah sebesar 25% , hal ini tidak berarti kenaikan yang tinggi itu berlangsung secara periodik namun mengalami fluktuasi juga seperti halnya persentase pertumbuhan pada PDRB. Penurunan persentase yang terjadi pada tahun 1989-1991 diimbangi dengan kenaikan yang pesat pada tahun 1992 sebesar 37%. Ketidak pastian dari pertumbuhan industri inilah yang menjadikan alasan pemakaian regresi untuk meramalkan seberapa tinggi pertumbuhan yang terjadi pada tahun 2020 .
Persamaan dan koefisien korelasi yang dihasilkan dari perhitungan dengan program Excel adalah :

$$\text{Persamaan} \quad : Y = 3000000.X + 4000000$$

$$\text{Koefisien korelasi} \quad : R = 0.9801$$

KETERANGAN : X = Tahun (Th1988=1;Th1989=2;....;dst)

Y = Nilai Pertumbuhan Industri Jawa Timur

Koefisien yang didapat menunjukkan keeratan hubungan X & Y, besarnya nilai peramalan dan trend pertumbuhan ditunjukkan oleh tabel 4.3.2. dan gambar 4.3.2.

4.4. PERAMALAN BONGKAR MUAT SAMPAI TAHUN 2020

Pada perhitungan bongkar muat yang dilakukan digunakan analisa regresi linear binomial dengan memperhitungkan hasil peramalan dari PDRB dan pertumbuhan industri pada sub.bab.4.3.

PDRB dan pertumbuhan industri dalam perhitungan ini berfungsi sebagai variabel bebas untuk mendapatkan besarnya arus bongkar muat yang terjadi pada tahun yang diharapkan. Dengan memakai program Microsoft Excel didapat hasil sebagai berikut :

$$\text{Persamaan} \quad : \quad Y = 6945949 + 0.302.X1 - 0.177.X2$$

$$\text{Koefisien Korelasi} \quad : \quad R = 0.923$$

KETERANGAN : X1= Nilai peramalan dari PDRB
X2 = Nilai peramalan dari pertumbuhan industri
Y = Nilai jumlah bongkar muat yang dicari

Hasil dari perhitungan yang dilakukan dapat dilihat dari tabel 4.4. dan gambar 4.4. Jumlah dari perhitungan yang dilakukan terhadap bongkar muat dengan hasil dari perhitungan PDRB dan pertumbuhan industri (kasus I) dibandingkan dengan jumlah bongkar muat terhadap tahun (kasus II), peramalan mengalami selisih tingkat kenaikan yang drastis antara kasus I dan kasus II, dimana kenaikan yang dialami kasus I tidak diikuti kenaikan dengan tingkat yang sama pada kasus II . Selisih yang ada mulai tampak pada tahun 2020 , ini dialami sampai dengan tahun berikutnya dengan selisih yang semakin besar. Kenaikan pada kasus I terjadi karena

pertumbuhan industri dan PDRB sangat berpengaruh terhadap bongkar muat dibanding dengan kenaikan akibat tahun yang berjalan cenderung konstan, pada tabel 4.4A dan gambar grafik 4.4A dapat dilihat kecenderungan pertumbuhan tersebut (Y1=persamaan B/M; Y2=persamaan Trend B/M). Pemakaian regresi linear pada perhitungan peramalan bongkar muat dikarenakan koefisien korelasi yang tinggi, dimana data diketahui adanya hubungan yang erat antar data yang dihitung. Regresi lain diketahui tidak bisa digunakan karena pada tahun tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang besar sehingga bisa mengakibatkan over estimate pada hitungan selanjutnya dari perencanaan.

4.5. ARUS KUNJUNGAN KAPAL

Arus kunjungan kapal yang terjadi dipelabuhan berdasar data yang ada selama 5 tahun terakhir menunjukkan terjadinya lonjakan antara kenaikan dan penurunan yang sangat tidak beraturan. Kondisi tersebut masih tetap dalam perhitungan analisa mengalami pertumbuhan sebesar 3% pertahunnya. Perhitungan dari peramalan arus kunjungan kapal dapat dilihat tabel 4.5 dan gambar grafik pertumbuhannya pada gambar 4.5 serta persamaan yang dihasilkan dari analisa grafik sebagai berikut :

$$\text{Persamaan} \quad : \quad Y = 426.2X + 13621$$

$$\text{Koefisien Korelasi} \quad : \quad R = 0.904$$

KETERANGAN: X = Tahun (Th 1992 = 1; Th 1993 = 2 ;dst)

Y = Nilai arus kunjungan kapal yang dicari

Untuk tugas akhir kali ini arus kunjungan kapal yang dihitung adalah yang berhubungan langsung dengan bongkar muat dipelabuhan jadi kunjungan kapal diluar perencanaan ditiadakan, pada bab ini diperlihatkan penghapusan data pada tabel 4.5A dan hasil dari penghapusan tersebut pada tabel 4.5B. Dari data pada tabel 4.5B setelah dilakukan analisa menunjukan peningkatan pada tingkat pertumbuhan lebih tinggi dari pada hasil analisa dari data sebelum penghapusan data diluar perencanaan, demikian juga koefisien korelasi yang menunjukan hubungan antar x dan y yang semakin tinggi. Hasil analisa dapat dilihat pada tabel 4.5C dan gambar grafik pertumbuhannya di gambar 4.5A, persamaan dan koefisien korelasi yang dihasilkan dari perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\text{Persamaan} \quad : Y = 691X + 7878.4$$

$$\text{Koefisien korelasi} : R = 0.956$$

KETERANGAN: X = Tahun (Th 1992 = 1; Th 1993 = 2;.....;dst)

Y = Nilai dari volume kunjungan kapal yang dicari

Pertumbuhan yang terjadi dari hasil pengurangan data adalah sebesar 7% jadi mengalami peningkatan dari perhitungan data sebelum di dikurangi sebesar 4% . Dari data yang dianalisa dengan tingkat pertumbuhan sebesar 7% ini, kapal dengan muatan kontainer masih dibahas dengan alasan UTPK yang ada saat ini masih dalam tahap pengembangan dan penanganannya masih tergantung dari pangkalan yang ada.

Tabel 4.5C memperlihatkan jumlah arus kunjungan kapal pada tahun 2020 adalah sebesar 27.917 unit sedangkan pada tahun peramalan yang sama (tabel 4.4.) jumlah arus

bongkar muat sebesar 25.232.484 ton/m³ dengan perhitungan berikut akan diketahui rata-rata tonase kapal yang akan berujung.

$$\begin{aligned}\text{Tonase kapal max} &= \frac{25.232.484}{27.917} = 904 \text{ GRT} \\ &= 1,5 \times 904 = 1356 \text{ DWT}\end{aligned}$$

dari hasil perhitungan diambil rata-rata tonase kapal general cargo maksimum dengan ukuran 5000 DWT dengan perkiraan kapal yang masuk masih singgah dipelabuhan – pelabuhan sebelum atau sesudah menurunkan sebagian muatannya dipelabuhan Tanjung Perak. Jadi rata-rata bongkar muat kapal dipelabuhan Tanjung Perak hanya sekitar 60% sampai 70% dengan asumsi kapal yang singgah tidak semuanya berukuran 5000 DWT tetapi berkisar antara 500 DWT sampai 5000 DWT, dari pihak perusahaan pelayaran dan pelabuhan menyarankan untuk menggunakan kapal dengan kapasitas rencana sebesar 5000 DWT.

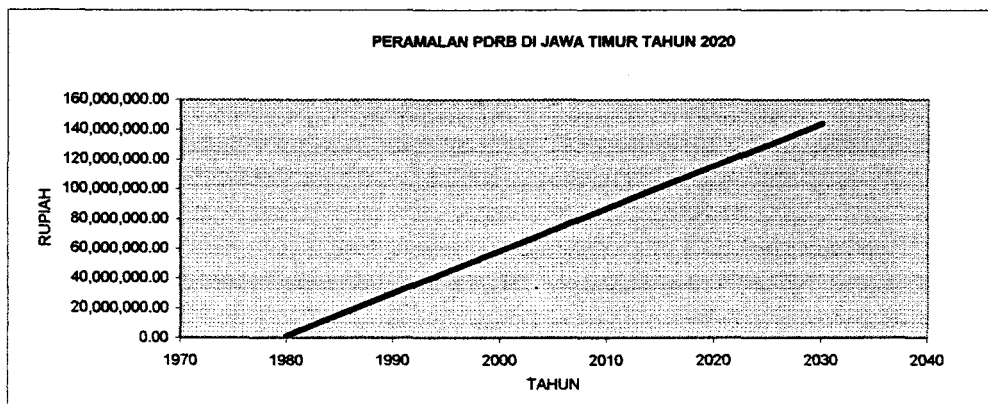
Peramalan arus kunjungan kapal dilakukan untuk mengetahui volume bongkar muat yang terjadi dalam rangkai optimalisasi fasilitas tambat pada BAB V, disamping membuat perbandingan dari data bongkar muat tahun sebelumnya.

Tabel 4.3.1 DATA PDRB DI JAWA TIMUR

TAHUN	PDRB (000.000Rp)	pertumbuhan %	TREND
1980	5,788,002.80	-	1000000
1981	7,389,020.95	27.66097746	4000000
1982	8,990,039.14	21.66752809	7000000
1983	9,976,749.40	10.97559471	10000000
1984	11,232,271.00	12.58447566	13000000
1985	12,325,253.00	9.730730322	16000000
1986	14,036,998.30	13.88811491	19000000
1987	16,036,313.60	14.2431826	22000000
1988	18,716,334.10	16.71219812	25000000
1989	24,660,764.60	31.76065606	28000000
1990	29,131,523.78	18.12903717	31000000
1991	34,072,021.58	16.95928382	34000000
1992	38,592,769.31	13.26821104	37000000
1993	44,628,850.69	15.64044635	40000000
1994	-	-	43000000
1995	-	-	46000000
1996	-	-	49000000
1997	-	-	52000000
1998	-	-	55000000
1999	-	-	58000000
2000	-	-	61000000
2001	-	-	64000000
2002	-	-	67000000
2003	-	-	70000000
2004	-	-	73000000
2005	-	-	76000000
2006	-	-	79000000
2007	-	-	82000000
2008	-	-	85000000
2009	-	-	88000000
2010	-	-	91000000
2011	-	-	94000000
2012	-	-	97000000
2013	-	-	100000000
2014	-	-	103000000
2015	-	-	106000000
2016	-	-	109000000
2017	-	-	112000000
2018	-	-	115000000
2019	-	-	118000000
2020	-	-	121000000

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN PERSAMAAN 4.3.1

GAMBAR 4.3.1.



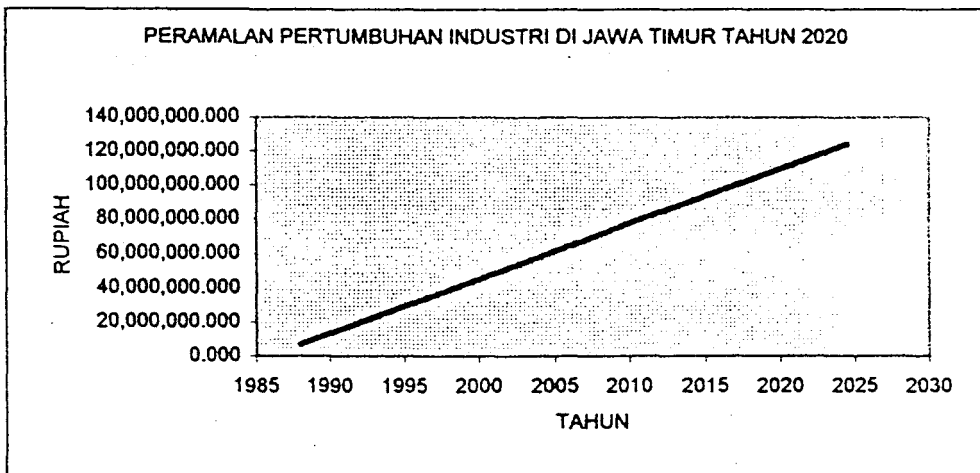
TABEL 4.3.2

PERTUMBUHAN INDUSTRI DI JAWA TIMUR

Tahun	INDUSTRI(000,000 Rp)	PERTUMBUHAN (%)	TREND
1988	7,951,843.762	-	7000000
1989	10,050,348.501	26.39016562	10000000
1990	12,239,590.389	21.78274602	13000000
1991	14,550,313.170	18.87908588	16000000
1992	19,894,303.899	36.7276681	19000000
1993	24,085,325.054	21.06643779	22000000
1994	-	-	25000000
1995	-	-	28000000
1996	-	-	31000000
1997	-	-	34000000
1998	-	-	37000000
1999	-	-	40000000
2000	-	-	43000000
2001	-	-	46000000
2002	-	-	49000000
2003	-	-	52000000
2004	-	-	55000000
2005	-	-	58000000
2006	-	-	61000000
2007	-	-	64000000
2008	-	-	67000000
2009	-	-	70000000
2010	-	-	73000000
2011	-	-	76000000
2012	-	-	79000000
2013	-	-	82000000
2014	-	-	85000000
2015	-	-	88000000
2016	-	-	91000000
2017	-	-	94000000
2018	-	-	97000000
2019	-	-	100000000
2020	-	-	103000000
RATA-RATA PERTUMBUHAN = 24.96922068			

KETERANGAN: HASIL PERHITUNGAN PERSAMAAN 4.3.2

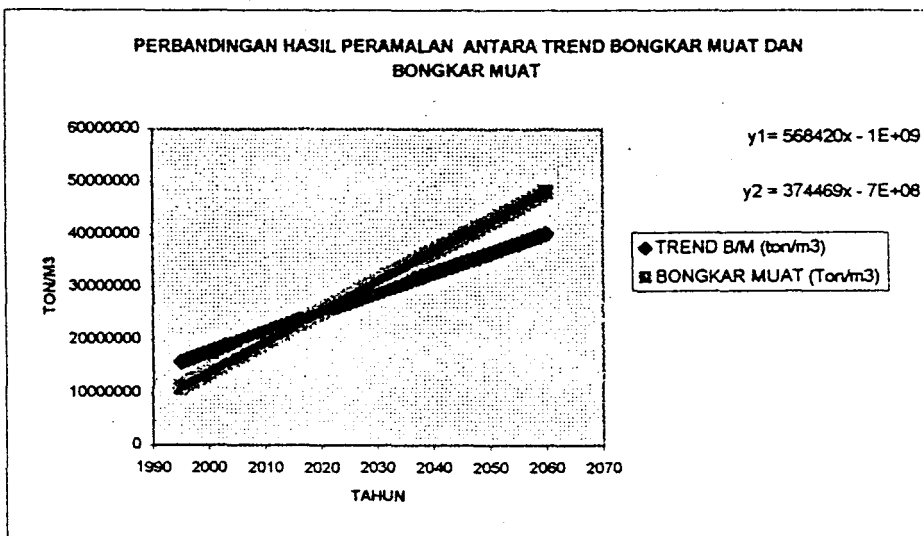
GAMBAR 4.3.2



TABEL 4.4A.

TAHUN	TREND B/M (ton/m3)	BONGKAR MUAT (Ton/m3)
2010	21487790.63	19,599,960
2011	21862259.97	20,168,380
2012	22236729.31	20,736,800
2013	22611198.65	21,305,220
2014	22985667.99	21,873,640
2015	23360137.34	22,442,060
2016	23734606.68	23,010,480
2017	24109076.02	23,578,900
2018	24483545.36	24,147,320
2019	24858014.7	24,715,740
2020	25232484.05	25,284,160
2021	25606953.39	25,852,580
2022	25981422.73	26,421,000
2023	26355892.07	26,989,420
2024	26730361.41	27,557,840
2025	27104830.76	28,126,260
2026	27479300.1	28,694,680
2027	27853769.44	29,263,100
2028	28228238.78	29,831,520
2029	28602708.12	30,399,940
2030	28977177.47	30,968,360
2016	29351646.81	31,536,780
2017	29726116.15	32,105,200
2018	30100585.49	32,673,620
2019	30475054.83	33,242,040
2020	30849524.18	33,810,460
2021	31223993.52	34,378,880
2022	31598462.86	34,947,300
2023	31972932.2	35,515,720
2024	32347401.54	36,084,140
2025	32721870.89	36,652,560
2026	33096340.23	37,220,980
2027	33470809.57	37,789,400
2028	33845278.91	38,357,820
2029	34219748.25	38,926,240
2030	34594217.6	39,494,660

GAMBAR 4.4A.



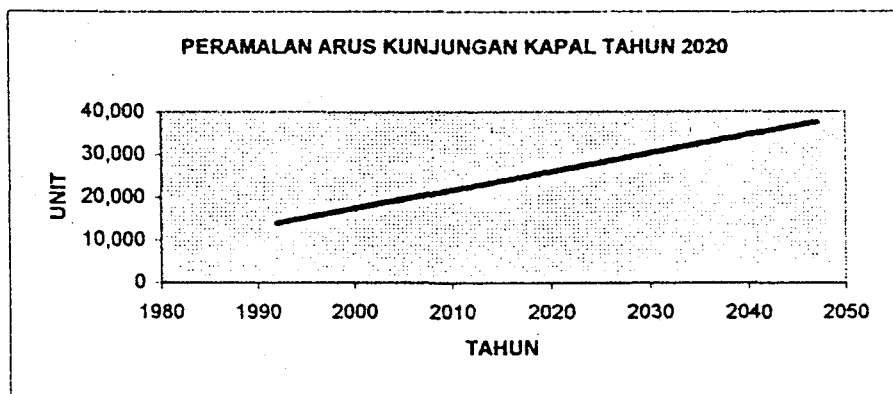
TABEL 4.5. ARUS KUNJUNGAN KAPAL

TAHUN	VOLUME(Unit)	Pertumbuhan(%)	TREND(UNIT)
1992	14,022	-	14047.2
1993	14,202	1.283697047	14473.4
1994	15,443	8.738205886	14899.6
1995	15,152	-1.884348896	15325.8
1996	15,678	3.471488912	15752
1997	-	-	16178.2
1998	-	-	16604.4
1999	-	-	17030.6
2000	-	-	17456.8
2001	-	-	17883
2002	-	-	18309.2
2003	-	-	18735.4
2004	-	-	19161.6
2005	-	-	19587.8
2006	-	-	20014
2007	-	-	20440.2
2008	-	-	20866.4
2009	-	-	21292.6
2010	-	-	21718.8
2011	-	-	22145
2012	-	-	22571.2
2013	-	-	22997.4
2014	-	-	23423.6
2015	-	-	23849.8
2016	-	-	24276
2017	-	-	24702.2
2018	-	-	25128.4
2019	-	-	25554.6
2020	-	-	25980.8

Pertumbuhan rata-rata= 2.902260738

KETERANGAN: HASIL PERHITUNGAN PERSAMAAN 4.4

GAMBAR 4.5.



TABEL 4.5A.

Description	Vol	1992	1993	1994	1995	1996
<i>Ship call</i>						
Ocean going	Unit	2,985	3,208	4,352	4,931	4,103
Container ship	Unit	920	1,107	1,107	1,246	1,729
Inter island	Unit	4,581	4,668	4,991	4,634	5,195
Tanker	Unit	354	343	347	385	547
Other ship	Unit	5,165	4,966	4,646	3,962	4,304
Total	Unit	14,022	14,202	15,443	15,152	15,678

TABEL 4.5B.

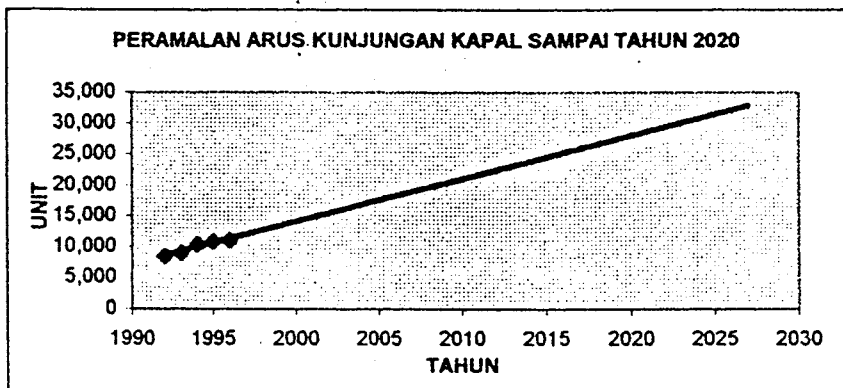
Description	Vol	1992	1993	1994	1995	1996
<i>Ship call</i>						
Ocean going	Unit	2,985	3,208	4,352	4,931	4,103
Container ship	Unit	920	1,107	1,107	1,246	1,729
Inter island	Unit	4,581	4,668	4,991	4,634	5,195
Total	Unit	8,486	8,983	10,450	10,811	11,027

TABEL 4.5C.

TAHUN	VOLUME (UNIT)	PERTUMBUHAN (%)	TREND (UNIT)
1992	8,486	-	8569.4
1993	8,983	5.856705161	9260.4
1994	10,450	16.33084716	9951.4
1995	10,811	3.454545455	10642.4
1996	11,027	1.997965036	11333.4
1997	-	-	12024.4
1998	-	-	12715.4
1999	-	-	13406.4
2000	-	-	14097.4
2001	-	-	14788.4
2002	-	-	15479.4
2003	-	-	16170.4
2004	-	-	16861.4
2005	-	-	17552.4
2006	-	-	18243.4
2007	-	-	18934.4
2008	-	-	19625.4
2009	-	-	20316.4
2010	-	-	21007.4
2011	-	-	21698.4
2012	-	-	22389.4
2013	-	-	23080.4
2014	-	-	23771.4
2015	-	-	24462.4
2016	-	-	25153.4
2017	-	-	25844.4
2018	-	-	26535.4
2019	-	-	27226.4
2020	-	-	27917.4

RATA-RATA PERTUMBUHAN =6.910015702

GAMBAR 4.5A.

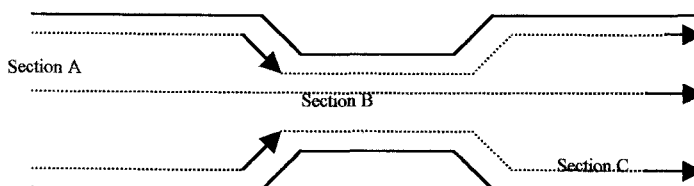


BAB V

PENENTUAN KAPASITAS DERMAGA

5.1.KAPASITAS FASILITAS TAMBAT.

Berdasarkan prosedur mengenai perhitungan kapasitas maksimal tambatan yang mula mula di perhatikan adalah kondisi mengenai penanganan barang ditambatan itu sendiri. Sistem penanganan barang di pelabuhan di gambarkan seperti kondisi bottle neck (gambar 5.), dimana kapasitas maksimum diambil pada section B hal ini dilakukan jika penanganan arus barang yang ada disection A jumlahnya sama dengan section B tidak ada hambatan dalam hal penanganan sampai dengan section C. Jika kondisi yang ada disection A lebih besar dan kapasitas tertangani seperti disection B maka akan terjadi antrian dalam hal penanganan disection A , kondisi demikian akan terulang jika disection C kemudian juga ada penyempitan seperti halnya disection B.



Gambar 5.

Kondisi yang demikian akan berlanjut seperti halnya mata rantai sehingga harus ada keseimbangan antara penanganan di laut dan darat agar tidak terjadi antrian dalam penanganan.

Perhitungan kapasitas fasilitas tambat dilakukan berdasar ketentuan yang diijinkan oleh UNCTAD. Seperti dijelaskan dalam bab sebelumnya mengenai prediksi volume yang harus ditangani oleh pihak pelabuhan pada tahun rencana 2020. Di sub bab ini diharapkan perhitungan kapasitas yang dilakukan dapat memberi gambaran jumlah maksimal bongkar muat yang bisa ditangani pihak pelabuhan dan rumus terpakai sebagai berikut :

$$T_j = P_g * n * T_{eff} * m_l$$

Dimana;

T_j = tonase tahunan pertambahan

P_g = rata rata produksi pergang / jam

n = rata rata jumlah gang perjam

T_{eff} = waktu kerja efektif pertahun

m_l = rata rata pemakaian (BOR)

Hasil dari perhitungan yang mengarah pada peningkatan kapasitas, berdampak pada besarnya arus kunjungan kapal yang ditangani. Perhitungan jumlah kapal yang berkunjung dilakukan untuk mengatasi timbulnya antrian dengan perumusan berikut :

$$\lambda = \Omega / DWT$$

dimana ;

λ = jumlah kunjungan kapal (pertahun)

Ω = tonase B/M hasil perhitungan

DWT = ukuran kapal rencana (5000 DWT)

Volume yang dihitung pada subbab ini berdasar peramalan data pihak PELINDO III. Kapasitas pelabuhan saat ini menurut UNCTAD hampir mendekati maksimal. Kapasitas bisa ditingkatkan dengan memperhatikan penanganan bongkar muat, misalnya peningkatan kemampuan gang dan persentase BOR. Problem lain yang mempengaruhi tingkat efektifitas penanganan adalah alokasi tambatan, dipelabuhan Tanjung Perak dermaga samudera dan nusantara secara fisik sama baik dalam hal lebar apron maupun fasilitas gudang. Dipelabuhan meletakkan kapal samudera ke dermaga nusantara lebih sulit daripada meletakkan kapal nusantara ke dermaga samudera, pada saat terjadi kenaikan penanganan kapal samudera kolam dermaga nusantara tidak sesuai untuk kapal samudera. Pengerukan terhadap kolam dermaga nusantara disarankan dilakukan sampai pada kedalaman 10 m untuk menampung kenaikan kunjungan kapal samudera.

Kenaikan kapasitas dengan BOR harus memperhatikan persentase yang diijinkan UNCTAD seperti berikut :

Jumlah tambatan	BOR (%)
1	40
2	50
3	55
4	60
5	65
6-10	70

Jumlah gang seperti halnya BOR juga harus sesuai dengan ketentuan UNCTAD. Menurut laporan pihak pelabuhan kemampuan pergang pertahun meningkat antara 6%-11% ,pada

Tugas Akhir ini kemampuan gang diharapkan mengalami peningkatan pada kondisi 7% yaitu sebesar 23.5 ton pergang perjam didermaga nusantara demikian juga didermaga samudera, peningkatan kemampuan gang sulit diperhitungkan karena kondisinya disesuaikan dengan tingkat pemakaian alat sedangkan jumlah gang disarankan UNCTAD seperti dibawah :

- Pelayaran samudera3 sampai 4 gang (rata rata 3,5)
- Pelayaran antar pulau1 sampai 2 gang (rata rata 2,5)

Jumlah gang pada Tugas Akhir ini diambil rata rata baik pelayaran samudera maupun nusantara, sedangkan kemampuan gang existing diambil nilai terbesar dari data PELINDO III sebesar 22 ton/jam.

Perhitungan kapasitas B/M seluruh tambatan menurut UNCTAD ditambah peningkatan BOR (kurang dari atau sama dengan 100 %) sebesar 20,000,000 ton pertahun dengan melihat tabel 5.8. jumlah tersebut akan tercapai pada tahun 2001 (perhatikan tabel 5.14.).

Peningkatan BOR dipakai dengan memperhatikan kondisi yang ada dilapangan saat ini yang ditunjukkan pada tabel 5.15. Kenaikan volume bongkar muat sampai tahun 2001 diambil dengan maksud peningkatan yang ada masih sesuai dengan kondisi dilapangan tanpa meninggalkan peningkatan akibat kemampuan gang (tabel 5.13).

Perhitungan dengan perumusan antrian di maksudkan untuk mengetahui banyaknya kunjungan kapal pada tahun 2001 terhadap peramalan arus kunjungan pada tahun yang sama di
BAB IV .

Perhitungan antrian sebagai berikut ;

- (Ω) atau jumlah B/M rencana tahun 2001 = 20.000.000 ton/th
- Ukuran kapal rencana berdasarkan perhitungan pada BAB IV sebesar 5000 DWT

dengan demikian jumlah kapal yang berkunjung (λ) sebesar ;

$$\begin{aligned}\lambda &= 20.000.000 : 5000 \\ &= 4000 \text{ kapal/tahun}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan sebesar 4000 kapal pertahun ternyata lebih kecil dari jumlah kunjungan kapal hasil peramalan yang sebesar 14.778 kapal pertahun dengan demikian antrian yang ditimbulkan dianggap tidak ada.

Pemakaian peramalan B/M dengan metode time series pada subbab ini dengan alasan data terpakai lebih banyak sehingga hasil peramalan lebih valid kemudian metode econometri pada subbab ini pemakaiannya dikesampingkan mengingat jumlah data yang sedikit serta kapasitas dari Tugas Akhir ini sendiri dengan pedoman dasar perkuliahan S1.

5.2.KAPASITAS GUDANG.

Volume bongkar muat yang ditangani pihak pelabuhan berdasarkan data yang ada mengalami peningkatan namun tidak diimbangi dengan kenaikan tingkat pemakaian gudang. Dengan memperhatikan data yang ada mulai tahun 1992 sampai dengan tahun 1996 tampak bahwa tingkat pemakaian gudang persentasenya dari tahun ke tahun semakin menurun. Pada perhitungan kapasitas gudang ,distribusi barang dari masing masing tambatan disesuaikan persentasenya atas

penanganan barang dan optimalisasi luas lahan (tabel 5.2.1 dan tabel 5.2.2) Perhitungan distribusi barang atas persentase luas lahan dilakukan dalam arti jika semua komponen yang ada pada pelaksanaan operasional pelabuhan dijalankan seperti yang dilaporkan pihak pelabuhan kondisi optimal pemakaian gudang tersebut akan tercapai. Dasar perhitungan yang dilakukan pada sub bab ini mengacu pada perumusan yang diijinkan oleh UNCTAD. Shed Occupation Ratio (mts) pada perhitungan diambil 0.75 (yang diijinkan 0.65-0.75) dengan harapan perhitungan mendekati maksimal, sedangkan tinggi (h) penumpukan diambil 3 meter disesuaikan dengan kapasitas rata rata alat terpakai yang ada di pelabuhan. Harga f1 dan f2 diambil berdasarkan kondisi yang umum dipakai dibanyak pelabuhan seperti yang disarankan(Port and Terminal, Planning and Functional Design, TU Delft) yaitu 1.2 dan 1.5. Rumus yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

$$Ots = \frac{f1 * f2 * Tts * tav}{mts * h * \rho * 365}$$

Dimana:

Ots = area yang dibutuhkan

f1 = perbandingan antara luas yang dibutuhkan untuk penumpukan barang luasan yang diperlukan untuk lalu lintas alat.

f2 = bulking faktor

Tts = jumlah barang yang masuk gudang

tav = lama penumpukan (hari)

mts = SOR (%)

h = tinggi penumpukan (m)

ρ = kepadatan barang dikapal

Dengan rumus tersebut perhitung kebutuhan gudang didasarkan prediksi arus barang persepuluh tahun ,dimana pengembangan area gudang dilakukan menurut kenaikan arus barang serta membandingkan dengan luas lahan yang ada .Dengan perhitungan tersebut area yang ada di harapkan dapat menangani kenaikan jumlah barang pada tahun prediksi hal ini mengingat luas lahan pada masing masing tambatan terbatas, sehingga jika lahan yang ada tidak bisa diharapkan dapat memenuhi target penanganan jumlah barang pada tahun prediksi maka perlu dibangun pangkalan baru. Pembangunan pangkalan baru dalam tugas akhir ini tidak termasuk dalam kajian.

Hasil perhitungan ditunjukkan dalam tabel tabel, dimana tabel 5.3. menunjukkan kebutuhan luas gudang dengan dasar atas kapasitas maksimal pada tahun 2001 dan tabel 5.4. kebutuhan luas gudang tahun prediksi 2020 dimana kapasitas barang yang ada sudah tidak tertangani, juga melihat kebutuhan luas area yang demikian besar. Tabel 5.8 merupakan hasil perhitungan dengan dasar pemaksimalan BOR. Tabel 5.4 diambil dari perhitungan trend bongkar muat pada BAB IV kemudian diuraikan berdasarkan distribusi penanganan (tabel 5.14), persentase pendistribusian berdasar data dari PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III.

5.3.KAPASITAS LAPANGAN PENUMPUKAN.

Luas area lapangan penumpukan yang didapat dari data pihak PT. PELINDO III dalam Tugas Akhir ini tidak bisa dipakai karena luas lahan yang ada sebenarnya kebanyakan

kurang dari jumlah luas area dilaporkan. Tugas akhir ini dalam menentukan area yang sesungguhnya memakai data berdasarkan hasil survey lapangan, dan dalam perhitungan mengenai kebutuhan luas area sama halnya dengan perhitungan dengan memakai rumus kebutuhan luas lahan pada area gudang, yang membedakan disini adalah ketinggian penumpukan yang diambil 4 meter mengingat manuver alat yang lebih bebas. Seperti halnya gudang, lama penumpukan diambil dengan dasar kondisi yang ada dilapangan seperti yang dilaporkan pihak pelabuhan. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.5. untuk kondisi existing dan tabel 5.6. berdasar trend bongkar muat pada tabel 5.14. Tabel 5.11 menunjukkan kebutuhan akan lapangan penumpukan akibat pemaksimalan BOR.

5.4.KAPASITAS LAPANGAN PARKIR DAN JALAN.

Lapangan parkir, area peruntukannya diambilkan dari lahan sisa hasil dari pelaksanaan rehabilitasi gudang dan lapangan penumpukan, masing masing lahan sisa tersebut terdiri atas:

1. Jamrud, lahan sisa seluas 17,420 m²
2. Berlian, lahan sisa seluas 11,301 m²
3. Nilam, lahan sisa seluas 9,783 m²
4. Mirah, lahan sisa seluas 10,932 m²

dari jumlah tersebut diatas kebutuhan akan lapangan parkir terpenuhi (tabel 5.7.). Perumusan tabel 5.7. adalah sebagai berikut :

1. distribusi cargo diambil dari perhitungan pada tabel 5.2.2. dengan memperhatikan perhitungan dari pihak pelabuhan dan atas dasar rata rata distribusi penanganan langsung (direct handling) sebesar 55 %.

TABEL 5.1. ESTIMASI KAPASITAS PANGKALAN YANG DIJINKAN (UNCTAD)

TAMBATAN	JUMLAH TAMBATAN	WAKTU TERSEDIA (JAM)	BOR (%)	JUMLAH GANG	KEMAMPUAN GANG (TON/JAM)	WAKTU TERPAKAI (JAM)	PROD. B/M (T/J/KAPAL)	KAP. PANGK. IDEAL (TON)
SAMUDERA								
JAMRUD UTARA	5	42,000	65	3.5	22	27,300	77	2,102,100
BERLIAN	4	33,600	60	3.5	22	20,160	77	1,552,320
NILAM	4	33,600	60	3.5	22	20,160	77	1,552,320
SUBTOTAL		109,200				67,620		5,206,740
NUSANTARA								
JAMRUD UTARA	2	16,800	50	1.5	22	8,400	33	277,200
JAMRUD SEL.	12	100,800	70	1.5	22	70,560	33	2,328,480
JAMRUD TIMUR	2	16,800	50	1.5	22	8,400	33	277,200
PERAK	2	16,800	50	1.5	22	8,400	33	277,200
MIRAH	8	67,200	70	1.5	22	47,040	33	1,552,320
BERLIAN	9	75,600	70	1.5	22	52,920	33	1,746,360
NILAM	5	42,000	65	1.5	22	27,300	33	900,900
SUBTOTAL		336,000				223,020		7,359,660
TOTAL		781,200				290,640		12,566,400

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.2.1. DISTRIBUSI PENANGANAN

HAND. CAP. (TON)	C.H.DIST.	(TON)
12,566,400	DIRECT H.	6,911,520
	GUDANG	2,261,952
	O.S	3,392,928

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

Waktu terpakai = $350(\text{hari}) \times 24(\text{jam}) \times \text{jumlah tambatan} \times \text{BOR}$
 Prod B/M = $\text{jumlah gang} \times \text{kemampuan gang (ton/jam)}$
 Kap. Pangk. Ideal = $\text{waktu terpakai (jam)} \times \text{prod B/M (ton/jam)}$
 Direct Hand. = $\text{Hand. Cap} \times 0.55$
 Gudang = $\text{Hand. Cap} \times 0.18$
 Open Storage = $\text{Hand. Cap} \times 0.27$

TABEL 5.2.2. DISTRIBUSI PENANGANAN YANG DIJINKAN

TAMBATAN	DIST. MUATAN (%)	JUM. BARANG (T+M3)	TRANSIT DIST. (%)	MELALUI GUDANG		MELALUI LAP. PEN.		TRUCK LOSSING	
				TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)	TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)	TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)
JAMRUD NORTH	22	2,502,624	100	546,035	22	712,515	28	1,244,074	50
JAMRUD SOUTH	20	2,501,618	100	441,985	18	746,444	30	1,313,189	52
BERLIAN	20	2,485,785	100	494,010	20	678,586	27	1,313,189	53
NILAM	20	2,479,627	100	311,923	13	508,939	21	1,658,765	67
MIRAH	18	2,527,631	100	467,998	19	746,444	30	1,313,189	52
TOTAL MUATAN		12,497,285		2,261,952		3,392,928		6,842,405	
TOTAL TRANSIT DISTRIBUSI					92		136		274
RATA RATA TRANSIT DISTRIBUSI					18		27		55

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

47b

TABEL 5.3. KEBUTUHAN AREA GUDANG RENCANA BERDASAR TABEL 5.2.ATAU KONDISI EXISTING

TAMBATAN	LUAS GUDANG (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	$\frac{P}{h}$ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	mts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	26,620	546,035	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	11,968
JAMRUD SOUTH	20,880	441,985	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	9,687
BERLIAN	24,148	494,010	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	9,023
NILAM	20,600	311,923	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	5,697
MIRAH	13,700	467,998	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	8,548
TOTAL	105,948	2,261,952							44,923

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.4. KEBUTUHAN AREA GUDANG BERDASARKAN ESTIMASI B/M TAHUN 2020 (6049580 T/Th)

TAMBATAN	LUAS GUDANG (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	$\frac{P}{h}$ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	mts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	26,620	1,512,395	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	33,148
JAMRUD SOUTH	20,880	1,368,415	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	29,993
BERLIAN	24,148	1,584,385	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	28,939
NILAM	20,600	1,080,455	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	19,734
MIRAH	13,700	503,930	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	9,204
TOTAL	105,948	6,049,580							121,018

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.5. KEBUTUHAN AREA LAPANGAN PENUMPUKAN RENCANA BERDASAR TABEL 5.2.ATAU KONDISI EXISTING

TAMBATAN	LUAS LAP. PEN. (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	ρ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	rmts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	4,500	712,515	1.5	1.2	0.6	4	6	0.75	13,386
JAMRUD SOUTH	5,600	746,444	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	11,686
BERLIAN	30,000	678,586	1.5	1.2	0.6	4	4	0.75	7,437
NILAM	14,100	508,939	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	7,968
MIRAH	28,800	746,444	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	10,225
TOTAL	83,000	3,392,928							50,701

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.6. KEBUTUHAN AREA LAPANGAN PENUMPUKAN BERDASARKAN ESTIMASI B/M TAHUN 2020 (8902684 T/Th)

TAMBATAN	LUAS LAP. PEN. (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	ρ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	rmts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	4,500	1,938,114	1.5	1.2	0.6	4	6	0.75	36,411
JAMRUD SOUTH	5,600	2,010,226	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	31,471
BERLIAN	30,000	1,722,669	1.5	1.2	0.6	4	4	0.75	18,879
NILAM	14,100	1,292,670	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	20,237
MIRAH	28,800	1,938,114	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	26,550
TOTAL	83,000	8,901,794							133,548

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.7. KEBUTUHAN AREA PARKIR BERDASARKAN KONDISI EXISTING

URAIAN	JAMRUD NORTH	JAMRUD SOUTH	BERLIAN	NILAM	MIRAH
DIST.CAR (%)=	18.18	19.19	19.19	24.24	19.19
CARGO/TH(TON)=	1,256,514	1,326,321	1,326,321	1,675,352	1,326,321
CARGO/HARI(TON)=	3,590	3,789	3,789	4,787	3,789
INTERVAL TRUCK(JAM)=	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
KAP.RATA RATA (TON)=	6	6	6	6	6
JUMLAH TRUCK (SAT.)=	598	632	632	798	632
KAP.PARKIR(SAT.)=	33	35	35	44	35
PEAK FACTOR=	2	2	2	2	2
AREA PERLU (M2)=	3,989	4,211	4,211	5,319	4,211
AREA TERSEDIA (M2)=	12,932	12,932	11,301	21,035	20,215
SISA (M2)=	8,943	8,721	7,090	15,716	16,004

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.8.ESTIMASI KAPASITAS PANGKALAN DENGAN BOR MAXIMAL

TAMBATAN	JUMLAH TAMBATAN	WAKTU TERSEDIA (JAM)	BOR (%)	JUMLAH GANG	KEMAMPUAN GANG (TON/JAM)	WAKTU TERPAKAI (JAM)	PROD. B/M (T/J/KAPAL)	KAP. PANGK. IDEAL (TON)
SAMUDERA								
JAMRUD UTARA	5	42,000	100	3.5	22	42,000	77	3,234,000
BERLIAN	4	33,600	100	3.5	22	33,600	77	2,587,200
NILAM	4	33,600	100	3.5	22	33,600	77	2,587,200
SUBTOTAL		109,200				109,200		8,408,400
NUSANTARA								
JAMRUD UTARA	2	16,800	100	1.5	22	16,800	33	554,400
JAMRUD SEL.	12	100,800	100	1.5	22	100,800	33	3,326,400
JAMRUD TIMUR	2	16,800	100	1.5	22	16,800	33	554,400
PERAK	2	16,800	100	1.5	22	16,800	33	554,400
MIRAH	8	67,200	100	1.5	22	67,200	33	2,217,600
BERLIAN	9	75,600	100	1.5	22	75,600	33	2,494,800
NILAM	5	42,000	100	1.5	22	42,000	33	1,386,000
SUBTOTAL		336,000				336,000		11,088,000
TOTAL		781,200				445,200		19,496,400

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.9.1. DISTRIBUSI PENANGANAN

HAND. CAP.(TON)	C.H.DIST.	(TON)
19,496,400	DIRECT H.	10,723,020
	GUDANG	3,509,352
	O.S	5,264,028

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

Waktu terpakai = $350(\text{hari}) \times 24(\text{jam}) \times \text{jumlah tambatan} \times \text{BOR}$
 Prod B/M = jumlah gang * kemampuan gang (ton/jam)
 Kap. Pangk. Ideal = waktu terpakai (jam)*prod B/M (ton/jam)
 Direct Hand. = Hand. Cap *0.55
 Gudang = Hand. Cap *0.18
 Open Storage = Hand. Cap *0.27

TABEL 5.9.2. DISTRIBUSI PENANGANAN DENGAN BOR MAXIMAL

TAMBATAN	DIST. MUATAN (%)	JUM. BARANG (T+M3)	TRANSIT DIST. (%)	MELALUI GUDANG		MELALUI LAP. PEN.		TRUCK LOSSING	
				TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)	TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)	TOTAL (T+M3)	TRANS. DIST. (%)
JAMRUD NORTH	22	3,882,747	100	847,158	22	1,105,446	28	1,930,144	50
JAMRUD SOUTH	20	3,881,187	100	685,727	18	1,158,086	30	2,037,374	52
BERLIAN	20	3,856,622	100	766,442	20	1,052,806	27	2,037,374	53
NILAM	20	3,847,069	100	483,940	13	789,604	21	2,573,525	67
MIRAH	18	3,921,545	100	726,085	19	1,158,086	30	2,037,374	52
TOTAL MUATAN		19,389,170		3,509,352		5,264,028		10,615,790	
TOTAL TRANSIT DISTRIBUSI					92		136		274
RATA RATA TRANSIT DISTRIBUSI					18		27		55

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.10. KEBUTUHAN AREA GUDANG RENCANA BERDASAR BOR MAXIMAL

TAMBATAN	LUAS GUDANG (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	ρ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	mts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	26,620	847,158	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	18,568
JAMRUD SOUTH	20,880	685,727	1.5	1.2	0.6	3	6	0.75	15,030
BERLIAN	24,148	766,442	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	13,999
NILAM	20,600	483,940	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	8,839
MIRAH	13,700	726,085	1.5	1.2	0.6	3	5	0.75	13,262
TOTAL	105,948	3,509,352							69,697

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.11. KEBUTUHAN AREA LAPANGAN PENUMPUKAN RENCANA BERDASAR BOR MAXIMAL

TAMBATAN	LUAS LAP. PEN. (M2)	Tts (TON/M3)	f1 FAKTOR	f2 FAKTOR	ρ (TON/M3)	h (M)	tav (HARI)	mts FAKTOR	Ots (M2)
JAMRUD NORTH	4,500	1,105,446	1.5	1.2	0.6	4	6	0.75	20,768
JAMRUD SOUTH	5,600	1,158,086	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	18,131
BERLIAN	30,000	1,052,806	1.5	1.2	0.6	4	4	0.75	11,538
NILAM	14,100	789,604	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	12,362
MIRAH	28,800	1,158,086	1.5	1.2	0.6	4	5	0.75	15,864
TOTAL	83,000	5,264,028							78,662

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.12. KEBUTUHAN AREA PARKIR BERDASARKAN BOR MAXIMAL

URAIAN	JAMRUD NORTH	JAMRUD SOUTH	BERLIAN	NILAM	MIRAH
DIST.CAR (%)=	18.18	19.19	19.19	24.24	19.19
CARGO/TH(TON)=	1,949,445	2,057,748	2,057,748	2,599,280	2,057,748
CARGO/HARI(TON)=	5,570	5,879	5,879	7,426	5,879
INTERVAL TRUCK(JAM)=	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
KAP.RATA RATA (TON)=	6	6	6	6	6
JUMLAH TRUCK (SAT.)=	928	980	980	1,238	980
KAP.PARKIR(SAT.)=	52	54	54	69	54
PEAK FACTOR=	2	2	2	2	2
AREA PERLU (M2)=	6,189	6,533	6,533	8,252	6,533
AREA TERSEDIA (M2)=	12,932	12,932	11,301	13,499	20,215
SISA (M2)=	6,743	6,399	4,768	5,248	13,682

SUMBER: HASIL PERHITUNGAN

TABEL 5.13. ESTIMASI KAPASITAS PANGKALAN DENGAN BOR MAXIMAL DISERTAI KENAIKAN TON/GANG /JAM

TAMBATAN	JUMLAH TAMBATAN	WAKTU TERSEDIA (JAM)	BOR (%)	JUMLAH GANG	KEMAMPUAN GANG (TON/JAM)	WAKTU TERPAKAI (JAM)	PROD. B/M (T/J/KAPAL)	KAP. PANGK. IDEAL (TON)
SAMUDERA								
JAMRUD UTARA	5	42,000	100	3.5	23.5	42,000	82	3,454,500
BERLIAN	4	33,600	100	3.5	23.5	33,600	82	2,763,600
NILAM	4	33,600	100	3.5	23.5	33,600	82	2,763,600
SUBTOTAL		109,200				109,200		8,981,700
NUSANTARA								
JAMRUD UTARA	2	16,800	100	1.5	23.5	16,800	35	592,200
JAMRUD SEL.	12	100,800	100	1.5	23.5	100,800	35	3,553,200
JAMRUD TIMUR	2	16,800	100	1.5	23.5	16,800	35	592,200
PERAK	2	16,800	100	1.5	23.5	16,800	35	592,200
MIRAH	8	67,200	100	1.5	23.5	67,200	35	2,368,800
BERLIAN	9	75,600	100	1.5	23.5	75,600	35	2,664,900
NILAM	5	42,000	100	1.5	23.5	42,000	35	1,480,500
SUBTOTAL		336,000				336,000		11,844,000
TOTAL		781,200				445,200		20,825,700

471



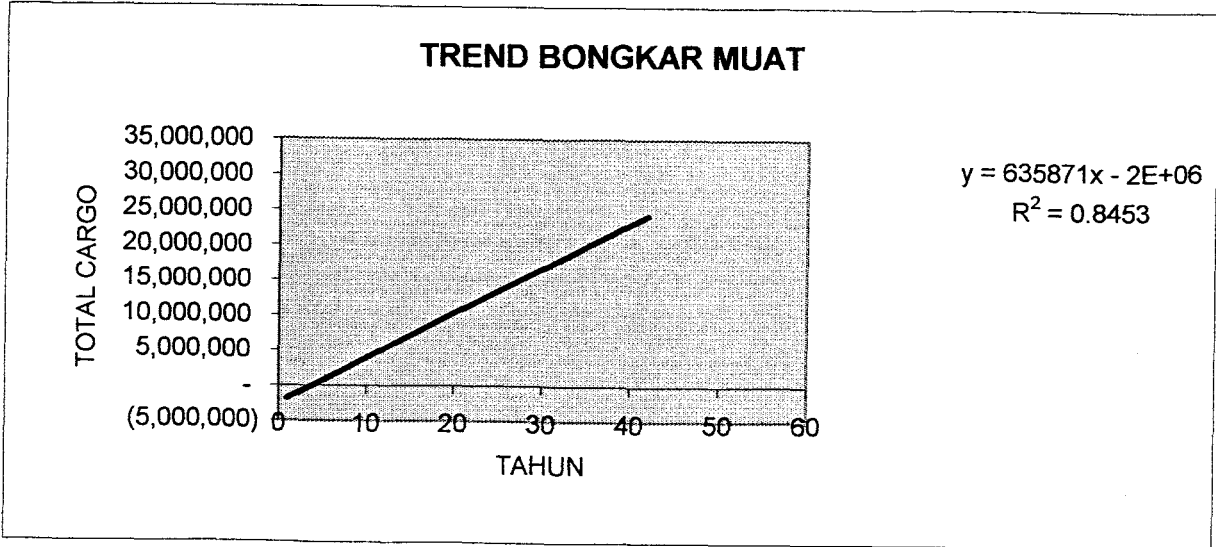
MILIK PERPUSTAKAAN
ITS

TABEL 5.14. DISTRIBUSI PENANGANAN

TAHUN	TOTAL CARGO	TREND	LAP. PEN.	GUDANG	TRUCK. L
1965	1,273,105	1,364,129	368,315	245,543	750,271
1966	1,017,373	728,258	196,630	131,086	400,542
1967	1,236,531	92,387	24,944	16,630	50,813
1968	1,338,373	543,484	146,741	97,827	298,916
1969	1,646,226	1,179,355	318,426	212,284	648,645
1970	2,072,610	1,815,226	490,111	326,741	998,374
1971	2,490,439	2,451,097	661,796	441,197	1,348,103
1972	2,691,215	3,086,968	833,481	555,654	1,697,832
1973	3,240,903	3,722,839	1,005,167	670,111	2,047,561
1974	3,731,410	4,358,710	1,176,852	784,568	2,397,291
1975	3,922,909	4,994,581	1,348,537	899,025	2,747,020
1976	3,647,761	5,630,452	1,520,222	1,013,481	3,096,749
1977	3,726,370	6,266,323	1,691,907	1,127,938	3,446,478
1978	4,563,259	6,902,194	1,863,592	1,242,395	3,796,207
1979	7,598,479	7,538,065	2,035,278	1,356,852	4,145,936
1980	5,689,302	8,173,936	2,206,963	1,471,308	4,495,665
1981	6,180,291	8,809,807	2,378,648	1,585,765	4,845,394
1982	6,539,125	9,445,678	2,550,333	1,700,222	5,195,123
1983	7,037,906	10,081,549	2,722,018	1,814,679	5,544,852
1984	7,135,321	10,717,420	2,893,703	1,929,136	5,894,581
1985	12,728,862	11,353,291	3,065,389	2,043,592	6,244,310
1986	9,381,705	11,989,162	3,237,074	2,158,049	6,594,039
1987	10,373,846	12,625,033	3,408,759	2,272,506	6,943,768
1988	11,277,515	13,260,904	3,580,444	2,386,963	7,293,497
1989	12,333,932	13,896,775	3,752,129	2,501,420	7,643,226
1990	13,225,859	14,532,646	3,923,814	2,615,876	7,992,955
1991	14,918,569	15,168,517	4,095,500	2,730,333	8,342,684
1992	15,994,726	15,804,388	4,267,185	2,844,790	8,692,413
1993	15,482,043	16,440,259	4,438,870	2,959,247	9,042,142
1994	17,304,893	17,076,130	4,610,555	3,073,703	9,391,872
1995	17,360,291	17,712,001	4,782,240	3,188,160	9,741,601
1996	19,337,829	18,347,872	4,953,925	3,302,617	10,091,330
1997		18,983,743	5,125,611	3,417,074	10,441,059
1998		19,619,614	5,297,296	3,531,531	10,790,788
1999		20,255,485	5,468,981	3,645,987	11,140,517
2000		20,891,356	5,640,666	3,760,444	11,490,246
2001		21,527,227	5,812,351	3,874,901	11,839,975
2002		22,163,098	5,984,036	3,989,358	12,189,704
2003		22,798,969	6,155,722	4,103,814	12,539,433
2004		23,434,840	6,327,407	4,218,271	12,889,162
2005		24,070,711	6,499,092	4,332,728	13,238,891
2006		24,706,582	6,670,777	4,447,185	13,588,620
2007		25,342,453	6,842,462	4,561,642	13,938,349
2008		25,978,324	7,014,147	4,676,098	14,288,078
2009		26,614,195	7,185,833	4,790,555	14,637,807
2010		27,250,066	7,357,518	4,905,012	14,987,536
2011		27,885,937	7,529,203	5,019,469	15,337,265
2012		28,521,808	7,700,888	5,133,925	15,686,994
2013		29,157,679	7,872,573	5,248,382	16,036,723
2014		29,793,550	8,044,259	5,362,839	16,386,453
2015		30,429,421	8,215,944	5,477,296	16,736,182
2016		31,065,292	8,387,629	5,591,753	17,085,911
2017		31,701,163	8,559,314	5,706,209	17,435,640
2018		32,337,034	8,730,999	5,820,666	17,785,369
2019		32,972,905	8,902,684	5,935,123	18,135,098
2020		33,608,776	9,074,370	6,049,580	18,484,827
TOTAL		902,850,116	243,769,531	162,513,021	496,567,564

SUMBER : HASIL PERHITUNGAN

Gambar 5.14. Bongkar muat rencana



Tabel 5.15. PEMAKAIAN FASILITAS

NO	URAIAN	1992	1993	1994	1995	1996
1	BERTH OCCUPANCY :					
	BOR (%)	74	81	78	76	79
	BERTH TROUGHPUT (T/M/Y)	1784	1902	1882	2454	2552
2	SHED OCCUPANCY RATIO :					
	TRANSIT SHED (%)	42	40	30	34	31
	OPEN STORAGE (%)	30	24	20	29	34
3	TROUGHPUT :					
	GO DOWN (T/M/Y)	21	32	37	36	42
	OPEN STORAGE (T/M/Y)	14	17	24	30	31

BAB VI

LAYOUT DERMAGA

6.1. Umum

Kondisi tambatan yang ada saat ini dengan rencana rehabilitasi yang dilakukan banyak mengalami perubahan, perubahan yang terjadi disesuaikan dengan perkembangan dalam hal penanganan bongkar muat yang semakin maju dimana kecepatan serta efektifitas dari masing masing sektor yang ada baik didarat maupun yang dilaut menjadi tujuan utama .

Didarat rehabilitasi dilakukan terhadap sarana sarana pendukung dari penanganan arus bongkar muat yang terjadi, didalam tugas akhir ini perihal diatas menjadi kajian utama. Dengan pelaksanaan rehabilitasi diharapkan diperoleh peningkatan efektifitas penanganan arus barang seperti yang ada dipelabuhan pelabuhan modern saat ini pada umumnya.

Untuk mendukung kondisi diatas perhitungan di bab V yang dilakukan menunjukkan gambaran mengenai perlunya pembenahan dari fasilitas fasilitas yang ada saat ini baik pergudangan ,lapangan penumpukan ,lapangan parkir, jalan serta apron dan fasilitas fasilitas lain.

Rehabilitasi gudang dilakukan dengan mengubah ukuran yang ada sebelumnya menjadi ukuran yang lebih seragam

dengan ukuran 40 x 100 m² (tabel 6.) dengan maksud diperoleh kemudahan kemudahan dalam hal perawatan serta memperbaiki kerusakan kerusakan yang ada. Untuk apron dalam hal lebar dari keseluruhan apron yang ada saat ini di pelabuhan Tanjung Perak dirubah dari lebar 15 m menjadi 25 m sesuai standart UNCTAD, termasuk jalan penghubung dari dan keluar pelabuhan menjadi 10,5 m dengan membuat 3 jalur.

Dari keseluruhan rehabilitasi yang dilakukan tidak terlepas dari keterbatasan lahan yang ada sehingga dilakukan pengefektifan lahan dimasing masing tambatan. Dipelabuhan Tanjung Perak berdasarkan data yang diperoleh dari pihak pelabuhan dan hasil survey lapangan serta optimalisasi dari lahan yang sebelumnya tidak terpakai maka diketahui luas lahan yang ada dimasing masing tambatan adalah sebagai berikut ;

- Jamrud keseluruhan termasuk tambatan Perak memiliki luas lahan 99,096 m²
- Berlian memiliki luas lahan 41,111 m²
- Nilam memiliki luas lahan 34,700 m²
- Mirah memiliki luas lahan 33,216 m²

Dibawah dijelaskan perubahan perubahan yang dilakukan serta gambaran mengenai masing masing perubahan pada tambatan yang ada sebelum dan setelah rehabilitasi

6.2.Penataan Lay Out Tambatan Jamrud.

Gudang.

Gudang yang ada saat ini berdasarkan kondisi yang telah dijelaskan di bab III mengalami banyak perubahan baik fisik maupun jumlah, perubahan tersebut dilakukan dalam

kapasitas mengefektifkan penanganan bongkar muat yang makin meningkat.

Penataan disesuaikan dengan kebutuhan luas gudang dan lahan yang ada serta luas rencana masing masing gudang berdasar tabel 6. Total luas gudang yang ada di Jamrud saat ini 47,500 m² , sedang kebutuhan luas gudang pada tahun 2000 seluas 42,900m²(termasuk tambatan Perak),sehingga kelebihan luas lahan sebesar 56,196 m² termasuk sisa penghapusan digunakan untuk lapangan penumpukan. Pada tambatan Jamrud keseluruhan gudang di lini II mengalami pembongkaran hal ini dikarenakan kondisi gudang secara keseluruhan sudah tua dan material dari struktur bangunan yang ada tidak bisa digunakan lagi untuk pembangunan gudang gudang baru . Dari area bekas pembongkaran direncanakan untuk membuat jalan akses dari dan keluar dua tambatan yang ada yaitu Jamrud Utara dan Jamrud selatan.

Lapangan Penumpukan.

Lapangan penumpukan yang dibutuhkan saat ini seluas 40,200 m² sedangkan lahan yang tersedia seluas 59,722 m² , jadi sisa lahan seluas 15,996 m² .

Pengaturan lapangan penumpukan disesuaikan dengan luas lahan dari sisa lahan pembangunan gudang serta jalan .

Lapangan Parkir dan Jalan.

Untuk lapangan parkir lahan diambil sisa lapangan penumpukan dan gudang. Berdasarkan perhitungan, kebutuhan lahan parkir seluas 12,254 m² dengan demikian sisa lahan paling akhir dapat digunakan untuk fasilitas fasilitas lain yang mendukung operasional bongkar muat.

Jalan ditambatan ini seperti yang disarankan pihak pengelola pelabuhan dan UNCTAD selebar 10,5 m dibuat 2 arah serta masing masing arah terdiri atas 3 jalur , khusus untuk tambatan Jamrud di buat median selebar 3 m diantara 2 lajur.

6.3. Penataan Lay Out Tambatan Berlian

Gudang.

Tambatan Berlian saat ini memiliki 6 gudang dengan berbagai ukuran sehingga tampak kurang seragam. Kondisi pergudangan yang ada ditambatan Berlian secara keseluruhan kurang baik sehingga dengan dilakukannya rehabilitasi kondisi tersebut diharapkan dapat dibenahi .

Gudang yang ada pada tambatan Berlian dalam perencanaan rehabilitasi mengalami pengurangan sebanyak 1 buah ,dimana gudang gudang yang ada sekarang ini seluruhnya dibongkar kemudian diganti dengan pembangunan gudang gudang baru.

Luas area gudang saat ini 24,143 m² dalam perencanaan rehabilitasi luas gudang menjadi 16.787 m² . Pada tambatan Berlian luas keseluruhan area sebesar 41,111 m² dengan adanya rencana pembangunan gudang baru luas yang ada berkurang menjadi 21,111 m² , dengan luas sisa direncanakan dipakai untuk perluasan lapangan penumpukan.

Lapangan Penumpukan.

Lapangan penumpukan pada tambatan Berlian dengan pada rencana rehabilitasi mengalami pengurangan luas dari 30,000 m² menjadi 11,764 m² , sehingga luas sisa secara keseluruhan sebesar 11,163 m² dapat digunakan untuk lapangan parkir dan fasilitas penunjang lainnya.

Lapangan Parkir dan Jalan.

Dengan peningkatan pada distribusi penanganan secara langsung (Truck Loosing) luas lapangan parkir yang sebelumnya kurang diperhitungkan dengan peningkatan tersebut mendapat perhatian khusus dengan pembangunan lapangan parkir seluas 6,127 m² . Lahan terpakai untuk lapangan parkir adalah sisa dari pembangunan gudang baru serta perluasan lapangan penumpukan.

Jalan yang ada pada tambatan Berlian mengalami perubahan yaitu sedikit bergeser dari posisi awal , perubahan tersebut akibat dari pelebaran apron yang semula dengan lebar awal 15m menjadi 25 m sesuai standart UNCTAD .

6.4.Penataan Lay Out Tambatan Nilam.

Gudang.

Secara keseluruhan gudang di tambatan Nilam dibongkar dengan membangun gudang baru dengan maksud efisiensi. Luas lahan Untuk gudang sebelum rehabilitasi seluas 14,100 m² berkurang menjadi 12,000 m² dari total luas diarea tambatan sebesar 34,700 m²,

dengan pembangunan tersebut sisa area yang ada menjadi 22,700 dan dipergunakan untuk fasilitas penunjang lainnya.

Lapangan Penumpukan.

Di tambatan Nilam saat ini lapangan penumpukan yang ada seluas 14,100 m² sedangkan kebutuhan rehabilitasi 11,966 m².

Dari total luas lahan sisa sebesar 22,700 m² dengan kondisi diatas berkurang menjadi 10,734 m² dan luas tersebut dipergunakan untuk lapangan parkir.

Lapangan Parkir dan Jalan.

Luas lapangan parkir berdasarkan kebutuhan rehabilitasi seluas 7,830 m² dari lahan sisa gudang serta lapangan penumpukan luas tersebut terpenuhi termasuk fasilitas penunjang lainnya sedang jalan lebarnya sama seperti tambatan lain sebesar 10,5 m untuk tiga jalur.

6.5. Lay Out Tambatan Mirah.

Tambatan Mirah pada rehabilitasi yang dilakukan pada keseluruhan sarana dan prasarana yang ada tidak mengalami perubahan, mengingat baik kondisi pergudangan maupun fasilitas yang lain dirasa masih cukup baik . Kondisi tambatan Mirah saat ini mampu menangani keseluruhan bongkar muat yang ada baik sebelum atau setelah rehabilitasi . Tambatan Mirah yang dibangun paling akhir dari keseluruhan tambatan yang ada (tahun 1982) dirasa masih cukup modern sehingga jika

rehabilitasi dilakukan pada tambatan ini yang terutama adalah sedikit perbaikan terhadap pintu, talang dan sedikit pada dinding, karena di beberapa tempat ada kerusakan dan kebocoran.

6.6. Pengaturan operasional bongkar muat selama pelaksanaan pekerjaan rehabilitasi.

Dari gambaran rehabilitasi perpangkalan beserta rencana perubahan yang akan dilakukan, secara global apabila pekerjaan rehabilitasi dilaksanakan serentak diseluruh pangkalan tentunya akan mengganggu operasional bongkar muat yang ada sebelumnya. Untuk mengantisipasi hal tersebut diatas, sebelum pelaksanaan pekerjaan dilakukan perlu dibuatkan tahapan atas pekerjaan sebagai berikut ;

1. Untuk menghindari gangguan terhadap operasional b/m dipangkalan yang akan direhabilitasi, diperlukan alternatif pemindahan kepangkalan lain yang sekiranya mampu menangani arus b/m sebesar yang ditangani oleh pangkalan yang direhabilitasi. Alternatif ini juga memiliki kelemahan ketika pangkalan selanjutnya yang direhabilitasi merupakan tempat bersandar dari kapal dengan ukuran yang sangat besar dengan draft kapal yang cukup dalam akan terjadi kesulitan untuk mencari pangkalan penampungan arus b/m tersebut.
2. Pekerjaan rehabilitasi dilakukan secara bertahap dalam arti operasional b/m dari pangkalan yang direhabilitasi tidak terganggu namun kondisi ini dalam penyelesaian pekerjaan membutuhkan waktu yang lebih lama tanpa merubah perencanaan ada.

3. Aktifitas atas pekerjaan rehabilitasi jika dianggap mengganggu misal adanya pemindahan konstruksi terpakai (struktur solid beam ,pembongkaran dan pendirian), lebih baik operasional b/m dipangkalan tersebut secara keseluruhan dihentikan dan pada akhirnya pekerjaan rehabilitasi lebih terkonsentrasi serta waktu penyelesaian lebih cepat.

Jadi dengan kondisi diatas serta banyak lagi alternatif lain, bisa dilakukan pemindahan secara variatif antara memindahkan aktifitas secara keseluruhan dari pangkalan dan melakukan rehabilitasi bertahap. Pengertian variatif disini adalah jika ditemui dua pangkalan dengan model operasional bongkar muat serta penanganan bongkar muat yang sama dengan ukuran pangkalan yang berbeda selanjutnya dapat dilakukan penghentian operasi dari pangkalan yang kecil, dengan penghentian operasional tersebut pekerjaan rehabilitasi dapat dilakukan sedangkan operasional dari pangkalan yang dimaksud dipindahkan kepangkalan yang lebih besar. Dari penjelasan tersebut untuk pangkalan dengan kapasitas besar tentu akan kesulitan dalam memindahkan operasional b/m yang ada, dengan adanya kesulitan pemindahan operasional akibat akan dilakukannya rehabilitasi pada akhirnya alternatif pelaksanaannya dilakukan bertahap.

TABEL 6. DATA LUAS GUDANG DAN LAP. PENUMPUKAN TAHUN 1995 SERTA UKURAN RENCANA DARI REHABILITASI

NO	URAIAN	UKURAN	LUAS (M2)	RENCANA REHABILITASI		
				NOMOR GUDANG	KONDISI	UKURAN (M2)
I.A.	JAMRUD UTARA					
	GUDANG NO.100	33X112	3,696	GUDANG NO. 100	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.101	35X150	5,250	GUDANG NO.101	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.102	34X125	4,250	GUDANG NO.102	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.104	32X150	4,800	GUDANG NO.103	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.105	32X135	4,320	GUDANG NO.104	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.107	33X48	1,584			
	GUDANG NO.108	32X85	2,720			
	TOTAL		26,620			20,000
	LAPANGAN PENUMPUKAN		4,500			20,768
B.	JAMRUD BARAT					
	GUDANG NO.109	36X75	2,700			
C.	JAMRUD TENGAH					
	GUDANG NO.113	66X35	2,310			
	GUDANG NO.114	36X34	1,224			
	GUDANG NO.115	24X35	840			
	GUDANG NO.116	14X36	504			
	GUDANG NO.117	52X35	1,820			
	GUDANG NO.118	50X40	2,000			
	TOTAL		11,398			
D.	JAMRUD SELATAN					
	GUDANG NO.119	35X100	3,500	GUDANG NO.105	BEKAS GUDANG NO.101	35 X 150
	GUDANG NO.121	35X100	3,500	GUDANG NO.106	BEKAS GUDANG NO.104	32 X 150
	GUDANG NO.122	33X125	4,125	GUDANG NO.107	BEKAS GUDANG NO.122	33 X 125
	GUDANG NO.124	35X135	4,725	GUDANG NO.108	BEKAS GUDANG NO.124	35 X 135
	GUDANG NO.125	34X95	3,230			
	GUDANG NO.126	36X50	1,800			
	TOTAL		20,880			18,900
	LAPANGAN PENUMPUKAN		5,600			18,131
II.	PERAK					
	GUDANG NO.200	40X60	2,400	GUDANG NO.200	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.201	40X50	2,000			
	GUDANG NO.202	31X65	2,015			
	TOTAL		6,415			4,000
III.	BERLIAN					
	GUDANG NO.400	37X100	3,700	GUDANG NO. 400	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.400A	40X52.5	2,100	GUDANG NO. 401	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.401	38X135	5,130	GUDANG NO. 402	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.402(UTPK)	45X108	4,860	GUDANG NO. 403	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.405	42X135	5,670	GUDANG NO. 404	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.406	42X64	2,688			
	TOTAL		24,148			20,000
	LAPANGAN PENUMPUKAN		30,000			11,538
IV.	NILAM					
	GUDANG NO.500	75X80	6,000	GUDANG NO.500	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.501	40X80	3,200	GUDANG NO.501	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.502	64X100	6,400	GUDANG NO.502	BARU	40 X 100
	GUDANG NO.503	50X100	5,000			
	TOTAL		20,600			12,000
	LAPANGAN PENUMPUKAN		14,100			12,362

BAB VII

DESAIN PENDAHULUAN

7.1. Umum.

Rehabilitasi Kompleks pelabuhan Tanjung Perak yang direncanakan, berdasarkan perhitungan perhitungan yang dilakukan sebelumnya bisa dilaksanakan dengan diawali membuat desain pendahuluan. Desain pendahuluan dibuat dengan pertimbangan memberikan gambaran secara umum mengenai pekerjaan kontruksi yang akan dilakukan.

Desain pendahuluan pada bab ini memberikan penjelasan mengenai alternatif kontruksi yang digunakan pada gudang gudang rencana yang baru , pada sub bab selanjutnya dibahas mengenai pemakaian kembali (pembongkaran dan pendirian) gudang gudang lama yang secara kontruksi rencana rehabilitasi masih bisa digunakan.

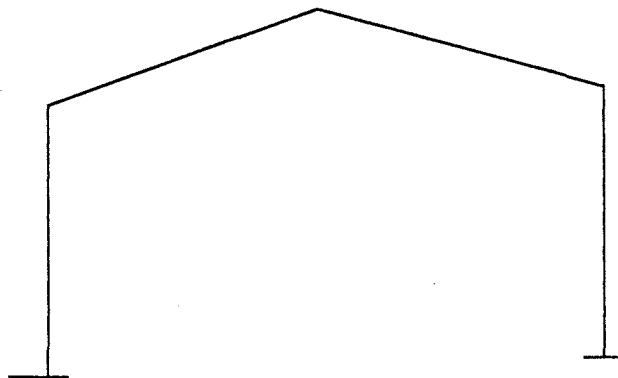
Jalan, lapangan penumpukan dan lapangan parkir dibahas pada sub bab dibawah mengenai sistem perkerasan yang dipakai serta perhitungan perhitungan tebal perkerasan rencana.

7.2. Alternatif konstruksi gudang dan lapangan penumpukan serta alternatif pekerjaan pengaturan jalan, lapangan parkir, jalan.

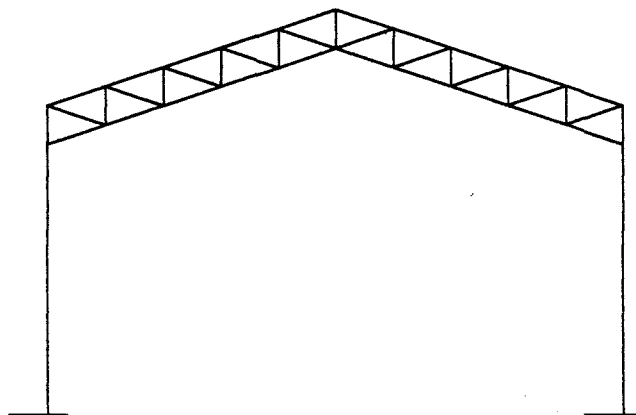
7.2.1. Alternatif konstruksi gudang dan lapangan penumpukan;

7.2.1.1. Konstruksi gudang

Konstruksi gudang yang ada saat ini di area pelabuhan secara keseluruhan memakai dua model atau sistem struktur, yang terdiri atas sistem struktur rangka batang dan sistem struktur solid beam. Dari kedua sistem tersebut pada Tugas Akhir ini dipilih sistem struktur solid beam sebagai alternatif , perbandingan model struktur ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 1. Solid beam



Gambar 2. Rangka batang

Sistem struktur solid beam (gambar.1) dijadikan alternatif perencanaan dengan alasan secara umum dapat diperoleh bentuk ruang dalam yang bersih dan lapang, disamping kemudahan pada perawatan atas sistem utilitas terpasang didalamnya.

Sistem struktur rangka batang (gambar 2) yang umum dipakai digudang gudang lama tidak dijadikan alternatif disebabkan secara struktur lebih rumit, dalam arti pengerjaan dan pemasangan komponen serta perawatan dari sistem utilitas terpasang. Dan secara struktur juga sudah jarang dipakai di gudang gudang pada pelabuhan modern.

Konstruksi solid beam yang telah dijadikan alternatif, memakai sambungan baut biasa seperti pada gudang gudang dengan sistem konstruksi yang sama. Sistem statik pada konstruksi ini pada ujung bagian bawah kolom berupa sendi dengan demikian pemasangan angker pada base plate harus menjamin bahwa ujung bawah kolom tersebut dapat berotasi. Dengan kondisi tersebut pada akhirnya angker hanya menerima beban geser saja tanpa menerima beban momen.

Untuk menopang konstruksi diatasnya dibawah base plate dibuat kolom pendek dengan fungsi meneruskan beban kepondasi . Pondasi terpasang pada konstruksi ini adalah pondasi dengan sistem tapak beton bertulang dengan ukuran sesuai denah rencana gudang. Dinding pada konstruksi ini dibuat seragam pada keseluruhan

gudang rencana berupa dinding batako setinggi 2 meter kemudian sisanya memakai bahan dari aluminium gelombang.

Struktur atap terpakai pada konstruksi gudang terdiri atas gording gording beserta penggantung penggantungnya yang pada akhir pelaksanaan pekerjaan ditutup dengan atap dari aluminium gelombang dengan memasang dibeberapa tempat atap transparan untuk penerangan ruang dalam.

Gudang gudang yang direncanakan pada tugas akhir ini memakai bahan struktur dari baja buatan lokal serta pondasi dari beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut,

BAHAN	MUTU
BAJA	BJ 37 (hard steel)
BETON	K - 225
Besi BETON $\varnothing \leq 12$ mm	U 24
Besi BETON $\varnothing > 12$ mm	U 39

Bentang rencana gudang 40 meter dengan panjang sesuai perencanaan lay out yaitu 100 meter . Jarak antar portal pada gudang adalah 5 meter dari gudang terencana masih ditambahkan platform, lebar sekitar 4,5 – 5 meter dengan ketinggian 1 – 1,2 meter .

Dengan kelebihan secara konstruksi berupa luas yang lebih lapang dari konstruksi rangka batang, untuk solid beam kelemahan yang didapat pada perhitungan baloknya. Dari konstruksi solid beam, balok atap dirassakan terlalu lebar dengan bentang sepanjang 40 meter sehingga lendutan yang didapat sedikit lebih besar. Pada tugas akhir ini perhitungan yang ada dibuat secara sederhana dengan perumusan yang diijinkan berdasar PPBBI, dasar yang memperkuat pemakaian konstruksi solid beam adalah dipergunakannya baja keras (hard steel) sebagai bahan konstruksi seperti gudang yang ada diarea tambatan Nilam dengan bentang sampai 75 meter (gudang No 500).

7.2.1.2. Lapangan Penumpukan.

Di pelabuhan Tanjung Perak berdasarkan hasil survey menunjukkan keseluruhan lapangan penumpukan terdapat kerusakan akibat kelebihan beban muatan dari alat alat operasional yang melintas diatasnya serta kejatuhan barang disamping kerusakan kerusakan akibat alam seperti akibat saluran utilitas yang ada kurang baik sehingga terjadi banjir. Untuk kerusakan lapangan penumpukan yang ringan alternatif yang diambil adalah dengan menambal kerusakan tersebut atau pelapisan ulang. Alternatif lain adalah dengan perbaikan secara menyeluruh terhadap lapangan penumpukan dengan harapan didapat kondisi yang bagus, untuk kekuatan diusahakan bahan pelapis dari bahan yang keras serta berkualitas baik.



Lapangan penumpukan yang baru dimana pembangunannya dilakukan berdasarkan kebutuhan rehabilitasi dibuat dengan alternatif bahan dari paving stone. Untuk mendapatkan keseragaman, keseluruhan lapangan penumpukan baik yang lama maupun yang baru dapat dibuat dengan sistem paving stone. Sistem paving stone rencana dibuat dengan menambahkan lean concrete berkualitas rendah.

7.2.2. Alternatif pekerjaan pengaturan jalan, lapangan parkir, dan jalan.

Pekerjaan jalan, lapangan parkir dan pengaturan jalan pada Tugas Akhir ini dalam pelaksanaannya dapat dilakukan dengan satu pentahapan yang terorganisasi.

Pelaksanaan pertama dari pekerjaan adalah pengaturan jalan, beberapa jalan baru dibuat berdasarkan sisa lahan hasil rehabilitasi gudang. Pembangunan jalan baru dilakukan dengan maksud mengantisipasi lonjakan arus bongkar muat ditambah dengan kenaikan persentase penanganan melalui truck loosing. Dengan dasar kenaikan pada penanganan bongkar muat melalui truck loosing berdampak terhadap kebutuhan lahan parkir. Melalui perhitungan pada Bab V keseluruhan area lahan yang dibutuhkan telah terpenuhi.

Rencana dari jalan baru adalah dibuat 2 arah dimana masing masing arah terdiri atas 3 jalur dengan demikian lebar total tiap arah 10.5 m, khusus tambatan Jamrud diantara 2 lajur yang dibuat dipisahkan oleh median selebar 3 m. Pada saat

pelaksanaan pekerjaan, model perkerasan yang dipakai adalah dengan perkerasan aspal Laston (MS 590) sedang lapis base course digunakan batu pecah

Untuk apron dengan kondisi yang ada saat ini hanya perlu sedikit perbaikan berupa pelapisan ulang permukaan . Aspal terpakai sama halnya dengan pembangunan jalan

baru memakai Laston (MS 590) termasuk pekerjaan terhadap lantai bekas gudang yang dibongkar, tebal pelapisan ± 7 cm

Untuk apron dengan adanya pelebaran dari 15 meter menjadi 25 meter maka perkerasan lama tetap terpakai dan perkerasan baru akibat dari pelebaran apron disamakan dengan jalan baru (jalan akses), tetapi permukaannya disesuaikan dengan kondisi permukaan dari apron yang lama.

Jalan antar gudang yang ada tidak perlu lagi dibuatkan base course cukup dengan perkerasan dari bahan Laston.

Lapangan parkir sistem perkerasannya memakai aspal Laston (MS 590). Dengan bertambahnya luas lahan, sedikit perlu pada beberapa bagian dari lapangan penumpukan dibuatkan perkerasan baru sedangkan lapangan parkir yang ada sebelumnya cukup di overlay mengingat kerusakannya tidak begitu parah.

7.3. Metode pembongkaran.

Pelaksanaan pembongkaran gudang lama dari area pangkalan Jamrud Utara, dilanjutkan dengan pemindahan

kearea pangkalan Jamrud Selatan dilakukan terhadap konstruksi yang dipilih yaitu sistem struktur solid beam. Pembongkaran pada gudang gudang tersebut dilakukan melalui beberapa tahap seperti berikut ;

1. Melakukan pendataan pada keseluruhan bagian struktur, baik yang masih dapat dipakai maupun tidak dengan cara memberi tanda pada beberapa bagian dari komponen untuk menghindari tertukarnya komponen serta mempermudah pelaksanaan pada saat pemasangan kembali. Komponen baru diperlukan jika pada beberapa bagian dalam struktur terdapat komponen yang tidak dapat dipakai.
2. Melakukan pembongkaran pada bagian atap serta dinding dari bahan aluminium gelombang .
3. Membongkar dinding tembok.
4. Pemasangan alat pengaman (crane serta kabel kabel baja pengaman) dengan tujuan menjaga stabilitas portal pada saat dilakukan pembongkaran.
5. Pembongkaran gording serta regel kecuali gording dan regel yang berkaitan dengan ikatan angin serta ikatan montase dengan maksud seperti no.4 untuk menjaga kestabilan struktur dibawahnya.
6. Stabilitas portal harus terjamin pada saat dilakukan pelepasan baut baut penyambung, kemudian portal harus tetap dalam posisi tergantung pada tali penggantung yang dihubungkan dengan crane pemindah.
7. Kuda kuda terpasang yang sudah terlepas dari struktur diturunkan pelan pelan dengan crane.
8. Pekerjaan selanjutnya dilakukan seperti pada nomor 3 sampai dengan 8 untuk portal portal yang lain.

9. Pekerjaan setelah pembongkaran kuda kuda adalah pelepasan anker anker kolom kemudian diikuti dengan pembongkaran kolom.
10. Melakukan pembongkaran lantai gudang sampai dengan 10 cm dibawah elevasi jalan dengan maksud mendapatkan lapisan subgrade.
11. Keseluruhan dari pembongkaran gudang yang dilakukan diharuskan mengikuti ketentuan atau tahapan diatas (untuk struktur solid beam terpakai).

Berdasarkan kondisi diatas dalam pelaksanaan pembongkaran sedapat mungkin dilakukan dengan hati hati dengan maksud menghindari kerusakan komponen struktur baja.

7.4. Metode pendirian.

Dengan acuan referensi metode pembongkaran, untuk metode pendirian cukup dilakukan dengan jalan mengubah keseluruhan tahapan yang ada pada metode pembongkaran dari bawah. Komponen komponen struktur yang sebelumnya telah didata dipasang kembali dengan penambahan beberapa komponen baru untuk menggantikan yang rusak . Sedikit tambahan adalah pembuatan base baru pada area yang telah dipilih untuk pemasangan kolom kolom.

7.5. Perencanaan jalan, lapangan parkir serta lapangan penumpukan.

7.5.1. Perencanaan jalan dan lapangan parkir.

Jalan serta lapangan parkir dalam perencanaan Tugas Akhir ini menggunakan sistem CBR untuk menghitung tebal perkerasan (Dept. Pekerjaan Umum). Perkerasan pada kedua pekerjaan tersebut memakai bahan sebagai berikut ;

1. Aspal Laston (MS 590) untuk lapisan permukaan.
2. Batu pecah kelas B (CBR 80 %) untuk base course
3. Sirtu kelas B (CBR 50 %) untuk subbase course
4. Tanah dasar (CBR 10%) untuk subgrade

Dengan bahan bahan yang disebutkan diatas dapat dilakukan perhitungan mengenai tebal perkerasan seperti berikut.

1. Total bongkar muat dipelabuhan Tanjung Perak diketahui sebesar 19.337.829 ton/th (berdasar tahun operasi 1996) dimana setiap pangkalan yang ada berdasarkan perkiraan menangani 20 % dari total bongkar muat tersebut. Jadi yang ditangani masing masing pangkalan sebesar $\pm 4.000.000$ ton/th.
2. Dengan kapasitas rata rata truk yang menangani sekitar 5 ton didapatkan;
$$\text{Volume lalu lintas} = \frac{4.000.000}{5}$$
$$= 800.000 \text{ kend/th}$$
$$\approx 2285 \text{ kend/hari}$$
3. Umur rencana dari perkerasan ini adalah 10 tahun dengan kenaikan volume lalu lintas sebesar 6 % sampai akhir dari umur rencana , sedangkan

kenaikan volume selama masa pengerjaan kira kira
2 %.

Dari data diatas dapat dihitung Lalu lintas harian
rata rata (LHR), Lintas ekivalen permulaan (LEP),
Lintas ekivalen akhir (LEA), Lintas ekivalen tengah
(LET), Lintas ekivalen rencana (LER);

$$\text{LHR} = \text{Vol. harian} \times (1 + i)^n$$

$$\begin{aligned} \text{LHR (pelaksanaan)} &= 2.285 \times (1 + 2\%)^2 \\ &= 2.786 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LHR (10 tahun)} &= 2.285 \times (1 + 6\%)^2 \\ &= 4.093 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

$$\text{LEA} = \text{LEP} = \text{LHR} \times C \times J$$

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= 2.786 \times 0.5 \times 0.35 \\ &\approx 488 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= 4.093 \times 0.5 \times 0.35 \\ &\approx 716 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LET} &= 0.5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}) \\ &= 0.5 \times (488 + 716) \\ &\approx 602 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times (\text{UR}/10) \\ &= 602 \times (10/10) \\ &= 602 \end{aligned}$$

Mencari ITP,

$$\text{LER} = 602$$

$$\text{CBR tanah dasar} = 10\%$$

$$\text{DDT} = 6.0$$

$$\text{IP} = 1.5$$

$$\text{FR} = 1.0$$

Dari data diatas didapat harga ITP = 7.7 (tabel 7.1),
Setelah ITP diketahui selanjutnya tebal perkerasan
dapat dicari sebagai berikut ;

$$\text{ITP} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$D_2 = 20 \text{ cm} \quad a_1 = 0.35 \quad a_3 = 0.12$$

$$D_3 = 10 \text{ cm} \quad a_2 = 0.13$$

Jadi ;

$$7.7 = 0.35 \times D_1 + 0.13 \times 20 + 0.12 \times 10$$

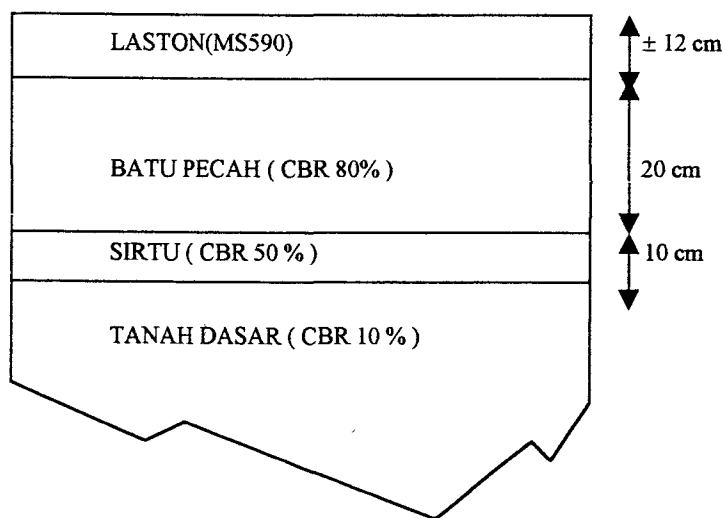
$$7.7 = 0.35 \times D_1 + 2.6 + 1.2$$

$$7.7 = 0.35 \times D_1 + 3.8$$

$$D_1 = (7.7 - 3.8) / 0.35$$

$$D_1 = 11.1 \text{ cm (minimum)}$$

Susunan perkerasan :



X

7.5.2 . Perencanaan lapangan penumpukan.

Lapangan penumpukan yang direncanakan disetiap pangkalan memakai perkerasan sistem paving .

Perhitungan perkerasan sebagai berikut ;

1. Rencana dasar :

- Ukuran block perkerasan 80 mm
- Tebal pasir dibawah block beton 50 mm
- Sub base granular tebal 150 mm
- Sub grade CBR 10 %

2. Loading

1. Front Life Truck ;

- Weight unladen WT = 12000 kg
 $X_1 = 0.820\text{m}$
 $X_2 = 2.670\text{ m}$
 $X_T = 1.690\text{ m}$
- Track width = 1.500 m
- Tyre pressure P = 0.7 N/ mm²

Perhitungan beban roda untuk FLT

Roda depan ;

$$W_1 = f_d \times f_p \times ((A_1 \times W_c + B_1) / M)$$

Roda belakang ;

$$W_2 = f_d \times ((A_2 \times W_c + B_2) / 2)$$

$$A_1 = -X_2 / (X_1 - X_2)$$

$$A_2 = -X_1 / (X_2 - X_1)$$

$$B_1 = W_T \times (X_T - X_2) / (X_1 - X_2)$$

$$B_2 = W_T \times (X_T - X_1) / (X_2 - X_1)$$

Dimana :

f_d = dynamic factor

$f_d = 1.4$,dengan asumsi FLT dalam kondisi belok

f_p = wheel proximity factor

$f_p = 2$,dengan asumsi mempunyai 2 roda disetiap sisi

langkah perhitungan ;

$$\begin{aligned} A1 &= - X2 / (X1 - X2) \\ &= - 2.67 / (0.82 - 2.67) \\ &= 1.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= - X1 / (X2 - X1) \\ &= - 0.82 / (2.67 - 0.82) \\ &= - 0.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B1 &= WT \times (XT - X2) / (X1 - X2) \\ &= 17000 \times (1.69 - 2.67) / (0.82 - 2.67) \\ &= 9005 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B2 &= WT \times (XT - X1) / (X2 - X1) \\ &= 17000 \times (1.69 - 0.82) / (2.67 - 0.82) \\ &= 7995 \end{aligned}$$

asumsi kapasitas FLT 7000 kg

$$\begin{aligned} W1 &= 2.0 \times 1.4 (1.43 \times 7000 + 9005) / 4 \\ &= 13311 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= 1.4 \times (- 0.43 \times 7000 + 7995) / 2 \\ &= 3490 \end{aligned}$$

akibat kerusakan (damaging effect)

dengan asumsi distribusi pembebanan 40 / 60 maka didapat :

PAWL kritis = 12.53 (tabel 3.2 , British Port Associaton)

PAWL rata rata = 38.26

PAWL tanpa beban = 5.56 , LCI = C

(Number of Repetition)

Dari perhitungan sebelumnya kapasitas terangkut sebesar 1,200,000 ton (penanganan melalui lapangan penumpukan) sedangkan dari perhitungan didapat harga kapasitas rata rata 15459 kg (tabel 3.2, British Port Association).

Trip terhitung pertahun dari alat ;

$$(1,200,000 \times 1,000) / 15,459 = 77,625 \text{ trip pertahun}$$

untuk export

Untuk import jumlah trip sama dengan setengah dari export yaitu sebanyak 38,813 trip

Design Life , N

Export.

$N = (NU. \text{ Unladen damaging effect} + NL. \text{ Average damaging effect}) / \text{Critical damaging effect}$

$$N = (77,625 \times 10 \times 38.26 + 77,625 \times 10 \times 5.56) / 12.53$$

$$N = 2,714,707 \text{ FLT}$$

Import.

Untuk import setengah dari export atau sebesar 1.357,353 FLT

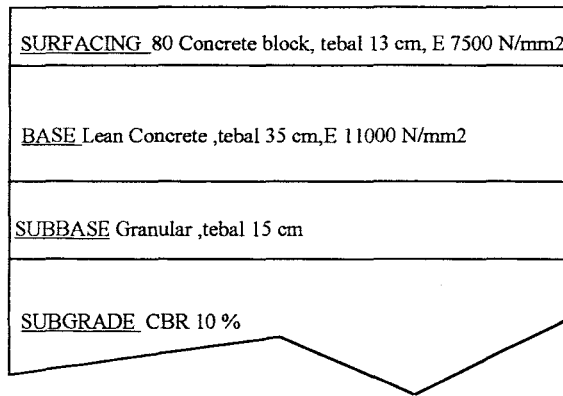
Dari perhitungan diatas didapat tebal perkerasan paving block rencana sebagai berikut ;

- Karakteristik beton (lean concrete)
 - Compressive strength 18.0 N /mm²
 - Flexibel strength 3.0 N /mm²

- Tebal base 35 cm

Untuk Modulus elastisitas beton = 20000 N/mm²

Penampang perkerasan ;



BAB VIII

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

8.1. Umum

Analisa struktur pada tugas akhir ini dilakukan untuk memberikan gambaran tentang pemakaian profil dan bahan terpakai lainnya serta bentuk gudang. Gudang gudang yang terencana umumnya memiliki ukuran dan model yang sama, hal ini dimaksudkan dapat diperoleh kemudahan dalam hal perawatan secara konstruksi.

8.2. Perhitungan gording.

Direncanakan :

Dimensi profil C 150x65x20x3,2

A = 9,567 cm² W_x = 44,3 cm²

W = 7,51 kg/m W_y = 12,2 cm²

I_x = 332 cm⁴ i_x = 5,89 cm

I_y = 53,8cm⁴ i_y = 2,37 cm

E = 2,1 E+06

Tegangan baja = 1600 kg/cm²

Bentang portal = 40 m

Jarak portal = 5 m

Berat penutup atap = 10 kg/cm²

Kemiringan atap = 20 derajat

Jarak antara gording = 1,5 m

Pembebanan,

- 1. Beban mati ;

Berat sendiri gording	7,51 kg
Berat penutup atap	<u>10,00 kg</u>
	17,51 kg
10 %	<u>1,75 kg</u>
	19,26 kg
Berat penggantung	<u>2,55 kg</u>
	21,81 kg

- Perhitungan momen

$$\begin{aligned}
 M_x &= \frac{1}{8} q L^2 \cos \alpha \\
 &= \frac{1}{8} \times 21,81 \times 5,00^2 \times 0,94 \\
 &= 64,07 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{1}{8} q \left(\frac{L}{3}\right)^2 \sin \alpha \\
 &= \frac{1}{8} \times 21,81 \times \left(\frac{5}{3}\right)^2 \times 0,34 \\
 &= 2,57 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

- 2. beban hidup;

- akibat hujan $W = (40 - 0,8) < 20 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned}
 W &= 24 < 20 \text{ kg/cm}^2, \quad q = 1,5 \times 20 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 30 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_x &= \frac{1}{8} q L^2 \cos \alpha \\
 &= \frac{1}{8} \times 30 \times 25 \times 0,94 \\
 &= 88,125 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{1}{8} q \left(\frac{L}{3}\right)^2 \sin \alpha \\
 &= \frac{1}{8} \times 30 \times \frac{25}{9} \times 0,34 \\
 &= 3,54 \text{ kg-m}
 \end{aligned}$$

- 3. beban terpusat,

$$P = 100 \text{ kg (beban pekerja)}$$

$$M_x = \frac{1}{4} P L \cos \alpha$$

$$M_x = \frac{1}{4} \times 100 \times 5 \times 0,94$$

$$= 117,5 \text{ kg-m}$$

$$M_y = \frac{1}{4} P (L/3) \sin \alpha$$

$$= \frac{1}{4} \times 100 \times (5/3) \times 0,34$$

$$= 14,17 \text{ kg-m}$$

- 4. beban angin,

$$\alpha = 20 \text{ derajat}$$

$$\text{tek. tiup} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{atap kiri} = (0,02 \alpha - 0,4) = 0 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{dinding kiri} = 0,9 = 180 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{atap kanan} = -0,4 = -120 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{dinding kanan} = -0,4 = -80 \text{ kg/m}^2$$

Kombinasi pembebanan,

$$\begin{aligned} \text{- beban tetap, } M_x &= M + H_d \\ &= 64,07 + 117,5 \\ &= 181,57 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= M + H_d \\ &= 2,57 + 14,17 \\ &= 16,74 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- beban sementara, } M_x &= M + H_d + A \\ &= 64,07 + 117,5 + 0 \\ &= 181,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= M + H_d + A \\ &= 2,57 + 14,17 + 0 \\ &= 16,74 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

kontrol tegangan,

$$\begin{aligned} \sigma &= M_x/W_x + M_y/0,5W_y \\ &= 181,57/44,3 + 16,74/(0,5 \times 12,2) \\ &= 684,29 \text{ kg/m}^2 < 1600 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

kontrol stabilitas profil,

$$h/tb < 75$$

$$150/3,2 = 46,875 < 75 \dots \dots (\text{OK !})$$

$$L/h > 1,25 b/ts$$

$$(500/3)/15 = 11,111 > 1,25 \times (6,5/3,2) = 25,39$$

... profil tidak berubah bentuk.

Bila profil berubah bentuk,

$$A' = A \text{ daun} + A \text{ badan}$$

$$= 620,567 \text{ mm}^2 \approx 6,21 \text{ cm}^2$$

$$i_y = (I_y/2A')^{0,5}$$

$$= (53,8/2 \times 6,21)^{0,5}$$

$$= 2,081$$

$$\lambda = L/i_y$$

$$= (500/3)/2,081$$

$$= 80,09 \quad \omega = 1.632 \text{ (tabel PPBBI)}$$

$$\sigma_{kip} = \sigma' / \omega$$

$$= 1600/1,632$$

$$= 980,39 \text{ kg/cm}^2$$

Bila profil tidak berubah bentuk;

Statis tertentu pelat badan diberi pengaku kesamping,

$$c_1 < 250$$

$$c_1 = Lh/bts = 361 < 250$$

$$\sigma_{kip} = \sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$250 < c_1 < c_2$$

$$c_2 = 0,63 E/\sigma = 827$$

$$\sigma_{kip} = \sigma - ((c_1 - 250)/(c_2 - 250)) \times 0,3\sigma$$

$$= 1600 - ((361 - 250)/(827 - 250)) \times 0,3 \times 1600$$

$$= 1507,66$$

Statis tertentu pelat badan tidak diberi pengaku

kesamping,

$$\sigma_{kip} \leq 0,042 c_1 c_2 (tb/h)^3 \sigma'$$

$$\sigma_{kip} \leq 0,042 \times 361 \times 827 \times (3,2/150)^3 \times 1600$$

$$\sigma_{kip} = 194,79 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol lendutan,

Beban merata ;

$$q = 21,81 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_x = 20,49 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_y = 7,45 \text{ kg/cm}^2$$

Beban terpusat ;

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$P_x = 93,98 \text{ kg}$$

$$P_y = 34,19 \text{ kg}$$

$$f_y = 5q_x L_x^4 / 384 E I_x + P_x L_x^3 / 48 E I_x$$

$$= 0,239 + 0,351$$

$$= 0,59 < f_{\max} = L/180 = 2,78$$

$$f_x = 5q_y L_y^4 / 384 E I_y + P_y L_y^3 / 48$$

$$= 0,537 + 0,788$$

$$= 1,325 < f_{\max} = 2,78$$

$$f = (f_y + f_x)^{0,5}$$

$$= 1,450 < 2,78$$

8.3. Perhitungan kolom.

Dimensi profil I , 600x200x13x23

$$A = 107,7 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 3380 \text{ cm}^3$$

$$W = 134 \text{ kg/m}$$

$$W_y = 314 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 10300 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 24,6 \text{ cm}$$

$$I_y = 3180 \text{ cm}^4$$

$$i_y = 4,31 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 2,10 \times 10^6 \text{ cm}^2$$

$$\text{bentang} = 40 \text{ m}$$

$$\text{jarak portal} = 5 \text{ m}$$

$$\text{tinggi kolom} = 6 \text{ m}$$

$$\text{tinggi lateral} = 3 \text{ m}$$

$$(P) \text{ axial} = 6684 \text{ kg}$$

$$M_x1 = -$$

$$M_x2 \text{ (terbesar)} = 2887670 \text{ kg-cm}$$

Kontrol tegangan,

Sumbu x ;

$$\lambda = L_x / i_x = 300 / 24,6 = 12,195$$

$$\omega_x = 1$$

$$\delta_x = 0$$

$$\sigma_{ex} = 122,640 \text{ kg/cm}^2$$

$$n_x = A \sigma_{ex} / N$$

$$= 107,7 \times 122640 / 6684$$

$$= 1976$$

$$n_x / (n_x - 1) = 1,001$$

$$e_x^* = \delta_x W_x / A$$

$$= 0 \times 1 / 107,7$$

$$= 0$$

Sumbu y ;

$$\lambda = L_y / i_y = 300 / 4,31 = 69,61$$

$$\omega_y = 1,465$$

$$\delta_y = 0,290$$

$$\sigma_{ey} = 4230 \text{ kg/cm}^2$$

$$n_y = A \sigma_{ey} / N$$

$$= 107,7 \times 4230 / 6684$$

$$= 1,015$$

$$n_y / (n_y - 1) = 1,015$$

$$e_y = \delta_y W_y / A$$

$$= 0,290 \times 1,465 / 107,7 = 0,945$$

kontrol stabilitas profil,

statis tertentu pelat badan diberi pengaku kesamping.

$$c_1 \leq 250, \quad c_1 = L_h / b_{ts}$$

$$= 300 \times 60 / 20 \times 2,3$$

$$= 391,3$$

$c_1 \geq 250$, tidak terpenuhi

$$250 < c_1 < c_2$$

$$\begin{aligned}
 c_2 &= 0,63 E/\sigma \\
 &= 0,63 \times 2,10 E+6 / 1600 \\
 &= 787,5, \text{ syarat terpenuhi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kip} &= \sigma - ((c_1 - 250)/(c_2 - 250)) 0,3 \sigma \\
 &= 1600 - ((391,3 - 250)/(787,5 - 250)) \times 0,3 \times 1600 \\
 &= 1473,186
 \end{aligned}$$

statis tertentu pelat badan tidak diberi pengaku kesamping.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kip} &\leq 0,042 c_1 c_2 (t_b/h)^3 \sigma \\
 &\leq 0,042 \times 391,3 \times 787,5 \times (13/600)^3 \times 1600 \\
 &\leq 210,6, \text{ tidak terpenuhi}
 \end{aligned}$$

statis tak tentu, pelat badan diberi pengaku kesamping.

$$\begin{aligned}
 c_1 &\leq 250, c_1 = Lh/bts \\
 &= 391,3 \quad \dots \text{ tidak terpenuhi.}
 \end{aligned}$$

$$250 \leq c_1 \leq c_3$$

$$c_3 = 0,21 (1 + \beta^*) (3 - 2\beta^*) E/\sigma$$

$$\begin{aligned}
 \beta^* &= (M_{k1} + M_{k2})/2 M_{jepit} \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c_3 &= 0,21 (1 + 0,5) (3 - 2 \times 0,5) \times 2,10 E+6/1600 \\
 &= 787,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kip} &= 1600 - ((391,3 - 250)/(787,5 - 250)) \times 0,3 \times 1600 \\
 &= 1473,186
 \end{aligned}$$

statis tak tentu, pelat badan tidak diberi pengaku kesamping.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{kip} &\leq 0,042 \times 391,3 \times 787,5 \times (0,13/6)^3 \times 3 \times 1600 \\
 &\leq 631,87
 \end{aligned}$$

kolom bergoyang,

$$\begin{aligned}
 \Theta &= 5\sigma / \sigma_{kip} (8 - 3(M_{x1}/M_{x2})) \\
 &= 5 \times 1600 / 1473,2 \times 8 \\
 &= 0,679
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1. \omega_x \cdot N / A + n_x / (n_x - 1) \cdot (V_x - N) \cdot e_x^* / W_x + 0,85 \cdot \Theta \cdot n_x / \\
 (n_x - 1) \cdot M_x / W_x + 0,85 \cdot n_y / (n_y - 1) \cdot M_y / W_y \leq \sigma
 \end{aligned}$$

$$1 \times 6684 / 107,7 + 0 + 0,85 \times 0,677 \times 1,001 \times (2667670 / 3380)$$

$$+ 0 \leq \sigma$$

$$554,182 \leq \sigma \dots \text{OK!}$$

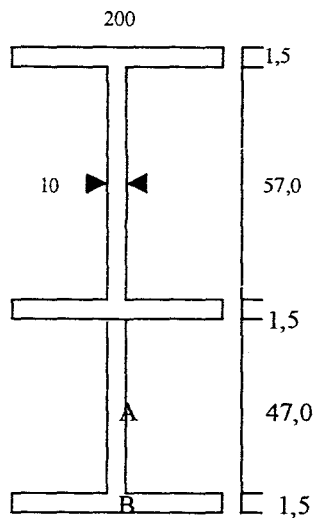
$$2. \omega_y \cdot N / A + n_y / (n_y - 1) \cdot (V_y - N) \cdot e_y^* / W_y + 0,85 \cdot \Theta \cdot n_x$$

$$/ (n_x - 1) \cdot M_x / W_x + 0,85 \cdot n_y / (n_y - 1) \cdot M_y / W_y \leq \sigma$$

$$90,92 + 0 + 492,122 + 0 \leq \sigma$$

$$583,042 \leq \sigma \dots \text{OK!}$$

8.4. Perhitungan balok



Profil WF 600x200x10x15

$$A = 120,5 \text{ cm}^2 \quad W_x = 2310 \text{ cm}^3$$

$$W = 94,6 \text{ kg} \quad W_y = 199 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 68700 \text{ cm}^4 \quad i_x = 23,9 \text{ cm}$$

$$I_y = 1980 \text{ cm}^4 \quad i_y = 4,05 \text{ cm}$$

$$E = 2,10 \text{E}+6$$

$$\text{Bentang} = 40 \text{ m}$$

$$\text{Jarak portal} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kemiringan atap} = 20 \text{ derajat}$$

$$\text{Panjang balok} = 21,28 \text{ m}$$

$$\text{Moment (out put SAP90)} = 2887670 \text{ kg-m}$$

$$\text{Panjang balok lateral} = 3 \text{ m}$$

Luas total portal I-I,

$$\text{Profil WF} = 120,5$$

$$\text{Profil T} = 1,5 \times 20 + 1 \times 47 = 77,0$$

$$197,5 \text{ cm}^2$$

Letak garis netral,

$$Y = \frac{\sum A_n \cdot X_n}{\sum A}$$

$$\text{Profil WF} = 120,5 \times 78,5 = 9459,25$$

$$\text{Bagian A} = 1 \times 47 \times 25 = 1175$$

$$\text{Bagian B} = 20 \times 1,5 \times 0,75 = 22,5$$

$$10656,75$$

$$Y = 10656,75 / 197,5$$

$$= 54$$

momen inerti,

$$\text{WF} = 68700 + 120,5 \times 26^2 = 50158$$

$$\text{Bagian A} = 1/12 \times 1 \times 47^3 + 1 \times 47 \times 29^2 = 48179$$

$$\text{Bagian B} = 1/12 \times 20 \times 1,5^3 + 20 \times 1,5 \times 52,5^2 = 82693,125$$

$$281030,125$$

$$W_x = 281030,125 / 56 = 5018,395$$

$$W_y = 281030,125 / 54 = 5204,262$$

$$\sigma_1 = M_1 / W_1 = 2887670 / 5018,39 = 575,418 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma \text{..OK!}$$

$$\sigma_2 = M_2 / W_2 = 2887670 / 5204,262 = 554,866 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma \text{..OK!}$$

8.5. Perhitungan regel.

Perhitungan regel horisontal.

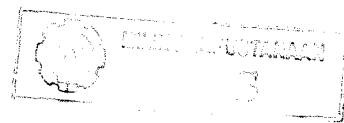
Dipakai profil C 150x65x20x3,2

$$A = 9,567 \text{ cm}^2 \quad W_x = 44,3 \text{ cm}^3$$

$$W = 7,51 \text{ kg/m} \quad W_y = 12,2 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 332 \text{ cm}^4 \quad i_x = 5,89 \text{ cm}$$

$$I_y = 53,8 \text{ cm}^4 \quad i_y = 2,37 \text{ cm}$$



$$\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad E = 2,10E+6$$

$$\text{bentang} = 40 \text{ m}$$

$$\text{jarak portal} = 5 \text{ m}$$

$$\text{berat penutup atap} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{jarak regel} = 1,33 \text{ m}$$

pembebanan ;

beban mati ,

$$\text{berat sendiri regel} = 7,51 \text{ kg}$$

$$\text{penutup dinding} = 13,3 \text{ kg}$$

$$20,81 \text{ kg}$$

$$10\% \quad \underline{2,08 \text{ kg}}$$

$$22,89 \text{ kg}$$

perhitungan momen arah x,

$$\text{beban merata, } q = 22.89 \text{ kg/m}$$

$$M_x = 1/8 \cdot q \cdot L^2 = 71,53 \text{ kg-m}$$

beban hidup, $P = 100 \text{ kg}$ (beban pekerja)

$$M_x = 1/4 \cdot P \cdot L = 125 \text{ kg-m}$$

Perhitungan momen arah y,

Beban angin,

$$\text{Kanan tiup} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Koefisien angin dinding} = 0,9$$

$$\text{Beban regel/pias} = 1,33 \text{ m}$$

$$\text{Beban merata} = 40 \times 0,9 \times 1,33 = 47,88 \text{ kg/m}$$

$$M_y = 1/8 q L^2 = 14962,50 \text{ kg-cm}$$

Kontrol tegangan,

$$\sigma = M_x/W_x + M_y/W_y$$

$$= 7153,44/12,20 + 14962,50/44,3$$

$$= 924,10 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma \text{ ..OK!}$$

kontrol stabilitas profil,

$$h/ts = 46,88 < 75 \text{ ,syarat profil tidak berubah bentuk}$$

$L/h > 1,25 b/ts$, syarat profil tidak berubah bentuk

$11,111 > 25,39$... tidak terpenuhi!

Bila profil berubah bentuk,

$$A' = A_{daun} + 1/6 \cdot A_{badan}$$

$$= 6,21 \text{ cm}^2$$

$$i_y = (0,5 \cdot I_y / A')^{0,5}$$

$$= 2,082$$

$$\lambda = L / i_y = 80,05 \quad \omega = 1,632$$

$$\sigma_{kip} = \sigma' / \omega = 980,39 \text{ kg/cm}^2$$

Perhitungan regel vertikal,

Dipakai profil I 200x200x8x12

$$A = 63,53 \text{ cm}^2 \quad W_x = 472 \text{ cm}^2$$

$$W = 49,90 \text{ kg/m} \quad W_y = 160 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 4720 \text{ cm}^4 \quad i_x = 8,62 \text{ cm}$$

$$I_y = 1600 \text{ cm}^4 \quad i_y = 5,02 \text{ cm}$$

$$\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad E = 2,10 \text{E}+6$$

$$\text{Jarak regel vertikal} = 4,44 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi regel vertikal} = 13,28 \text{ m}$$

$$\text{Berat regel horisontal} = 7,51 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jumlah regel horisontal} = 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak regel horisontal} = 1,33 \text{ m}$$

$$\text{Berat seng} = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jarak portal} = 5 \text{ m}$$

Pembebanan,

Beban mati:

$$\text{Berat regel vertikal} = 49,9 \times 13,28 = 662,62 \text{ kg}$$

$$\text{Berat regel horisontal} = 7,51 \times 5 \times 8 = 300,4 \text{ kg}$$

$$\text{Berat dinding seng} = 10 \times 4,44 \times 13,28 = \underline{589,59 \text{ kg}}$$

$$1552,61 \text{ kg}$$

$$10 \% \quad \underline{155,26 \text{ kg}}$$

$$\text{beban axial regel} = 1707,87 \text{ kg}$$

Beban hidup :

Beban horisontal,

Koefisien angin (c) = 0,9

Tekanan tiup (W) = 40 kg/m²

Luas bidang (A) = 4,44x1,33 = 5,91 m²

$P_a = c.W.A = 0,9 \times 40 \times 5,91 = 212,59$ kg

$\Sigma H = (212,59 \times 10) - 1021,28 = 11046,46$ kg

$\frac{1}{2}.H = 6,64$ m

$M_{max} = 299751,26$ kg-cm

Kontrol tegangan sebagai beam column,

Sumbu x, $\lambda = L_x/i_x = 154,04$ $\omega_x = 4,577$

$\sigma_{ex} = 874$ kg/cm²

$n_x = A.\sigma_{ex}/N = 32,52$

$n_x/(n_x-1) = 1,032$

$M_{Dx} = 299751,26$ kg-cm, $M_{x1} = 0$, $M_{x2} = 0$

$\beta_x = 0,6 + 0,4 \times M_{x1}/M_{x2}$

= 0,6

sumbu y, $\lambda = L_y/i_y = 26,494$ $\omega_y = 1,045$

$\sigma_{ey} = 28431$ kg/cm²

$n_y = A.\sigma_{ey}/N = 1057,77$

$n_y/(n_y-1) = 1,009$

$M_{dy} = 0$ kg-cm, $M_{y1} = 0$, $M_{y2} = 0$

$\beta_y = 0,6 + 0,4.M_{y1}/M_{y2}$

= 0,6

kontrol stabilitas profil,

$h/t_s = 16,67 < 75$,syarat profil berubah bentuk

$L/h = 0,665 > 1,25.b/t_s = 20,833$ tidak terpenuhi!

Bila profil berubah bentuk,

$A' = A_{daun} + 1/6.A_{badan}$

= 24,29 cm²

$i_y = (0,5 \cdot I_y/A')^{0,5}$

= 5,74

$\lambda = L/i_y = 26,56$ $\omega = 1,045$

$$\sigma_{kip} = \sigma^2 / \omega = 1531,10 \text{ kg/cm}^2$$

Bila profil tidak berubah bentuk!

Statis tertentu, pelat badan diberi pengaku kesamping

$$c1 \leq 250, \quad c1 = Lh/bts = 1030,8 < 250$$

$$\sigma_{kip} = \sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$250 < c1 < c2, \quad c2 = 0,63 E/\sigma = 826,88$$

$$\sigma_{kip} = \sigma - ((c1-250)/(c2-250)) \times 0,3\sigma = 950,29 \text{ kg/cm}^2$$

$$c1 \geq c2$$

$$\sigma_{kip} = c2/c1 \times 0,7\sigma = 898,40 \text{ kg/cm}^2$$

Statis tertentu, pelat badan tidak diberi pengaku kesamping

$$\sigma_{kip} \leq 0,042 \cdot c1 \cdot c2 \cdot (tb/h)^3 \cdot \sigma = 3665,87 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Theta = 1,00, \quad \sigma_{kip} = 1582,59 \text{ kg/cm}^2$$

$$\omega_x \cdot N/A + \Theta \cdot n_x / (n_x - 1) \cdot (\beta_x \cdot M_x^2 + M_{Dx} / W_x) + n_y / (n_y - 1) \cdot (\beta_y \cdot M_y^2 + M_{Dy} / W_y) \leq \sigma$$

$$4,577 \times 1707,57 / 63,53 + 1 \times 1,032 \times 299751,26 / 472 + 0 \leq \sigma$$

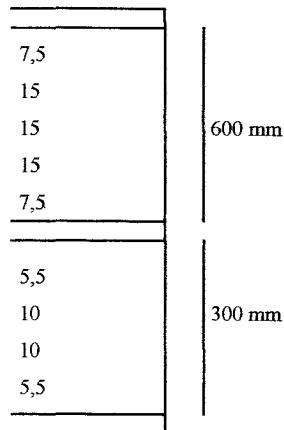
$$123,02 + 655,39 + 0 = 778,41 \leq \sigma \dots \text{OK!}$$

$$N/A + \Theta \cdot (M_{Dx} + M_x) / W_x + (M_y + M_{Dy}) / W_y \leq \sigma$$

$$26,88 + 635,07 = 661,95 \leq \sigma \dots \text{OK!}$$

8.6. Perhitungan sambungan.

8.6.1. Kuda kuda.



$$\begin{aligned} \sigma &= 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau' &= 0,6 \cdot \sigma' = 960 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'_{ta} &= 0,7 \cdot \sigma = 1120 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'_{tu} &= 1,2 \cdot \sigma = 1920 \text{ kg/cm}^2 \\ \varnothing \text{ baut} &= 2,5 \text{ cm}, \quad A = 4,91 \text{ cm}^2 \\ \text{tebal pelat} &= 10 \text{ mm}, \quad A_{drat} = 0,7 \cdot A = 3,43 \text{ cm}^2 \\ \text{momen (M)} &= 720595 \text{ kg-cm} \\ \text{gaya geser (D)} &= 1623,54 \text{ kg} \\ \text{jumlah baut} &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jarak baut} &= 1,5d < S < 3d = 3,75 \text{ cm} < S < 7,5 \text{ cm} \\ &= 2,5d < \mu < 7d = 6,25 \text{ cm} < \mu < 17,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

sambungan lentur,

akibat lintang;

$$K = D/n = 1623,54/12 = 135,285 \text{ kg}$$

$$\tau = K/Abaut = 135,295/4,91 = 27,55 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \cdot \sigma = 960 \text{ kg/cm}^2$$

akibat momen,

bebantarik maksimum diterima beban terjauh;

$$\begin{aligned} T_{max} &= M_{dmax}/\Sigma d^2 = 720595 \times 77,5/17018,75 \\ &= 3281,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$T(1 \text{ baut}) = 3281,5/2 = 1640,75 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \sigma(\text{tarik}) &= T/Adrat = 1640,75/3,43 \\ &= 478,35 \text{ kg/cm}^2 < 0,7 \cdot \sigma = 1120 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

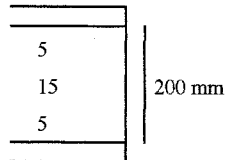
Kontrol tegangan,

$$\begin{aligned} \sigma_{ijin} &= (\sigma^2 + 1,57 \cdot \tau^2)^{0,5} \\ &= (478,35^2 + 1,57 \times 27,55^2)^{0,5} \\ &= 479,59 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

$$\sigma_{badan} = 478,35 \times 0,7 = 334,86 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= (\sigma/\sigma't)^2 + (\tau/\tau')^2 \\ &= (334,86/1120 + 27,55/960) \\ &= 0,299 + 0,028 = 0,3285 < 1 \dots \text{OK!}\end{aligned}$$

8.6.2. kolom konsol.



$$\begin{aligned}\sigma &= 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau' &= 0,6 \cdot \sigma' = 960 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'ta &= 0,7 \cdot \sigma = 1120 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'tu &= 1,2 \cdot \sigma = 1920 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{\textcircled{O}}\text{baut} &= 1,1 \text{ cm}, \quad A = 0,95 \text{ cm}^2 \\ \text{tebal pelat (t)} &= 10 \text{ mm}, \quad \text{Adrat} = 0,7 \cdot A = 0,66 \text{ cm}^2 \\ \text{momen (M)} &= 15000 \text{ kg-cm} \\ \text{gaya geser (D)} &= 200 \text{ kg} \\ \text{jumlah baut} &= 4 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{jarak baut} &= 1,5d < S < 3d = 1,65 \text{ cm} < S < 3,3 \text{ cm} \\ &= 2,5d < \mu < 7d = 2,75 \text{ cm} < \mu < 7,7 \text{ cm}\end{aligned}$$

sambungan lentur,

akibat lintang;

$$K = D / n = 200 / 4 = 50 \text{ kg}$$

$$\tau = K / A_{\text{baut}} + 50 / 0,95 = 52,6 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \cdot \sigma = 960 \text{ kg/cm}^2$$

akibat momen,

beban momen maksimum ditari beban terjauh;

$$T_{\max} = M_{\max} / \Sigma d^2 = 15000 \times 15 / 225$$

$$= 1000 \text{ kg}$$

$$T(1 \text{ baut}) = 1000 / 2 = 500 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{tarik}} = T / A_{\text{drat}} = 500 / 0,66$$

$$= 752 \text{ kg/cm}^2 < 0,7 \cdot \sigma = 1120 \text{ kg/cm}^2$$

kontrol tegangan,

$$\sigma_{\text{ijin}} = (\sigma^2 + 1,57 \cdot \tau^2)^{0,5} = (752^2 + 1,57 \times 52,64^2)^{0,5}$$

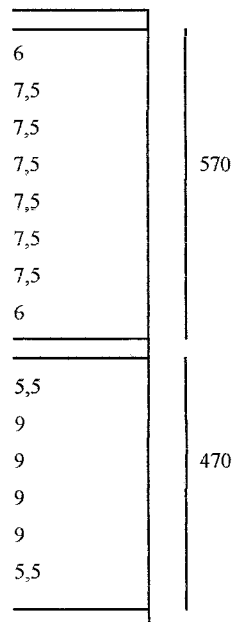
$$= 754,89 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!}$$

$$\sigma_{\text{badan}} = 752 \times 0,7 = 526,4 \text{ kg}$$

$$\sigma = (\sigma / \sigma'_{\text{t}})^2 + (\tau / \tau')^2 = (526,4 / 1120 + 52,64 / 960)$$

$$= 0,47 + 0,05 = 0,525 < 1 \dots \text{OK!}$$

8.6.3. kolom kuda kuda



$$\begin{aligned} \sigma &= 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ \tau' &= 0,6 \cdot \sigma' = 960 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'ta &= 0,7 \cdot \sigma = 1120 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'tu &= 1,2 \cdot \sigma = 1920 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{\textcircled{O}baut} &= 30 \text{ mm}, \quad A = 7,07 \text{ cm}^2 \\ \text{tebal pelat}(t) &= 10 \text{ mm}, \quad \text{Adrat} = 0,7 \cdot A = 4,95 \text{ cm}^2 \\ \text{momen}(M) &= 2887670 \text{ kg-cm} \\ \text{gaya geser}(D) &= 4812,78 \text{ kg} \\ \text{jumlah baut} &= 24 \\ \\ \text{jarak baut} &= 1,5d < S < 3d = 4,5 \text{ cm} < S < 9 \text{ cm} \\ &= 2,5d < \mu < 7d = 7,5 \text{ cm} < \mu < 21 \text{ cm} \end{aligned}$$

sambungan lentur,

akibat lintang;

$$K = D/n = 4812,787/24 = 200,53 \text{ kg}$$

$$\tau = K/Abaut = 200,53/7,07 = 28,36 \text{ kg/cm}^2 < 960 \text{ kg/cm}^2$$

akibat momen,

beban tarik maksimum diterima baut terjauh;

$$\begin{aligned} T_{\text{max}} &= M_{\text{dmax}}/\Sigma d^2 = 2887670 \times 92,5/33680 \\ &= 7930,80 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$T(1\text{baut}) = 7930,80/2 = 3965,4 \text{ kg}$$

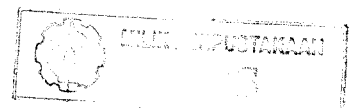
$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tarik}} &= T/\text{Adrat} = 3965,4 / 4,95 \\ &= 801,09 \text{ kg/cm}^2 < 1120 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

kontrol tegangan,

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{ijin}} &= (\sigma^2 + 1,57 \cdot \tau^2)^{0,5} \\ &= (801,09^2 + 1,57 \times 28,36^2)^{0,5} \\ &= 801,88 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{badan}} = 801,09 \times 0,7 = 560,763 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= (\sigma'/\sigma't)^2 + (\tau/\tau')^2 \\ &= (560,763/1120 + 28,36/960) \\ &= 0,50 + 0,03 = 0,53 < 1 \dots \text{OK!}\end{aligned}$$



BAB IX

SISTIM UTILITAS

9.1. Umum

Rehabilitasi pada pelabuhan tidak bisa dianggap selesai dengan cukup melakukan pembangunan fisik saja, fasilitas fasilitas penunjang juga dibutuhkan untuk melengkapi keseluruhan dari rehabilitasi yang dilakukan.

Fasilitas fasilitas tersebut diantaranya adalah jaringan, perpipaan, kelistrikan serta jaringan pemadam kebakaran. Untuk mempermudah dalam menentukan pelaksanaan pola pelayanan sistim jaringan telah dilakukan survey lapangan ditambah dengan masukan data data sekunder yang diberikan oleh pihak Staff teknis dan pemeliharaan fasilitas PT (PERSERO) Pelabuhan Indonesia III.

Data yang diperoleh berdasar survey umumnya mengacu pada pola pelayanan existing yaitu dikeseluruhan pangkalan yang ada diwilayah pelabuhan Tanjung Perak. Dari keseluruhan data yang diperoleh ditambahkan pengamatan atau survey dilapangan dijelaskan pada sub bab berikutnya. Mengenai detail dari pemasangan komponen kelistrikan serta sistim

perpipaan untuk instalasi air dan sistim pemadam kebakaran pada Tugas Akhir ini tidak di jelaskan.

9.2. Sistim Elektrikal.

9.2.1. Pola Pelayanan.

Pola pelayanan elektrikal yang ada di pelabuhan Tanjung Perak terbagi atas sistim distribusi tegangan rendah dan sistim distribusi tegangan menengah. Berdasarkan perkembangan serta tuntutan kebutuhan sistim tegangan yang ada mengalami peningkatan catu daya baik tegangan menengah maupun rendah.

Sebelum mengalami perubahan untuk tegangan menengah digunakan tegangan 6 kv dan tegangan rendahnya 110 volt, untuk saat ini telah digunakan tegangan seperti berikut ;

- Tegangan tinggi (high voltage) 20 kv , 50 Hz, 3 phase, 3 kabel, solidly earthed, rotasi phasa standard R, S, T.
- Tegangan rendah (low voltage) 380/220 v, 50 Hz, 3 phase, 4 kabel dengan ground .

Dengan tegangan daya diatas untuk pelayanan sistim kelistrikan dipelabuhan sudah memadai mengingat tegangan diatas merupakan standard tegangan kelistrikan yang ada di Indonesia.

Gardu induk yang ada di pelabuhan saat ini tidak hanya men supply pada keseluruhan area di pelabuhan saja tetapi ditambah dengan area diluar wilayah operasi pelabuhan seperti pertokoan, pemukiman, serta berbagai usaha perdagangan disekitarnya.

Berdasarkan luas area yang dilayani oleh gardu induk sampai dengan diluar kompleks pelabuhan perlu dilakukan penataan ulang dengan maksud menjaga kondisi supply daya di wilayah khusus pelabuhan agar secara keseluruhan terlayani , mengingat perkembangan aktifitas yang berkembang pesat dipelabuhan.

Distribusi pelayanan kelistrikan pelabuhan secara keseluruhan memperoleh supply dari gardu induk yang berlokasi di Jalan Prapat Kurung dibantu 21 gardu transmisi. Sistim distribusi seperti dijelaskan bertumpu pada gardu induk, dimana untuk membagi ke gardu gardu transmisi dipakai sistim jari dan sistim rantai.

Sistim jari dalam pola pendistribusian berdasar pada aturan dimana gardu induk berfungsi sebagai jaringan “ hubung bagi utama “ terhadap gardu gardu transmisi yang ada disekitarnya dan untuk gardu transmisi sendiri berfungsi sebagai jaringan “ hubung bagi cabang “ dari gardu induk. Sistim berantai dipakai untuk meneruskan supply kelistrikan dari gardu transmisi “ hubung bagi “ ke area yang dilayani.

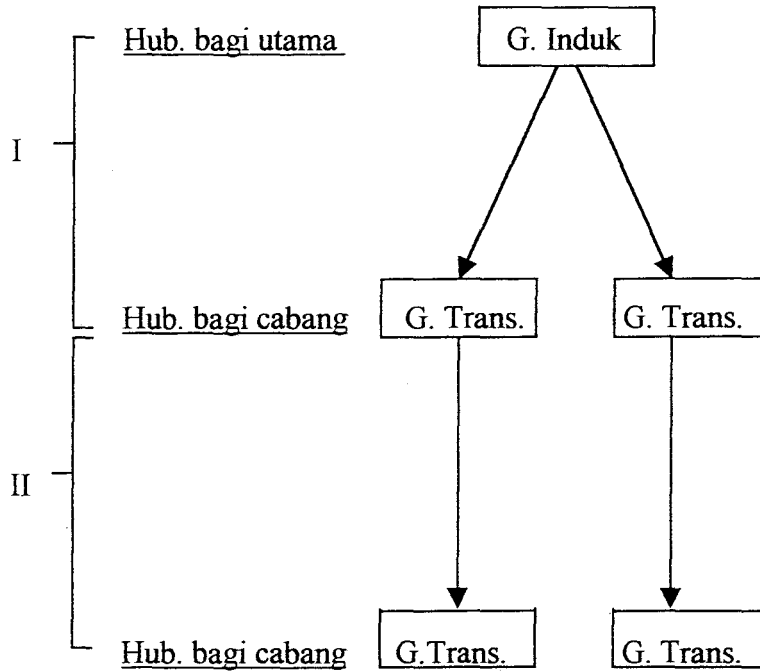
Kombinasi pelayanan diatas menggambarkan bahwa gardu induk dalam pendistribusian kelistrikan ke cabang menggunakan sistem jari selanjutnya antara cabang

sendiri dalam pendistribusiannya menggunakan sistim rantai.

Skema pendistribusian kelistrikan

I = Sistim jari

II = Sistim rantai



9.2.2. Distribusi Beban.

Saat ini daya yang dimiliki gardu induk adalah 15 MW, pihak pelabuhan dengan adanya peningkatan kebutuhan mengajukan tambahan daya ke PLN menjadi 20 MW dengan demikian secara keseluruhan daya dapat dilayani. Dari data yang diberikan pihak Divisi teknis dan pemeliharaan PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III dapat diketahui bahwa panel switchgear pada gardu

induk membagi distribusi dayanya dalam 4 zona pelayanan yang terdiri atas ;

Zone I :

- Nilam Barat & Nilam Timur (gardu 41 & 19)
- Berlian Barat & Berlian Timur (gardu 42 & 26,27)

Zone II :

- Prapat Kurung Utara (gardu 17, 29)
- Mirah (gardu 9,10)
- Perak Barat (gardu 7)
- PT. Dok

Zone III :

- Kalimas Baru (gardu selatan & 14, 15)

Zone IV :

- Jamrud Utara (gardu 37, 5 dan Open storage)

Sejalan dengan perkembangan yang terjadi dipelabuhan, berpengaruh secara langsung terhadap Zone II (dengan beban tertinggi) akan kebutuhan daya.

9.2.3. Kondisi Instalasi Tegangan Menengah.

A. Panel Tegangan Menengah

Panel tegangan menengah yang ada saat ini tidak terpasang dikeseluruhan gardu terpasang kecuali pada beberapa gardu yang tergolong baru, di gardu induk

sendiri panel tegangan menengah terpasang hanya untuk distribusi ke PT. Dok dan ICT.

Disamping panel tegangan menengah gardu induk yang ada juga mengandalkan bus bar dan saklar pemutus arus untuk mentransmisikan dayanya. Pada dasarnya cara ini masih dapat digunakan namun dilihat secara teknis dirasa kurang aman dalam pengoperasiannya serta kurang bisa mengakomodir terhadap peningkatan kebutuhan akan daya listrik disebabkan fasilitas panel antar muka sebagai unit pengembangan tidak mungkin dipakai. Kekurangan lain dari cara ini adalah untuk penyaluran tanpa panel tegangan menengah dibutuhkan ruang komponen yang lebih besar sehingga tidak sesuai dengan prinsip efisiensi ruang pada pelabuhan masa kini.

B. Saklar Daya.

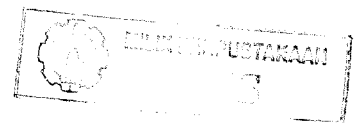
Keseluruhan atau umumnya gardu listrik yang terpakai pada instalasi menengah terpasang memiliki saklar daya dari type udara tekan, dimana fungsi saklar daya ini adalah memutuskan arus hubungan singkat. Kemampuan dari saklar daya terpasang mencapai lebih dari 100 KA dengan kelengkapan berupa relay yang dapat memutuskan arus hubungan singkat secara otomatis. Untuk gardu dengan daya yang cukup besar pemasangan saklar daya ini dirasa cukup tepat, saklar daya type ini di beberapa gardu kelengkapan mekanis operasionalnya dirasakan masih kurang yang berakibat dalam hal perawatan maupun perbaikan dianggap tidak

begitu aman . Dengan kekurangan tersebut lebih baik jika komponen saklar daya terpasang type ini menjadi bagian dari unit cubicle sehingga menjamin keamanan dalam perawatan dan perbaikan. Keseluruhan komponen saklar daya terpasang untuk type ini di gardu gardu yang ada kondisinya masih baik terutama di beberapa gardu yang tergolong baru.

C. Transformator Daya.

Transformator daya yang ada saat ini dengan memperhatikan tegangan terpasang 220/380 volt sebesar 20 KV, dengan rentang kapasitas 100 kVA sampai 500 kVA dianggap sudah sesuai. Jenis dari trafo adalah pasangan dalam (indoor trafo) dengan sirip pendingin 4 pole dan dari seluruh trafo yang terpasang dalam kondisi baik dan beroperasi penuh.

Untuk zone II (Prapat Kurung dan sekitarnya) dari trafo yang ada dengan kapasitas 500 kVA kemampuannya hampir mendekati maksimal, kondisi ini diakibatkan oleh perkembangan jumlah ruko ruko di sekitarnya begitu pesat sebagai pemakai daya tegangan rendah yang potensial. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut perlu pemasangan trafo baru dengan kapasitas yang lebih besar khususnya di area pelayanan Prapat Kurung dan sekitarnya.



D. Pengkabelan.

Jaringan listrik dipelabuhan memakai dua jenis kabel berdasarkan pemasangan yaitu kabel tanah yang mendapatkan aliran langsung dari PLN kemudian kabel udara yang merupakan jaringan antara gardu induk dengan gardu gardu transmisi (kecuali distribusi ke gardu 9 & 10 di pangkalan Mirah). Untuk kondisi kabel terpasang sampai saat ini dirasa masih baik mengingat tidak adanya kerusakan pada isolasi kabel serta berdasarkan tinjauan terhadap pemakai tidak ada keluhan yang ditimbulkan akibat fluktuasi tegangan.

Dengan kondisi kabel yang ada dan masih cukup baik, efisiensi yang ditimbulkan dari pemakaian masih dalam batas yang direkomendasikan pihak PLN sebagai produsen tenaga listrik . Berdasar area pelayanan yang begitu luas efisiensi sangat diperlukan untuk menekan rugi tegangan dimana menurut pihak PLN tidak melebihi 5 %, di pelabuhan sendiri efisiensi tersebut masih terpenuhi.

9.2.4. Kondisi Instalasi Tegangan Rendah.

A. Panel Tegangan Rendah.

Keseluruhan panel terpasang yang ada di area pelabuhan kondisinya masih baik , mengenai pemutus arus di beberapa gardu transmisi untuk panel masih banyak yang menggunakan unit pemutus arus berteknologi lama. Sebagian dari gardu gardu transmisi tersebut (1, 4, 9, dan 10) sudah menggunakan

peralatan yang lebih mutakhir. Untukantisipasi terhadap kenaikan daya terpasang diperlukan juga peningkatan kualitas peralatan kondisi ini sebagai konsekuensi dari fungsi alat yang sangat vital. Pada gardu 1 dan 4 dengan transmisi tegangan rendah sudah memiliki panel otomatis transfer yang berfungsi memindahkan supply aliran dari PLN ke genset , kondisi ini dituntut pada kawasan yang membutuhkan kontinuitas supply daya.

Berdasarkan survey yang dilakukan, untuk gardu 27 dan 42 perlu dilakukan penggabungan melihat kondisi yang dilayani tidak begitu luas. Penggabungan kedua gardu tersebut perlu diikuti dengan peningkatan kualitas yang baik dari peralatan terpasang pada instalasi tegangan rendah dan tegangan menengah yang ada.

B. Alat alat Penerangan dan Kotak Kontak.

Alat penerangan yang ada terbagi atas ;

- Penerangan jalan
- Penerangan area dan bangunan.

B.1. Penerangan Jalan.

Berdasarkan pengamatan dilapangan menunjukkan penerangan jalan di beberapa tempat terlihat belum merata keadaan ini tampak di kawasan Perak Timur – Perak Barat dan Prapat Kurung . Belum meratanya penerangan jalan yang ada tampak baik dari kuantitasnya maupun kualitas (penerangan merata atau

penuh), disamping kedua kawasan diatas untuk kawasan Nilam dan Kalimas Baru juga perlu adanya peningkatan.

Fungsi penerangan dan estetika dari penerangan jalan memerlukan penataan yang baik serta seragam untuk mendapatkan iluminasi yang diharapkan. Dari perhitungan terhadap iluminasi (10 lx/m²) didapatkan jumlah 80 buah titik dengan 2 lampu HPI pertiangnya disetiap kawasan.

B.2. Penerangan Area / Bangunan.

Dipelabuhan Tanjung Perak penerangan area yang dirasa paling baik hanya di kawasan pangkalan Mirah dan ICT untuk kawasan diluar keduanya dianggap memerlukan peningkatan bahkan perencanaan baru karena untuk penerangan “ flood “ kawasan pergudangan terlihat belum ada. Untuk penerangan didalam gudang diluar kedua kawasan tersebut perlu peningkatan baik kuantitas maupun kualitas.

9.3. Sistim Air Bersih.

9.3.1. Pola Pelayanan.

Pola pelayanan pada sistim air bersih hampir mirip dengan pola pelayanan elektrik. Pasokan air dari PDAM tidak langsung didistribusikan keunit pengeluaran (outlet tap) tetapi dimasukan dulu ke tandon induk baru kemudian

disalurkan ke zone zone kawasan dan akhirnya disalurkan ke unit pengeluaran.

Berdasar survey lapangan zone zone pelayanan air bersih terdiri atas :

- Zone I : Nilam
- Zone II : Berlian Barat & Timur
- Zone III : Jamrud Utara & Selatan
- Zone IV : Kalimas
- Zone V : Mirah

Pembagian zone ini di dasarkan pada looping pipa yang ada dan dikarenakan adanya tandon tandon bantu di 2 zone yaitu Jamrud serta Berlian. Untuk kawasan Mirah dan Kalimas mengandalkan pasokan langsung dari unit tandon induk ke unit pengeluaran (outlet tap).

Untuk pendistribusian air di tandon induk terdapat ruang pompa yang terdiri atas 2 pompa sentrifugal dengan fungsi mengalirkan air dari tandon induk ke tandon bantu dan selanjutnya ke unit pengeluaran., kemudian 2 pompa hisap dengan fungsi memindahkan air dari tandon penerimaan PDAM ke tandon induk. Jumlah keseluruhan pompa yang ada di ruang pompa terdapat 6 buah pompa dengan fungsi masing masing.

Untuk pengaliran air dengan memakai sistim gravitasi di kawasan pelabuhan kurang memungkinkan sehingga diperlukan kontinuitas pompa terpakai terutama dikawasan yang tidak dilengkapi tandon bantu, akibat kondisi tersebut dibeberapa unit pompa dilengkapi genset untuk mengantisipasi hilangnya pasokan aliran listrik dari PLN.

Di tandon induk air yang ada berdasarkan hasil survey tidak terisi penuh, hal ini menurut perkiraan disebabkan oleh kondisi kondisi dibawah :

1. Pengisian air oleh PDAM dibawah debit terpakai
2. Kapasitas pemakaian lebih besar daripada pasokan PDAM
3. Debit dari head pompa pengisi kecil
4. Kebocoran pada tandon induk

Dari kondisi tersebut diatas untuk nomer 1 sampai 3 lebih potensial terjadi , hal ini dimungkinkan karena dari pengamatan yang dilakukan ditemui kenyataan bahwa dari beberapa unit pompa yang ada sudah dalam kondisi rusak dantidak berfungsi. Akibat kerusakan tersebut debit pengaliran ke unit pengeluaran sangat kurang dibanding debit yang direncanakan dan untuk tekanan air sendiri juga sangat kecil atau kurang sehingga dari unit pengeluaran sendiri ada yang tidak menerima pasokan air sama sekali.

9.3.2. Distribusi Beban.

Pihak PT (Persero) Pelabuhan Indonesia III berdasar rencana awal yang dimilikinya membagi pasokan air yang terdiri atas zone zone seperti dibawah berikut debit air yang terpasok ;

- Zone I : Nilam.....30 l/dt
- Zone II : Berlian Barat & Timur.....30 l/dt + 30l/dt
- Zone III : Jamrud Utara & Selatan....30 l/dt + 30 l/dt
- Zone IV : Kalimas.....10 l/dt

- Zone V : Mirah.....30 l/dt

Dari keseluruhan pembagian zone tersebut hanya tambatan Mirah yang memenuhi rencana sedangkan untuk tambatan lain boleh dikatakan tidak sesuai lagi. Diluar tambatan Mirah dari keseluruhan tambatan (khususnya Jamrud) yang ada masih mengandalkan pasokan air dari truk truk tangki , jika mengharapkan air pasokan dari PDAM yang debitnya kurang waktu tambat kapal akan bertambah. Di Kalimas sendiri pasokan air bahkan bisa dikatakan kurang, kondisi tersebut sebagai peningkatan aktifitas bongkar muat di tambatan tersebut.

Kapasitas pasokan air yang direncanakan pihak pengelola pelabuhan banyak yang tidak memenuhi target hal ini dimungkinkan jika kondisi yang ada terutama instalasi yang ada mengalami kerusakan atau penyumbatan. Untuk mencapai target yang diharapkan tersebut perlu adanya pembenahan pada kapasitas aliran/ pasokan terutama pada perbaikan sistem serta instalasinya.

9.3.3. Instalasi Perpipaan.

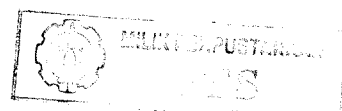
Instalasi perpipaan di area pelabuhan kurang bisa diamati kondisinya mengingat instalasi yang ada terpasang didalam tanah. Kemungkinan kerusakan bisa diketahui dengan memperhatikan debit keluaran (outlet) yang ada. Kekurangan pasokan air lainnya yang terjadi bisa saja akibat dari ketiadaan jaringan sehingga perlu dibuat instalasi baru. Jika instalasi sudah terpasang kerusakan ataupun kebocoran kebocoran yang terjadi sulit untuk diperbaiki dan jika bisa

pun membutuhkan waktu yang cukup lama .Di Kalimas air keluaran hampir tidak ada sama sekali pasokannya sedang untuk tambatan yang lain kondisinya hampir sama .

Instalasi perpipaan yang ada diwilayah pelabuhan dalam mendistribusikan air menggunakan sistem loop (cincin), Sistem ini sangat baik diterapkan diarea pelabuhan jika aliran air serta instalasi yang ada berfungsi sebagai mana mestinya .

Distribusi air akan lebih baik jika sistim looping yang ada diperingan beban kerjanya dengan membuat tandon tandon bantu sehingga pendistribusian air lebih lancar. Pembuatan tandon bantu mempunyai fungsi lain yaitu untuk menghindari sentralisasi tandon yang pada intinya kurang dapat membagi pasokan air, dengan sentralisasi tandon pembagian air dirasa sangat kurang merata disamping beban kerja dari pompa yang ada lebih berat. Sentralisasi tandon yang ada selama ini banyak berakibat pada mudah rusaknya mesin mesin pompa, yang dikarenakan pompa lebih berfungsi mendistribusikan air secara langsung ke pengeluaran (outlet) dari pada ke tandon bantu. Dengan kondisi tersebut pasokan air sangat tergantung pada pompa yang ada dan apabila terjadi kerusakan pada mesin pompa tersebut dikawatirkan pasokan air akan terhambat. Untuk menghindari akibat tersebut diatas diusahakan dari sistem looping yang ada dipertahankan dengan sedikit perbaikan pada beberapa jaringan yang rusak serta pembuatan tandon tandon bantu yang dimaksud.

9.4. Sistim Jaringan Pemadam Kebakaran.



Sistim jaringan pemadam kebakaran untuk pelabuhan Tanjung Perak tidak terpasang secara keseluruhan padahal sistim ini sangat vital untuk mencegah kebakaran secara dini. Sebagai kawasan pelabuhan yang dekat perairan laut pada rehabilitasi ini diusulkan penggunaan sistim jaringan pemadam kebakaran dengan media air laut sebagai media pemadaman.

Sistim jaringan pemadam kebakaran terpasang seperti pada jaringan air bersih dengan pola pembagian per zone . Dengan fungsi sebagai pemadam kebakaran komponen terpakai pada jaringan ini lain dengan yang ada pada jaringan air bersih. Komponen terpasang meliputi jaringan pipa asbestos semen dengan kals tekanan tertentu, pompa pompa hydrant serta pilar pilar hydrant yang dilengkapi hose reel dan dipasang dengan jarak rata rata 200 meter pada kawasan yang dilayani. Berdasarkan fungsinya sebagai pemadam kebakaran pompa pompa terpasang memiliki daya yang cukup besar , sehingga untuk pengoperasiannya diperlukan sumber tenaga yang cukup besar pula. Pompa utama yang terpasang dengan daya yang besar disarankan memakai sumber tenaga diesel sehingga pada waktu pengoperasiannya tidak mengganggu sistem jaringan lain serta tidak diperlukan lagi penambahan daya listrik.

BAB X

PERHITUNGAN BIAYA KONSTRUKSI

Untuk mengetahui besarnya biaya rehabilitasi harus diketahui dulu besar volume pekerjaan yang akan dibangun. Perhitungan pekerjaan pada rencana rehabilitasi meliputi:

- Pekerjaan persiapan termasuk pekerjaan mobilisasi, pembongkaran, pembersihan.
- Pekerjaan konstruksi gudang meliputi pekerjaan bangunan bawah dan pekerjaan bangunan atas
- Pekerjaan jalan
- Pekerjaan lapangan penumpukan
- Pekerjaan finishing

Untuk rencana rehabilitasi harga satuan yang dipakai adalah dari Cabang dinas DPU Cipta Karya (Tahun 1996) serta korelasi terhadap beberapa satuan barang berkenaan dengan stabilitas ekonomi yang kurang menguntungkan.

10.1. Harga material dan upah

HARGA MATERIAL DAN UPAH

Tabel 10.1.HARGA MATERIAL

NO	MATERIAL	SATUAN	HARGA (Rp)
1	Portland	Zak	12,500.00
2	Pasir	m3	24,500.00
3	Besi beton	kg	3,500.00
4	Baja	kg	4,000.00
5	Paving stone	m2	20,000.00
6	Aspalt	m3	60,000.00
7	Batu pecah	m3	25,000.00
8	Penutup atap (seng)	m2	17,000.00
9	Penutup atap (fiberglass)	m2	35,000.00
10	Batako	m2	15,000.00
11	Baut	kg	5,000.00

Tabel 10.2.UPAH

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	HARGA (Rp)
1	Mandor	Orang	20,000.00
2	Pekerja	Orang	10,000.00
3	Kepala tukang besi	Orang	23,000.00
4	Kepala tukang batu	Orang	18,000.00
5	Tukang besi	Orang	20,000.00
6	Tukang cat	Orang	15,000.00
7	Tukang batu	Orang	15,000.00
8	Tukang aspal	Orang	15,000.00
9	Operator	Orang	15,000.00

10.2. Analisa harga satuan

Tabel 10.3. ANALISA HARGA SATUAN

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA (Rp)	TOTAL (Rp)
1	1 m3 beton bertulang (K225)				
	bahan:				
	batu pecah	0.83	m3	25,000.00	20,750.00
	pasir	0.54	m3	24,500.00	13,230.00
	semen	10	zak	12,500.00	125,000.00
	upah :				
	pekerja	6	orang	10,000.00	60,000.00
	mandor	0.3	orang	20,000.00	6,000.00
	tukang batu	1	orang	15,000.00	15,000.00
	kepala tukang	0.1	orang	18,000.00	1,800.00
	total biaya				241,780.00
2	110 kg penulangan				
	bahan:				
	besi	110	kg	3,500.00	385,000.00
	kawat	2	kg	3,500.00	7,000.00
	upah :				
	tukang besi	0.5	orang	23,000.00	11,500.00
pekerja	2	orang	10,000.00	20,000.00	
	total biaya				423,500.00
3	110 kg pemasangan baja				
	bahan :				
	baja	110	kg	4,000.00	440,000.00
	upah :				
	tukang besi	6.75	orang	20,000.00	135,000.00
	kepala tukang besi	2.25	orang	23,000.00	51,750.00
	pekerja	6.75	orang	10,000.00	67,500.00
alat :					
crane	2	buah	500,000.00	1,000,000.00	
	total biaya				1,694,250.00
4	1 m3 dinding				
	bahan :				
	batako	0.4	m2	5,000.00	2,000.00
	pasir	1.16	m3	24,500.00	28,420.00
	semen	11	zak	12,500.00	137,500.00
	upah :				
	tukang batu	1.2	orang	15,000.00	18,000.00
	kepala tukang batu	0.12	orang	18,000.00	2,160.00
	pekerja	3.6	orang	10,000.00	36,000.00
	mandor	0.18	orang	20,000.00	3,600.00
	total biaya				227,680.00

TUGAS AKHIR

Tabel 10.4. ANALISA HARGA SATUAN

5	m2 lantai				
	bahan :				
	batu pecah	0.14	m3	25,000.00	3,500.00
	pasir	0.1	m3	24,500.00	2,450.00
	semen	1.2	zak	12,500.00	15,000.00
	upah :				
	tukang batu	0.2	orang	15,000.00	3,000.00
	kepala tukang batu	0.02	orang	18,000.00	360.00
	pekerja	1.5	orang	10,000.00	15,000.00
	mandor	0.07	orang	20,000.00	1,400.00
	total biaya				40,710.00
6	m3 galian				
	upah :				
	pekerja	0.75	orang	10,000.00	7,500.00
	mandor	0.025	orang	20,000.00	500.00
	total biaya				8,000.00
7	100 m2 jalan pengaspalan				
	bahan :				
	aspal	250	m3	60,000.00	15,000,000.00
	kerikil halus	1.2	m3	25,000.00	30,000.00
	upah :				
	pekerja	10	orang	10,000.00	100,000.00
	mandor	0.5	orang	20,000.00	10,000.00
	alat :				
	penggilas	1	buah	300,000.00	300,000.00
	penghamparan :				
	bahan :				
	batu pecah	8	m3	25,000.00	200,000.00
	pasir	2	m3	24,500.00	49,000.00
upah :					
pekerja	7.5	orang	10,000.00	75,000.00	
mandor	0.375	orang	20,000.00	7,500.00	
	total biaya				485,900.00
8	1 m2 lapangan penumpukan sub base				
	bahan :				
	pasir	1.2	m3	24,500.00	29,400.00
	upah :				
	pekerja	7.5	orang	10,000.00	75,000.00
	mandor	0.375	orang	20,000.00	7,500.00
	base (beton K 225)				
	bahan :				
	batu pecah	0.83	m3	25,000.00	20,750.00
semen	10	zak	12,500.00	125,000.00	
pasir	0.54	me	24,500.00	13,230.00	

Tabel 10.5. ANALISA HARGA SATUAN

9	1m2 lap permukaan				
	bahan :				
	pavingstone	1	m2	20,000.00	20,000.00
	semen	0.1	zak	12,500.00	1,250.00
	pasir	1	m3	24,500.00	24,500.00
	upah :				
	tukang batu	0.25	orang	15,000.00	3,750.00
	kepala tukang batu	0.025	orang	18,000.00	450.00
	pekerja	0.5	orang	10,000.00	5,000.00
	mandor	0.025	orang	20,000.00	500.00
	total biaya				326,330.00
	10 m2 pengecatan (2 kali)				
	bahan :				
	cat	2	liter	15,000.00	30,000.00
upah :					
pekerja	5	orang	10,000.00	50,000.00	
mandor	0.075	orang	20,000.00	1,500.00	
total biaya				81,500.00	

PERHITUNGAN VOLUME BESI DAN CAT
GUDANG : 40 X 100 (SOLID BEAM)

NO	BATANG	PROF.	UKURAN	PANJANG m	SET	1 PORTAL m'	JUMLAH (buah)	TOTAL m'	BERAT kg/m'	TOT.1 PORTAL kg	TOT.BERAT kg	SUBTOTAL kg	CAT m'	TOTAL CAT m2
1	Kuda kuda	I	600.200.10.15	21.28	2.0	42.56	21.00	893.76	94.60	4,026.18	84,549.70		1.60	1,430.02
2	Kolom	I	600.200.13.23	6.00	2.0	12.00	21.00	252.00	107.70	1,292.40	27,140.40	27,140.40	1.60	403.20
3	Gording	C	150.65.20.3,2	5.00	30.0	150.00	21.00	3,150.00	7.51	1,126.50	23,656.50		0.47	1,480.50
	Gording ujung atap	C	150.65.20.3,2	1.00	30.0	30.00	2.00	60.00	7.51	225.30	450.60	24,107.10	0.47	28.20
4	Ikatan angin atap	o	D25	5.83	28.0	163.24	6.00	979.44	3.85	628.47	3,770.84		0.08	78.36
	Ikatan angin dinding	o	D25	5.83	8.0	46.64	6.00	279.84	3.85	179.56	1,077.38		0.08	22.39
	Penggantung gording	o	D12	21.28	6.0	127.68	21.00	2,681.28	0.88	112.36	2,359.53		0.04	107.25
	Penggantung regel	o	D12	4.00	8.0	32.00	21.00	672.00	0.88	28.16	591.36		0.04	26.88
		o	D12	8.37	8.0	66.96	2.00	133.92	0.88	58.92	117.85	7,916.96	0.04	5.36
5	Regel vertikal	I	200.200.8.12	77.28	1.0	77.28	2.00	154.56	49.90	3,856.27	7,712.54		1.20	185.47
	Regel horisontal	C	150.65.20.3,2	5.00	2.0	10.00	21.00	210.00	7.51	75.10	1,577.10		0.47	98.70
		C	150.65.20.3,2	40.00	1.0	40.00	2.00	80.00	7.51	300.40	600.80		0.47	37.60
	Regel penumpu	C	150.65.20.3,2	5.00	4.0	20.00	21.00	420.00	7.51	150.20	3,154.20		0.47	197.40
		C	150.65.20.3,2	40.00	2.0	80.00	2.00	160.00	7.51	600.80	1,201.60	14,246.24	0.47	75.20
6	Kolom pintu	C	380.100.13.20	5.50	2.0	11.00	8.00	88.00	67.30	740.30	5,922.40		1.16	102.08
	Balok pintu	C	180.75.7.10,5	10.00	1.0	10.00	8.00	80.00	21.40	214.00	1,712.00	7,634.40	0.66	52.80
7	Balok memanjang	I	200.200.8.12	5.00	2.0	10.00	20.00	200.00	49.90	499.00	9,980.00	9,980.00	1.20	240.00
TOTAL											175,574.80	91,025.11		4,571.40

10 % sambungan = 17557.48 kg



10.3.Rencana Anggaran Biaya Rehabilitasi

Tabel 10.6. RENCANA ANGGARAN BIAYA REHABILITASI

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SAT. (Rp)	JUMLAH (Rp)
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Mobilisasi	1	LS	8,000,000	8,000,000
2	Pembongkaran	1	LS	30,000,000	30,000,000
3	Pembersihan	1	LS	15,000,000	15,000,000
	TOTAL				53,000,000
III.	PEKERJAAN BANG. BAWAH				
1	Galian	525	m3	8,000	4,200,000
2	Pondasi Beton	50	m3	241,780	12,185,712
3	Urugan Kembali	475	m3	10,000	4,750,000
4	Lantai Paving t=8 cm	404	m2	40,000	16,160,000
5	Base Course t=20cm	869	m3	30,000	26,070,000
6	Urugan sirtu t=50cm	2,260	m3	18,000	40,680,000
7	Pasangan Batu Kali	107	m3	90,000	9,630,000
8	Balok 20/30 & Sloof 30/50	102	m3	625,000	63,625,000
	TOTAL				177,300,712
III.	PEKERJAAN BANG. ATAS				
1	Kuda-Kuda	84,550	kg	4,000	338,198,800
2	Kolom dan Balok	36,124	kg	4,000	144,497,600
3	Gording	24,513	kg	4,000	98,052,000
4	Ikatan-ikatan	7,917	kg	4,000	31,668,000
5	Regel	14,246	kg	4,000	56,984,000
6	Kosen Pintu	7,634	kg	4,000	30,536,000
7	Sambungan	17,558	kg	5,000	87,788,500
8	Penutup Atap	4,498	m2	17,000	76,466,000
9	Penutup Atap (fiberglass)	280	m2	35,000	9,800,000
10	Penutup Dinding	1,343	m2	15,000	20,142,000
11	Talang Datar	235	m'	20,000	4,700,000
12	Talang Vertikal	370	m'	15,000	5,550,000
13	Pintu 5x5,5m	8	buah	5,000,000	40,000,000
	TOTAL				944,382,900
III.	PEKERJAAN FINISHING				
1	Pasangan Dinding Batako	544	m2	12,500	6,800,000
2	Pengecatan Struktur	4,571	m2	8,000	36,568,000
3	Pengecatan Dinding Batako	1,088	m2	5,000	5,440,000
4	Pengecatan Lain-lain	526	m2	8,000	4,208,000
	TOTAL				53,016,000
IV.	PEKERJAAN JALAN.				
	Perpangkalan	26,530	m2	485,900	12,890,927,000
V.	LAPANGAN PENUMPUKAN				
	Perpangkalan	50,897	m2	241,780	12,305,876,660

BAB XI

KESIMPULAN

Pelabuhan Tanjung Perak berdasarkan perhitungan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini mengalami peningkatan walaupun dengan kapasitas peningkatan yang kecil. Kapasitas yang semula diperkirakan sampai tahun 2020 dalam perhitungan perencanaan tidak dapat dipenuhi, kondisi tersebut berdasarkan kapasitas ijin yang dikeluarkan UNCTAD. Untuk pelabuhan Tanjung Perak kondisi maksimum kapasitas yang diijinkan UNCTAD masih bisa ditingkatkan dengan cara memaksimalkan BOR (mendekati 100%) seperti kondisi yang ada dilapangan saat ini, cara selanjutnya adalah dengan penambahan peralatan yang bisa meningkatkan kemampuan gang. Hasil rehabilitasi yang tidak dapat memenuhi target tetap dilakukan dengan tujuan memperbaiki kondisi infrastruktur dengan sasaran meningkatkan kinerja operasional serta mendapatkan kondisi lingkungan yang lebih teratur. Untuk kapasitas bongkar muat rencana yang tidak terpenuhi pertahunnya di masa yang akan datang perlu dibuat dermaga baru, pada Tugas Akhir ini tidak menjadi kajian. Alternatif pembangunan dermaga baru dapat dilaksanakan dengan pelaksanaan reklamasi disebelah utara pangkalan Nilam saat ini.

LAMPIRAN

1. Tabel waiting time
2. Tabel perkerasan jalan dan lapangan parkir
3. Tabel perkerasan lapangan penumpukan
4. Perhitungan SAP 90
5. Gambar gambar

LAMPIRAN 1

Tabel waiting time

Tabel 2.1. Waiting Time Rata-rata untuk Delay Sistem M/E₂/N untuk Berthing Point 1 - 15

Utilization	Number of Berthing Point														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.10	0.08	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.15	0.13	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	0.19	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	0.25	0.05	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.30	0.32	0.08	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.35	0.40	0.11	0.04	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.40	0.50	0.15	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
0.45	0.60	0.20	0.08	0.05	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	0.75	0.26	0.12	0.07	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0
0.55	0.91	0.33	0.16	0.10	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0	0
0.60	1.13	0.43	0.23	0.14	0.09	0.06	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
0.65	1.38	0.55	0.30	0.19	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
0.70	1.75	0.73	0.42	0.27	0.19	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
0.75	2.22	0.96	0.59	0.39	0.28	0.21	0.17	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05
0.80	3.00	1.34	0.82	0.57	0.42	0.33	0.27	0.22	0.18	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08
0.85	4.50	2.00	1.34	0.90	0.70	0.54	0.46	0.39	0.34	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
0.90	6.75	3.14	2.01	1.45	1.12	0.91	0.76	0.65	0.56	0.50	0.45	0.40	0.36	0.33	0.30

Sumber : UNCTAD

Tabel 2.2. Waiting Time Rata-rata untuk Delay Sistem M/E₂/N untuk Berthing Point 16 - 30

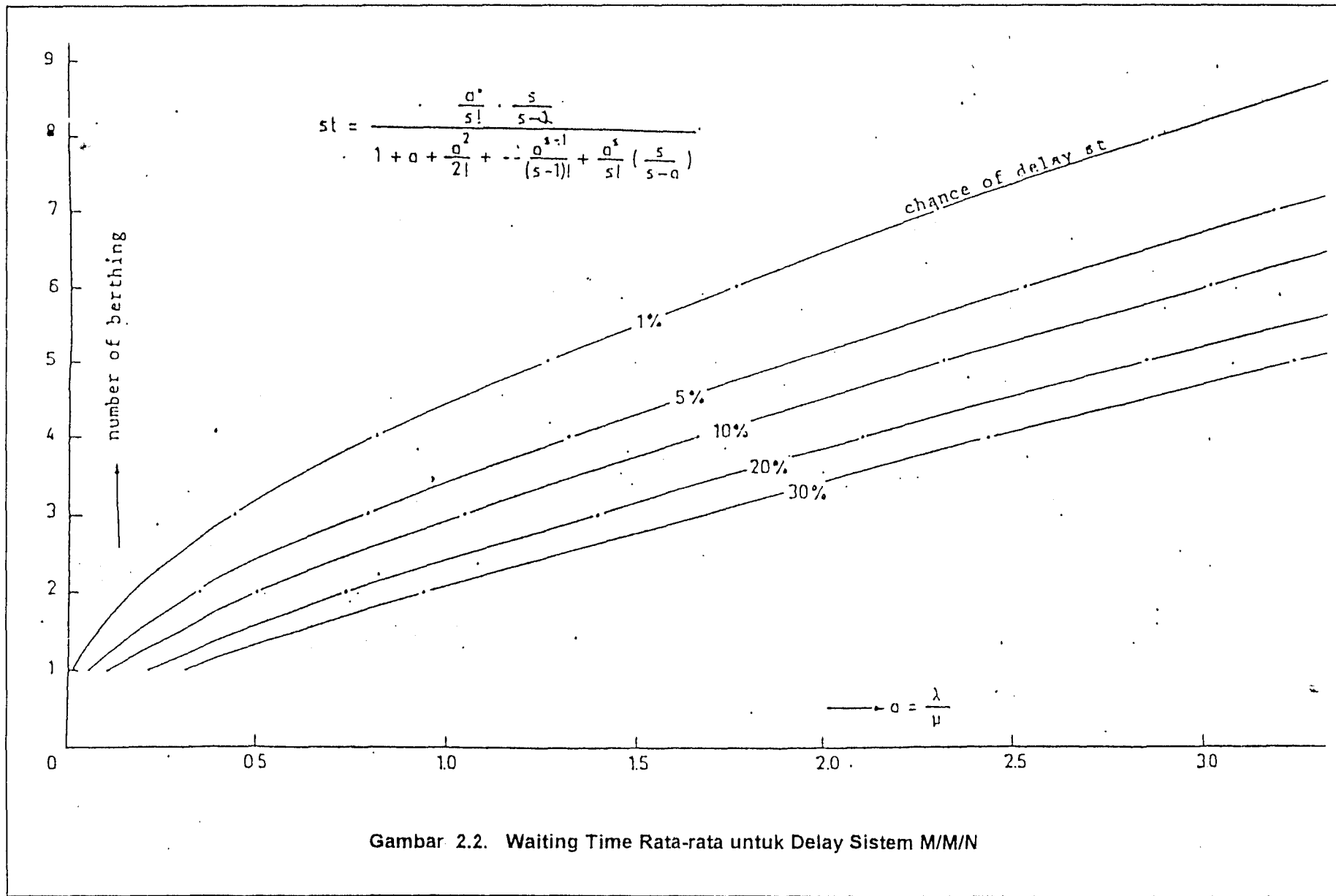
Utilization	Number of Berthing Point														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.60	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.65	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.70	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0
0.75	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
0.80	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
0.85	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.03
0.90	0.28	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12
0.95	0.74	0.69	0.65	0.61	0.58	0.55	0.51	0.49	0.46	0.43	0.41	0.40	0.38	0.37	0.36

Sumber : UNCTAD

Tabel 2.3. Waiting Time Rata-rata untuk Delay Sistem E₂/E₂/N

Utilization	Berthing Point							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.10	0.02	0	0	0	0	0	0	0
0.15	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0
0.20	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0
0.25	0.09	0.02	0.01	0	0	0	0	0
0.30	0.13	0.02	0.01	0	0	0	0	0
0.35	0.17	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0
0.40	0.24	0.06	0.02	0.01	0	0	0	0
0.45	0.30	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0	0
0.50	0.39	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0
0.55	0.49	0.16	0.07	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
0.60	0.63	0.22	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
0.65	0.80	0.30	0.16	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02
0.70	1.04	0.41	0.23	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04
0.75	1.38	0.58	0.32	0.21	0.14	0.11	0.08	0.07
0.80	1.87	0.83	0.46	0.33	0.23	0.19	0.14	0.12
0.85	2.80	1.30	0.75	0.55	0.39	0.34	0.26	0.22
0.90	4.36	2.00	1.20	0.92	0.65	0.57	0.44	0.40

Sumber : UNCTAD



Gambar 2.2. Waiting Time Rata-rata untuk Delay Sistem M/M/N

LAMPIRAN 2

Tabel perkerasan jalan dan lapangan parkir

Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

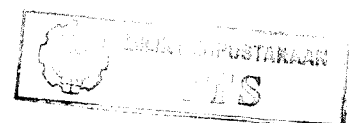
Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu tunggal	Sumbu ganda
1000	2205	0,0002	—
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekuivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	lokal	kolektor	arteri	tol
< 10	1,0-1,5	1,5	1,5-2,0	—
10 - 100	1,5	1,5-2,0	2,0	—
100 - 1000	1,5-2,0	2,0	2,0-2,5	—
> 1000	—	2,0-2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan: Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT/Jalan Murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.



1. Lapis Permukaan :

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung (Buras/Bartu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag Laston.
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Laebutag Laston.
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston.
≥10,00	10	Laston

Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5,50 \text{ m}$	1 jalur
$5,50 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 jalur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6–10%)		Kelandaian III (> 10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤30%	>30%	≤30%	>30%	≤30%	>30%
Iklm I < 900 mm/th.	0,5	1,0–1,5	1,0	1,5–2,0	1,5	2,0–2,5
Iklm II > 900 mm/th.	1,5	2,0–2,5	2,0	2,5–3,0	2,5	3,0–3,5

Catatan : Pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari < 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan*)		Kendaraan Berat**)	
	1 arah	2 arah	3 arah	4 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	—	0,30	—	0,45
5 jalur	—	0,25	—	0,425
6 jalur	—	0,20	—	0,40

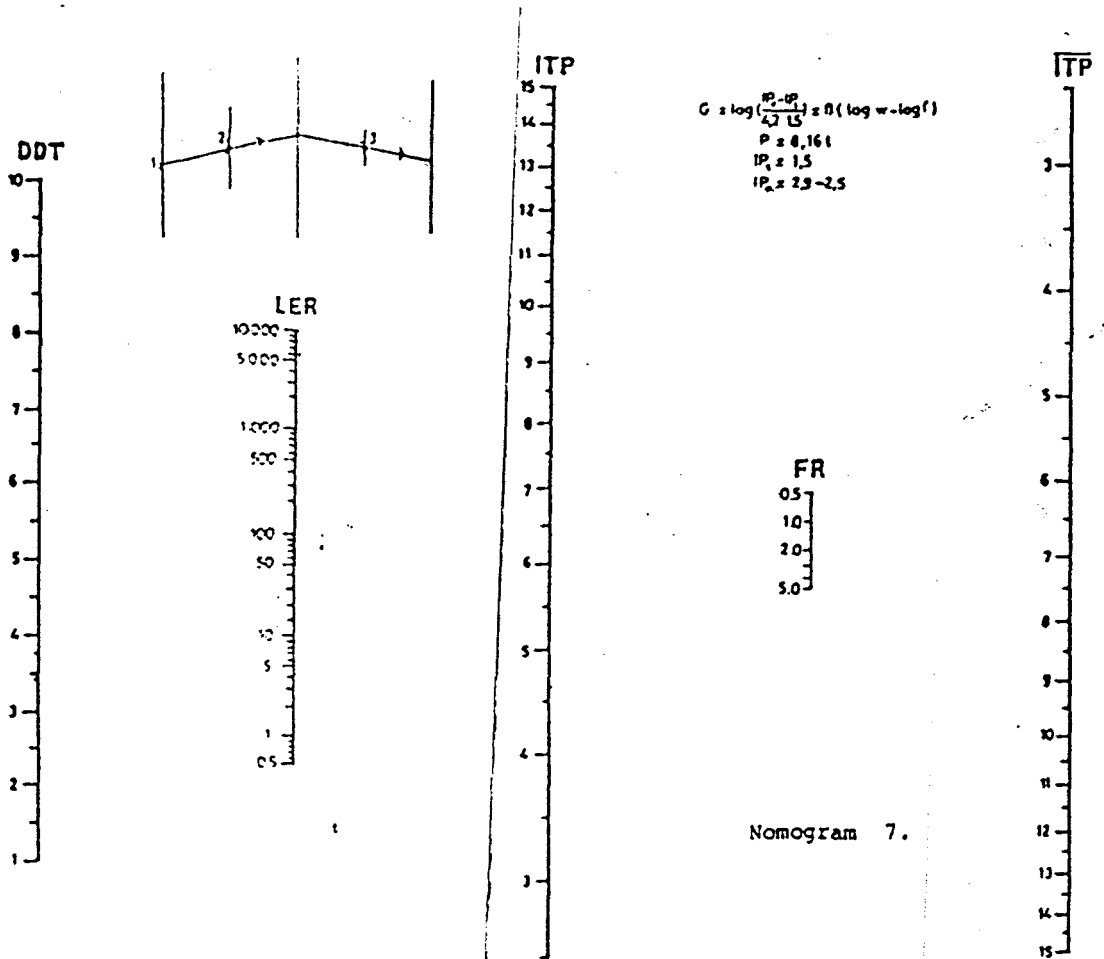
*) berat total < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran.

**) berat total > 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

Koefisien Kekuatan Relatif (a).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR(%)	
—	0,15	—	—	22	—	Stab.tanah dengan kapur
—	0,13	—	—	18	—	
—	0,14	—	—	—	100	Batu pecah (kelas A)
—	0,13	—	—	—	80	Batu pecah (kelas B)
—	0,12	—	—	—	60	Batu pecah (kelas C)
—	—	0,13	—	—	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
—	—	0,12	—	—	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
—	—	0,11	—	—	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
—	—	0,10	—	—	20	Tanah/lempung kepasiran

Catatan : Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke 7. Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.



Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR(%)	
0.40	-	-	744	-	-	Laston
0.35	-	-	590	-	-	
0.32	-	-	454	-	-	
0.30	-	-	340	-	-	
0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	H RA Aspal Macadam Lapen (mekanis) Lapen (manual)
0.30	-	-	340	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.25	-	-	-	-	-	
0.20	-	-	-	-	-	Laston Atas
-	0.28	-	590	-	-	
-	0.26	-	454	-	-	
-	0.24	-	340	-	-	Lapen (mekanis) Lapen (manual)
-	0.23	-	-	-	-	
-	0.19	-	-	-	-	Stab.tanah dengan semen
-	0.15	-	-	22	-	
-	0.13	-	-	18	-	

LAMPIRAN 3

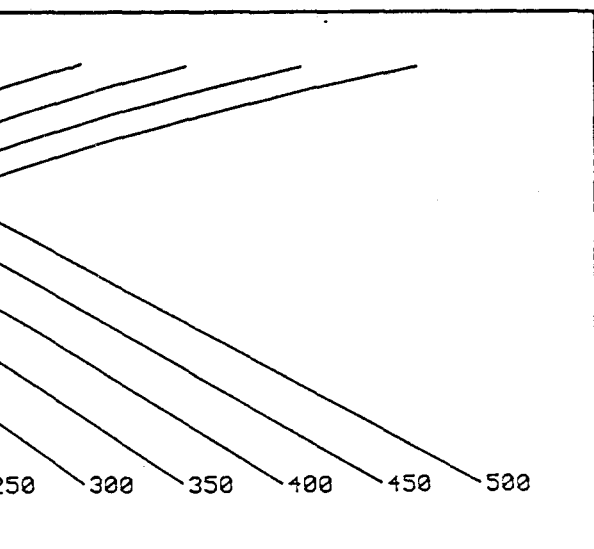
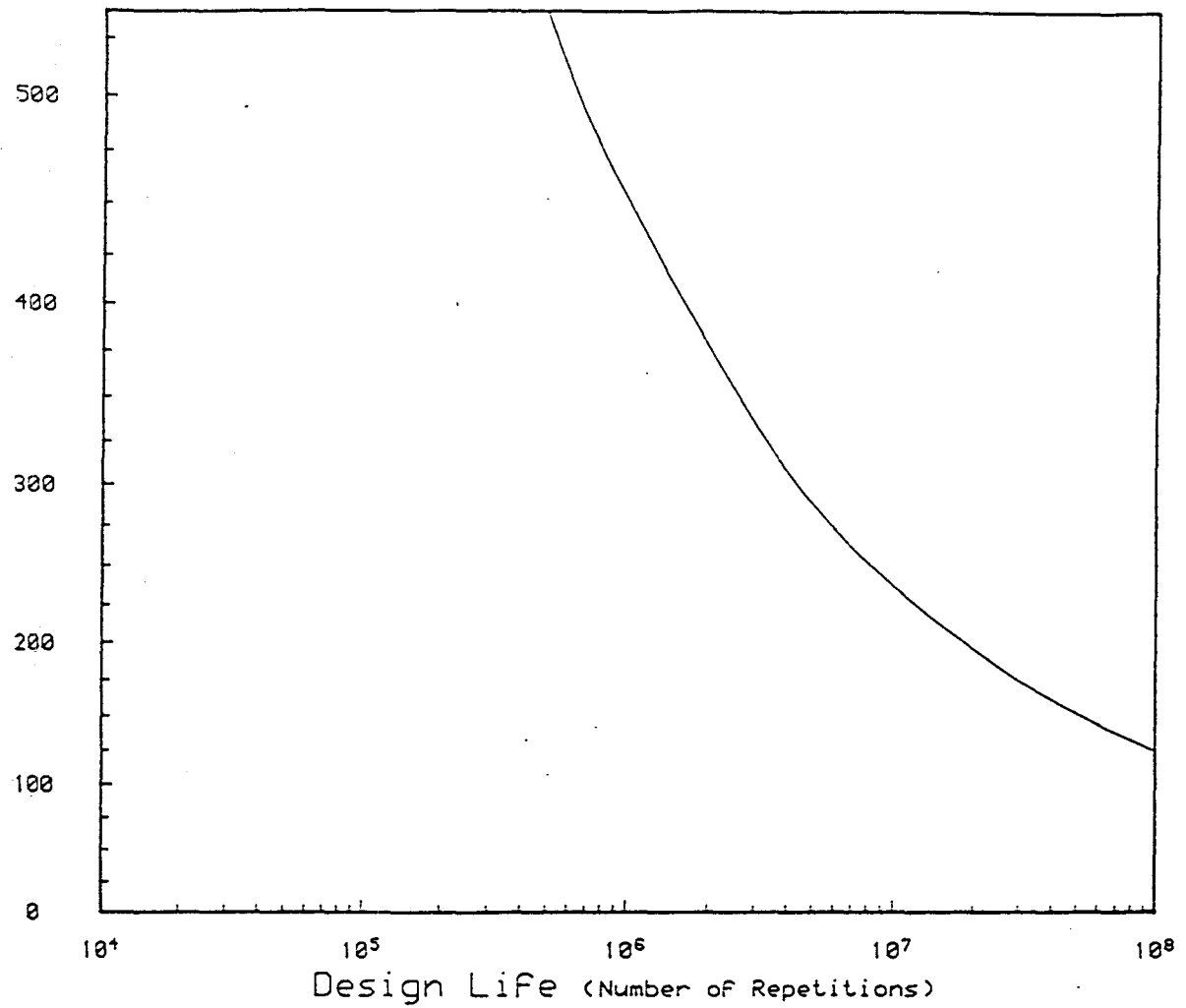
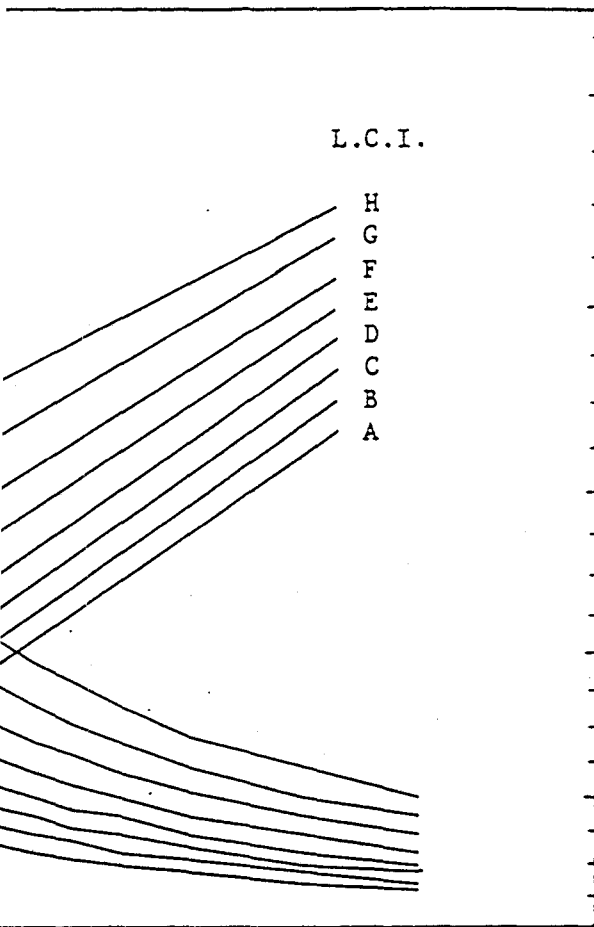
Tabel perkerasan lapangan penumpukan

TABLE 3.2
FRONT LIFT TRUCK CRITICAL & AVERAGE PAWL CALCULATIONS

1	2	3	4	5	6	7	8
W_c	W_1	W_2	d_1	d_2	D	40/60	Proportional
kg	kg	kg	PAWLS	PAWLS	PAWLS	Distribution	Damaging
							Effect
0	17308	15517	3.34	2.22	5.56	0.00	0.00
1000	18251	15224	4.08	2.07	6.14	0.00	0.00
2000	19194	14951	4.93	1.92	6.85	0.28	1.92
3000	20137	14638	5.90	1.78	7.68	0.89	6.83
4000	21080	14345	7.00	1.65	8.65	1.84	15.92
5000	22023	14052	8.25	1.53	9.78	2.59	25.33
6000	22966	13759	9.65	1.41	11.07	2.76	30.54
7000	23909	13466	11.23	1.30	12.53	2.93	36.71
8000	24853	13173	12.98	1.20	14.18	3.27	46.36
9000	25796	12880	14.92	1.10	16.03	3.17	50.81
10000	26739	12586	17.07	1.01	18.09	3.52	63.67
11000	27682	12293	19.44	0.93	20.37	4.20	85.56
12000	28625	12000	22.05	0.85	22.89	4.99	114.24
13000	29568	11707	24.90	0.77	25.67	4.69	120.39
14000	30511	11414	28.01	0.70	28.71	5.14	147.57
15000	31454	11121	31.40	0.64	32.03	5.29	169.45
16000	32397	10828	35.07	0.58	35.65	5.76	205.34
17000	33340	10535	39.06	0.52	39.58	5.91	233.90
18000	34283	10242	43.37	0.47	43.83	6.10	267.38
19000	35227	9949	48.01	0.42	48.43	6.98	338.04
20000	36170	9655	53.01	0.37	53.39	8.58	458.05
21000	37113	9362	58.38	0.33	58.72	8.19	480.89
22000	38056	9069	64.14	0.30	64.44	6.43	414.35
23000	38999	8776	70.31	0.26	70.57	3.69	260.41
24000	39942	8483	76.90	0.23	77.13	1.25	96.42
25000	40885	8190	83.94	0.20	84.14	0.47	39.55
26000	41828	7897	91.43	0.18	91.61	0.27	24.73
27000	42771	7604	99.40	0.15	99.56	0.29	28.87
28000	43714	7311	107.87	0.13	108.01	0.21	22.68
29000	44657	7018	116.86	0.11	116.98	0.17	19.89
30000	45601	6725	126.39	0.10	126.49	0.11	13.91
31000	46544	6432	136.48	0.08	136.56	0.01	1.37
32000	47487	6138	147.14	0.07	147.21	0.01	1.47
33000	48430	5845	158.40	0.06	158.46	0.00	0.00
34000	49373	5552	170.28	0.05	170.33	0.02	3.41
						Total: =	3825.95

80mm BLOCKS 10% CBR 150mm SUB-BASE

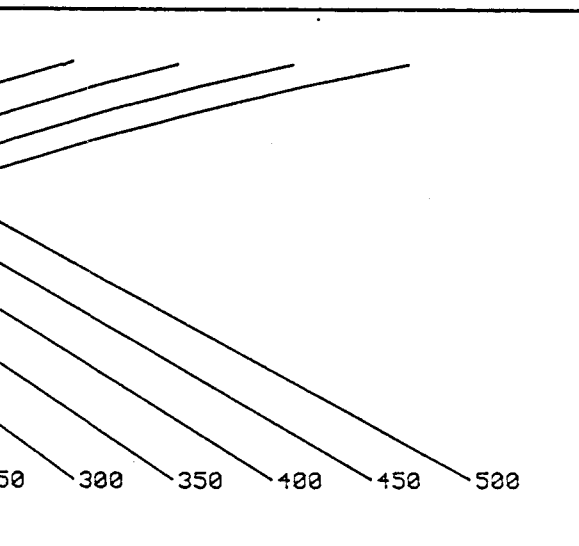
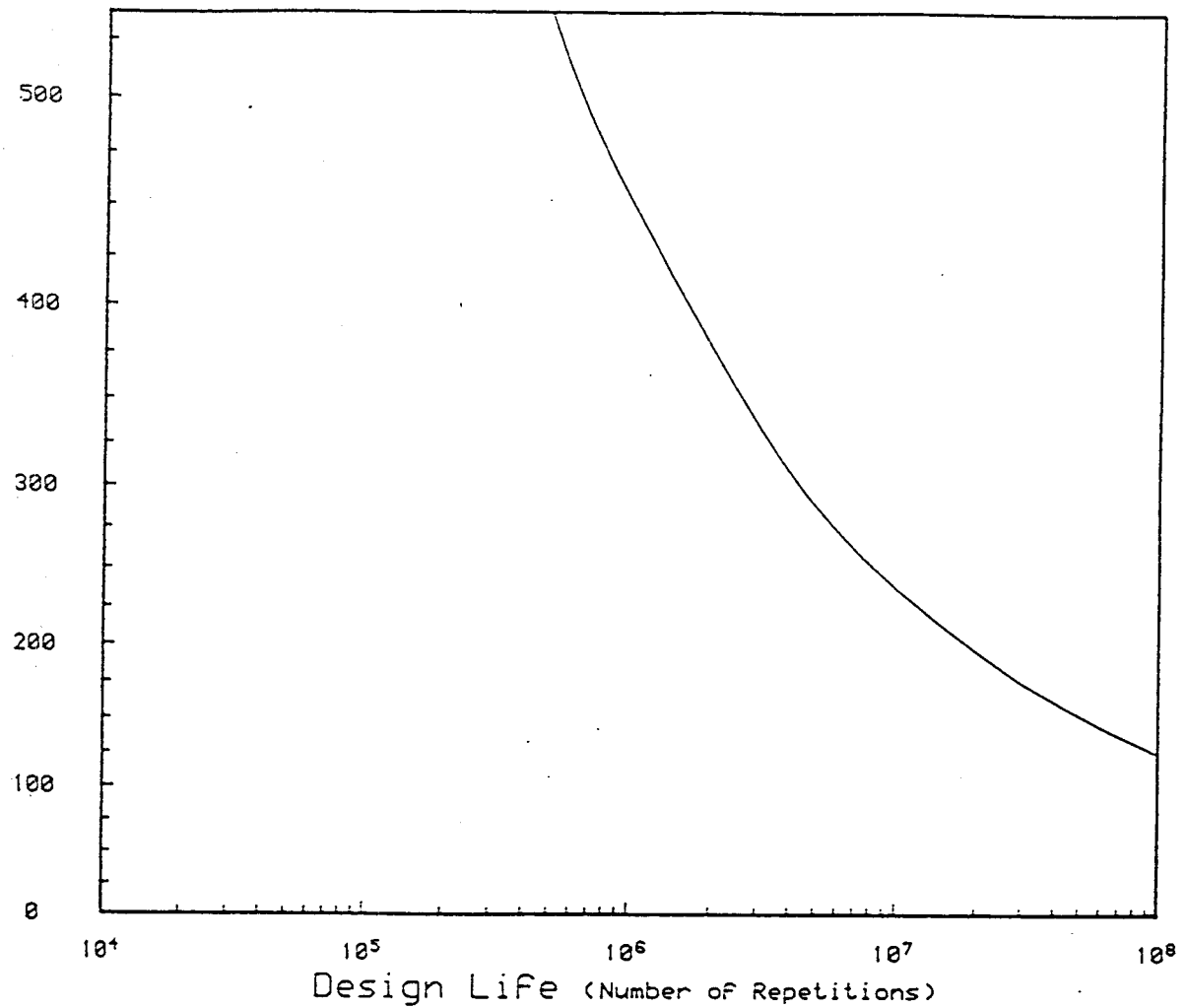
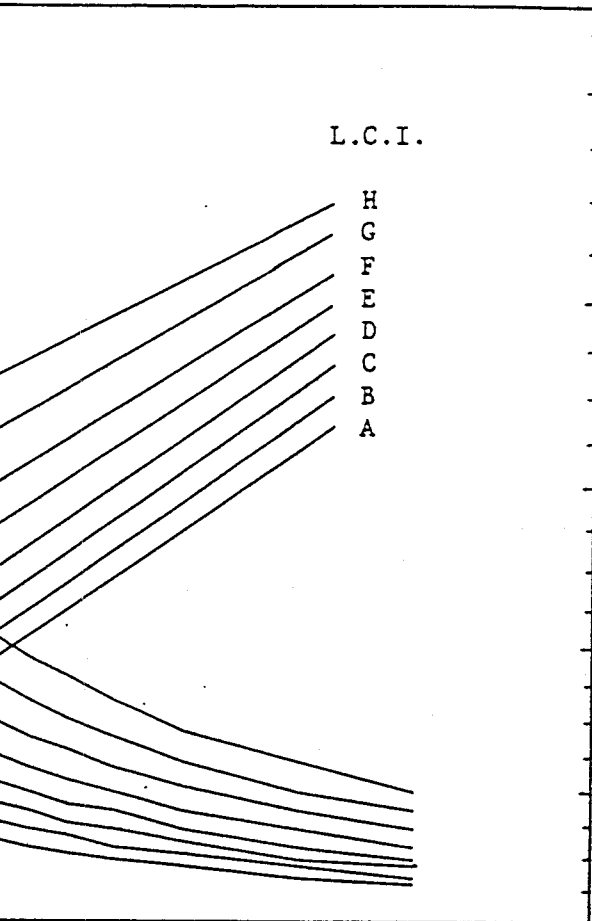
Vertical
Subgrade
Strain
EZ₄



SURFACING	80mm Concrete Blocks	
	Layer Thickness	130 mm
	Elastic Modulus	7500 N/mm ²
BASE	Lean Concrete	
	Layer Thickness	?
	Elastic Modulus	?
SUBBASE	Granular	
	Layer Thickness	150 mm
SUBGRADE	C.B.R.	10 %

80mm BLOCKS 10% CBR 150mm SUB-BASE

Vertical
Subgrade
Strain
EZ₄



SURFACING	80mm Concrete Blocks	
	Layer Thickness	130 mm
	Elastic Modulus	7500 N/mm ²
BASE	Lean Concrete	
	Layer Thickness	?
	Elastic Modulus	?
SUBBASE	Granular	
	Layer Thickness	150 mm
SUBGRADE	C.B.R.	10 %

LAMPIRAN 4

Perhitungan SAP 90



\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$
\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$
\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$ \$
\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$
\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$ \$ \$ \$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$
\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$ \$ \$ \$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.20

Copyright (C) 1978-1990
EDWARD L. WILSON
All rights reserved

GUDANG - SOLID BEAM - Bentang 40 m, jarak 5 m (KG-M)

SYSTEM

L=6

C : 1=Beban mati 2=Beban hidup 3=Beban angin kiri

C : 4=Beban angin kanan 5=Gempa kiri 6=Gempa kanan

:

JOINTS

1	X=0	Z=0	
2	X=40	Z=0	
101	X=0	Z=6	
102	X=1.667	Z=6+0.607	
114	X=20	Z=13.279	G=102,114,1
201	X=40	Z=6	
202	X=40-1.667	Z=6+0.607	
213	X=20+1.667	Z=13.279-0.607	G=202,213,1

:

RESTRAINTS

1,1,0	R=1,1,1,1,0,1	: SENDI
2,2,0	R=1,1,1,1,0,1	: SENDI
101,114,1	R=0,1,0,1,0,1	
201,213,1	R=0,1,0,1,0,1	

:

FRAME

NM=2 Z=-1 NL=4

C : DIMENSI PROFIL

1 E=2.1E10 SH=I T=0.6,0.2,0.023,0.013,0.202,0.023 W=67.00 : KOLOM

2 E=2.1E10 SH=I T=0.6,0.2,0.015,0.010,0.199,0.015 W=47.30 : KAPSTAN

C : BEBAN MERATA

C --- Akibat angin kiri ---

1 WG=180,0,0 : Beban angin dinding kiri/tekan

2 WG=80,0,0 : Beban angin dinding kanan/hisap

C --- Akibat angin kanan ---

3 WG=-180,0,0 : Beban angin dinding kanan/tekan

4 WG=-80,0,0 : Beban angin dinding kiri/hisap

C : ELEMEN-ELEMEN GUDANG

C --- Kolom ---

1,1,101 M=1 LP=2,0 NSL=0,0,1,4 : Kiri

2,2,201 M=1 LP=2,0 NSL=0,0,2,3 : Kanan

C --- Atap kiri ---

101,102,101 M=2 LP=2,0 G=12,1,1,1 : Kapstan kiri

C --- Atap kanan ---

201,201,202 M=2 LP=2,0 G=11,1,1,1 : Kapstan kanan

213,213,114 M=2 LP=2,0

:

LOADS

C : BEBAN TERPUSAT

C --- Akibat beban mati

101,201,100 L=1 F=0,0,-146*0.5 : Beban mati pada ujung

102,114,1 L=1 F=0,0,-146 : Beban mati kapstan kiri

202,213,1 L=1 F=0,0,-146 : Beban mati kapstan kanan

113,213,100 L=1 F=0,0,-77.11 : Beban mati dari atap I

114 L=1 F=0,0,-77.11 : Beban mati dari atap I

C --- Akibat beban hidup

101,201,100 L=2 F=0,0,-250*0.5 : Beban hidup pada ujung

102,114,1 L=2 F=0,0,-250 : Beban hidup kapstan kiri

202,213,1 L=2 F=0,0,-250 : Beban hidup kapstan kanan

113,213,100 L=1 F=0,0,-77.11 : Beban mati dari atap I

C --- Akibat beban angin pada atap

C --- Angin Kiri

201 L=3 $f=41*0.5, 0, 113*0.5$: Beban angin kiri pada ujung

114 L=3 $F=41*0.5, 0, 113*0.5$: Beban angin kiri pada nok

202,213,1 L=3 $F=41, 0, 113$: Beban angin kiri pada atap

C --- Angin Kanan

101 L=4 $f=-41*0.5, 0, 113*0.5$: Beban angin kanan pada ujung

114 L=4 $F=-41*0.5, 0, 113*0.5$: Beban angin kanan pada nok

102,113,1 L=4 $F=-41, 0, 113$: Beban angin kanan pada atap

C --- Akibat beban gempa

101 L=5 $F=847, 0, 0$: Gempa kiri

201 L=6 $F=-847, 0, 0$: Gempa kanan

:

COMBO

1 C=1,1 : Akibat beban mati + hidup

2 C=1,1,1 : Akibat beban mati + hidup + angin kiri

3 C=1,1,0,1 : Akibat beban mati + hidup + angin kanan

4 C=1,1,0,0,1 : Akibat beban mati + hidup + gempa kiri

5 C=1,1,0,0,0,1 : Akibat beban mati + hidup + gempa kanan

PROGRAM: SAP90/FILE: gudang.F3F

GUDANG - SOLID BEAM - Bentang 40 m, jarak 5 m (KG-M)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD		AXIAL DIST		1-2 PLANE		1-3 PLANE	
AXIAL	ID COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT
TORQ							
1 -----							
	1	-6539.67					
			.0	4557.18	.00		
			6.0	4557.18	27343.06		
	2	-5926.98					
			.0	2820.90	.00		
			6.0	3900.90	20165.38		
	3	-5686.04					
			.0	4911.81	.00		
			6.0	4431.81	28030.88		
	4	-6412.62					
			.0	3965.79	.00		
			6.0	3965.79	23794.71		
	5	-6666.72					
			.0	4812.78	.00		
			6.0	4812.78	28876.70		
2 -----							
	1	-6557.29					
			.0	-4557.18	.00		
			6.0	-4557.18	-27343.06		
	2	-5700.98					
			.0	-4913.90	.00		
			6.0	-4433.90	-28043.38		
	3	-5941.92					
			.0	-2818.81	.00		
			6.0	-3898.81	-20152.88		
	4	-6684.34					
			.0	-4812.79	.00		
			6.0	-4812.79	-28876.71		
	5	-6430.24					
			.0	-3965.78	.00		
			6.0	-3965.78	-23794.70		
101 -----							
	1	-6368.81					
			.0	-4131.97	-19942.71		
			1.8	-4210.81	-27343.06		
	2	-5542.50					
			.0	-3780.80	-13388.02		
			1.8	-3859.64	-20165.38		
	3	-5959.01					
			.0	-3432.85	-21870.80		
			1.8	-3511.70	-28030.88		
	4	-6565.52					
			.0	-3925.13	-16761.31		
			1.8	-4003.98	-23794.71		
	5	-6652.46					
			.0	-4163.89	-21419.71		
			1.8	-4242.74	-28876.70		

102 -----

1 -6205.17	.0	-3688.66	-13887.01
	1.6	-3760.93	-19942.71
2 -5378.92	.0	-3337.35	-7903.48
	1.6	-3409.62	-13388.02
3 -5795.61	.0	-3109.69	-16756.39
	1.6	-3181.95	-21870.80
4 -6401.92	.0	-3481.86	-11041.83
	1.6	-3554.12	-16761.31
5 -6488.81	.0	-3720.64	-15312.03
	1.6	-3792.90	-21419.71

103 -----

1 -6043.44	.0	-3244.28	-8553.79
	1.6	-3316.54	-13887.01
2 -5217.20	.0	-2892.97	-3141.42
	1.6	-2965.23	-7903.48
3 -5634.00	.0	-2785.51	-12169.02
	1.6	-2857.78	-16756.39
4 -6240.19	.0	-3037.47	-6044.83
	1.6	-3109.74	-11041.83
5 -6327.09	.0	-3276.25	-9926.83
	1.6	-3348.52	-15312.03

104 -----

1 -5881.72	.0	-2799.89	-3943.04
	1.6	-2872.16	-8553.79
2 -5055.47	.0	-2448.58	898.18
	1.6	-2520.85	-3141.42
3 -5472.39	.0	-2461.34	-8108.69
	1.6	-2533.60	-12169.02
4 -6078.46	.0	-2593.09	-1770.30
	1.6	-2665.35	-6044.83
5 -6165.36	.0	-2831.87	-5264.09
	1.6	-2904.13	-9926.83

105 -----

1 -5719.99	.0	-2355.51	-54.76
	1.6	-2427.77	-3943.04
2 -4893.74	.0	-2004.20	4215.30
	1.6	-2076.46	898.18
3 -5310.78	.0	-2137.16	-4575.40
	1.6	-2209.42	-8108.69

	4	-5916.74	.0	-2148.70	1781.76
			1.6	-2220.97	-1770.30
	5	-6003.63	.0	-2387.48	-1323.83
			1.6	-2459.75	-5264.09
106	-----				
	1	-5558.26	.0	-1911.12	3111.04
			1.6	-1983.39	-54.76
	2	-4732.02	.0	-1559.81	6809.95
			1.6	-1632.08	4215.30
	3	-5149.17	.0	-1812.98	-1569.15
			1.6	-1885.25	-4575.40
	4	-5755.01	.0	-1704.32	4611.35
			1.6	-1776.58	1781.76
	5	-5841.91	.0	-1943.10	1893.96
			1.6	-2015.36	-1323.83
107	-----				
	1	-5396.53	.0	-1466.74	5554.38
			1.6	-1539.00	3111.04
	2	-4570.29	.0	-1115.43	8682.13
			1.6	-1187.69	6809.95
	3	-4987.56	.0	-1488.81	910.06
			1.6	-1561.07	-1569.15
	4	-5593.28	.0	-1259.93	6718.47
			1.6	-1332.20	4611.35
	5	-5680.18	.0	-1498.71	4389.28
			1.6	-1570.98	1893.96
108	-----				
	1	-5234.81	.0	-1022.35	7275.24
			1.6	-1094.62	5554.38
	2	-4408.56	.0	-671.04	9831.84
			1.6	-743.30	8682.13
	3	-4825.95	.0	-1164.63	2862.23
			1.6	-1236.89	910.06
	4	-5431.55	.0	-815.55	8103.11
			1.6	-887.81	6718.47
	5	-5518.45	.0	-1054.33	6162.12
			1.6	-1126.59	4389.28

109 -----			
1	-5073.08		
	.0	-577.97	8273.63
	1.6	-650.23	7275.24
2	-4246.84		
	.0	-226.66	10259.08
	1.6	-298.92	9831.84
3	-4664.34		
	.0	-840.45	4287.36
	1.6	-912.71	2862.23
4	-5269.83		
	.0	-371.16	8765.28
	1.6	-443.43	8103.11
5	-5356.73		
	.0	-609.94	7212.49
	1.6	-682.21	6162.12
110 -----			
1	-4911.35		
	.0	-133.58	8549.55
	1.6	-205.85	8273.63
2	-4085.11		
	.0	217.73	9963.84
	1.6	145.47	10259.08
3	-4502.73		
	.0	-516.27	5185.45
	1.6	-588.54	4287.36
4	-5108.10		
	.0	73.22	8704.98
	1.6	.96	8765.28
5	-5195.00		
	.0	-165.56	7540.40
	1.6	-237.82	7212.49
111 -----			
1	-4749.63		
	.0	310.80	8103.00
	1.6	238.54	8549.55
2	-3923.38		
	.0	662.11	8946.13
	1.6	589.85	9963.84
3	-4341.12		
	.0	-192.10	5556.50
	1.6	-264.36	5185.45
4	-4946.37		
	.0	517.61	7922.21
	1.6	445.34	8704.98
5	-5033.27		
	.0	278.83	7145.83
	1.6	206.56	7540.40
112 -----			
1	-4587.90		
	.0	755.19	6933.97
	1.6	682.92	8103.00
2	-3761.66		
	.0	1106.50	7205.95
	1.6	1034.24	8946.13
3	-4179.51		
	.0	132.08	5400.51
	1.6	59.82	5556.50

	4	-4784.65	.0	961.99	6416.96
			1.6	889.73	7922.21
	5	-4871.55	.0	723.21	6028.78
			1.6	650.95	7145.83
113	-----				
	1	-4373.43	.0	1344.49	4806.86
			1.6	1272.23	6933.97
	2	-3547.19	.0	1695.80	4507.69
			1.6	1623.54	7205.95
	3	-3965.16	.0	601.18	4481.87
			1.6	528.92	5400.51
	4	-4570.18	.0	1551.30	3953.64
			1.6	1479.04	6416.96
	5	-4657.08	.0	1312.52	3953.66
			1.6	1240.26	6028.78
201	-----				
	1	-6374.83	.0	4227.37	-27343.06
			1.8	4148.52	-19913.34
	2	-5966.08	.0	3525.03	-28043.38
			1.8	3446.18	-21859.66
	3	-5545.66	.0	3874.40	-20152.88
			1.8	3795.55	-13349.36
	4	-6658.49	.0	4259.29	-28876.71
			1.8	4180.44	-21390.36
	5	-6571.54	.0	4020.53	-23794.70
			1.8	3941.68	-16731.93
202	-----				
	1	-6211.24	.0	3777.59	-19913.34
			1.6	3705.92	-13880.52
	2	-5802.73	.0	3195.38	-21859.66
			1.6	3123.72	-16765.53
	3	-5382.13	.0	3424.46	-13349.36
			1.6	3352.80	-7885.88
	4	-6494.88	.0	3809.56	-21390.36
			1.6	3737.90	-15305.98
	5	-6407.99	.0	3570.78	-16731.93
			1.6	3499.12	-11032.54
203	-----				
	1	-6049.74	.0	3333.80	-13880.52
			1.6	3262.13	-8563.22
	2	-5641.34	.0	2871.80	-16765.53
			1.6	2800.14	-12193.10

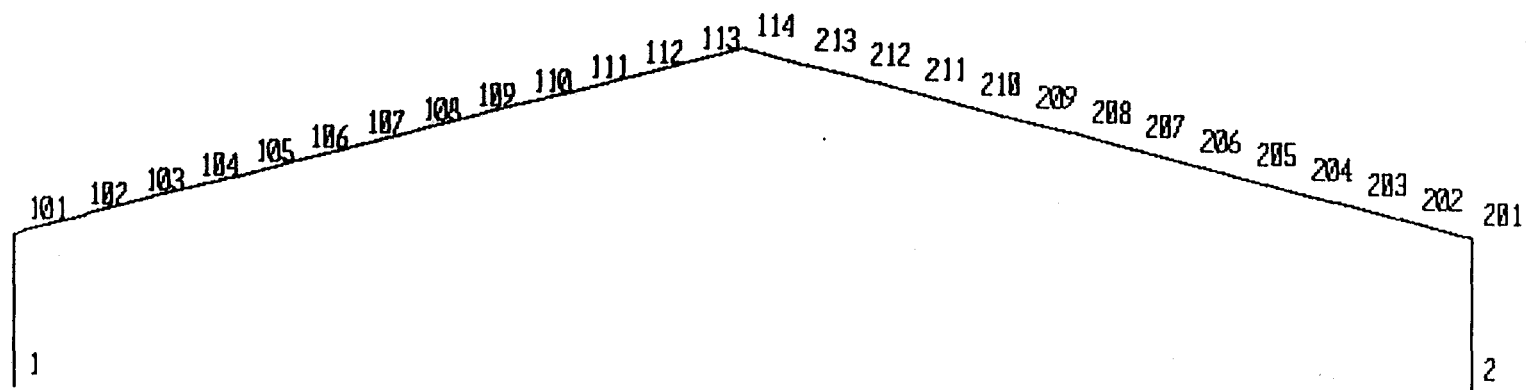
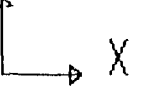
	3	-5220.63			
			.0	2980.67	-7885.88
			1.6	2909.01	-3137.93
	4	-6333.38			
			.0	3365.78	-15305.98
			1.6	3294.11	-9937.12
	5	-6246.49			
			.0	3127.00	-11032.54
			1.6	3055.33	-6048.66
204	-----				
	1	-5888.24			
			.0	2890.01	-8563.22
			1.6	2818.34	-3961.44
	2	-5479.96			
			.0	2548.22	-12193.10
			1.6	2476.56	-8142.39
	3	-5059.12			
			.0	2536.88	-3137.93
			1.6	2465.22	894.51
	4	-6171.88			
			.0	2921.99	-9937.12
			1.6	2850.32	-5283.78
	5	-6084.98			
			.0	2683.21	-6048.66
			1.6	2611.54	-1780.30
205	-----				
	1	-5726.73			
			.0	2446.22	-3961.44
			1.6	2374.56	-75.18
	2	-5318.57			
			.0	2224.64	-8142.39
			1.6	2152.97	-4613.38
	3	-4897.62			
			.0	2093.09	894.51
			1.6	2021.43	4211.43
	4	-6010.38			
			.0	2478.20	-5283.78
			1.6	2406.53	-1345.96
	5	-5923.48			
			.0	2239.42	-1780.30
			1.6	2167.75	1772.53
206	-----				
	1	-5565.23			
			.0	2002.43	-75.18
			1.6	1930.77	3095.56
	2	-5157.18			
			.0	1901.06	-4613.38
			1.6	1829.39	-1606.08
	3	-4736.12			
			.0	1649.30	4211.43
			1.6	1577.64	6812.83
	4	-5848.88			
			.0	2034.41	-1345.96
			1.6	1962.75	1876.34
	5	-5761.98			
			.0	1795.63	1772.53
			1.6	1723.97	4609.85
207	-----				
	1	-5403.73			
			.0	1558.64	3095.56
			1.6	1486.98	5550.78

2	-4995.80	.0	1577.48	-1606.08
		1.6	1505.81	879.51
3	-4574.62	.0	1205.52	6812.83
		1.6	1133.85	8698.70
4	-5687.38	.0	1590.62	1876.34
		1.6	1518.96	4383.12
5	-5600.48	.0	1351.84	4609.85
		1.6	1280.18	6731.65
208 -----				
1	-5242.23	.0	1114.85	5550.78
		1.6	1043.19	7290.49
2	-4834.41	.0	1253.90	879.51
		1.6	1182.23	2843.39
3	-4413.12	.0	761.73	8698.70
		1.6	690.06	9869.06
4	-5525.88	.0	1146.83	4383.12
		1.6	1075.17	6174.39
5	-5438.98	.0	908.05	6731.65
		1.6	836.39	8137.93
209 -----				
1	-5080.73	.0	671.06	7290.49
		1.6	599.40	8314.67
2	-4673.03	.0	930.32	2843.39
		1.6	858.65	4285.56
3	-4251.62	.0	317.94	9869.06
		1.6	246.27	10323.90
4	-5364.38	.0	703.04	6174.39
		1.6	631.38	7250.13
5	-5277.48	.0	464.26	8137.93
		1.6	392.60	8828.69
210 -----				
1	-4919.23	.0	227.28	8314.67
		1.6	155.61	8623.34
2	-4511.64	.0	606.74	4285.56
		1.6	535.07	5206.03
3	-4090.12	.0	-125.85	10323.90
		1.6	-197.51	10063.22
4	-5202.87	.0	259.25	7250.13
		1.6	187.59	7610.35
5	-5115.98	.0	20.48	8828.69
		.5	.00	8833.40
		1.6	-51.19	8803.93

211 -----			
1	-4757.73		
		.0	-216.51
		1.6	-288.18
			8623.34
2	-4350.25		8216.48
		.0	283.15
		1.6	211.49
			5206.03
3	-3928.62		5604.79
		.0	-569.64
		1.6	-641.30
			10063.22
4	-5041.37		9087.03
		.0	-184.53
		1.6	-256.20
			7610.35
5	-4954.48		7255.06
		.0	-423.31
		1.6	-494.98
			8803.93
			8063.65

212 -----			
1	-4596.23		
		.0	-660.30
		1.6	-731.97
			8216.48
2	-4188.87		7094.11
		.0	-40.43
		1.6	-112.09
			5604.79
3	-3767.12		5481.84
		.0	-1013.43
		1.6	-1085.09
			9087.03
4	-4879.87		7395.31
		.0	-628.32
		1.6	-699.99
			7255.06
5	-4792.97		6184.24
		.0	-867.10
		1.6	-938.77
			8063.65
			6607.85

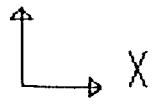
213 -----			
1	-4380.44		
		.0	-1249.84
		1.8	-1328.69
			7094.11
2	-3973.33		4806.86
		.0	-509.68
		1.8	-588.53
			5481.84
3	-3551.26		4507.69
		.0	-1602.81
		1.8	-1681.66
			7395.31
4	-4664.09		4481.87
		.0	-1217.91
		1.8	-1296.76
			6184.24
5	-4577.15		3953.64
		.0	-1456.68
		1.8	-1535.52
			6607.85
			3953.66



GUDANG
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
WIRE FRAME

SAP90



GUDANG

UNDEFORMED
SHAPE

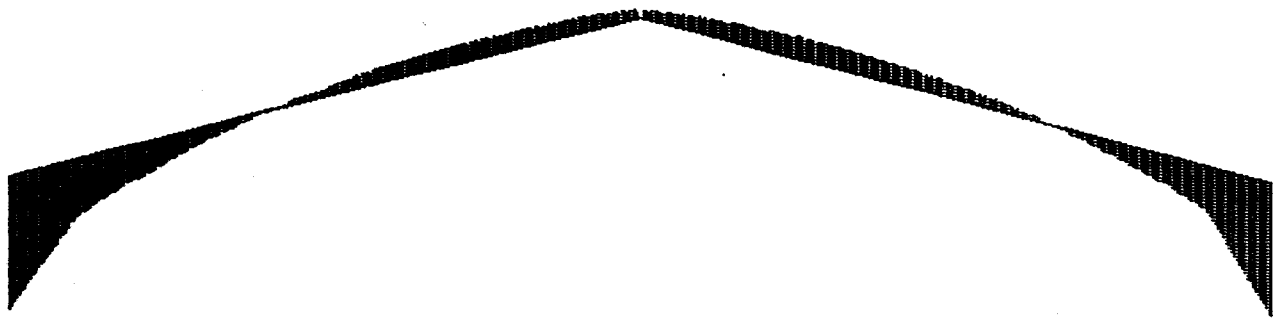
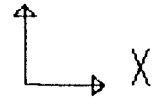
OPTIONS

ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 213 212 211 210 209 208 207 206 205 204 203 202 201

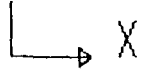
2



GUDANG
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 5

ENVELOPES
MIN < 101 >
-.2888E+05
AT 1.77
MAX < 1 >
.2888E+05
AT 6.00

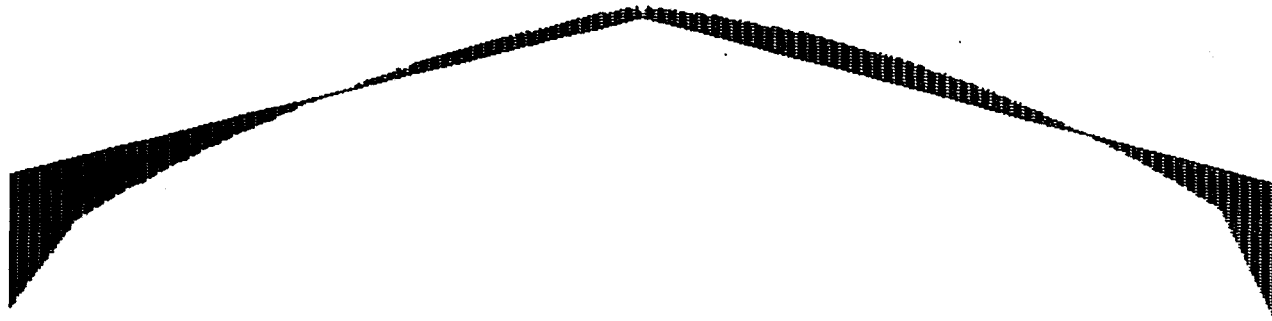
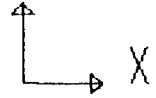
SAP90



GUDANG
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 4

ENVELOPES
MIN < 2 >
-.2888E+05
AT 6.00
MAX < 1 >
.2379E+05
AT 6.00

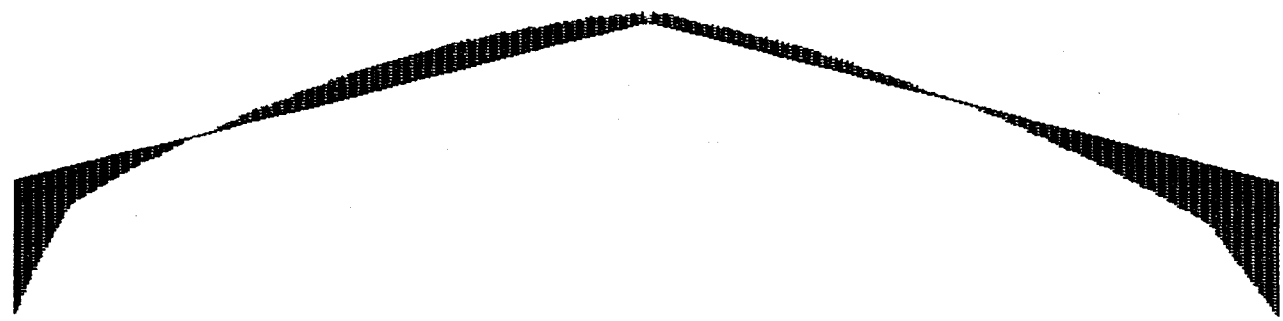
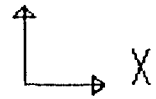
SAP90



GUDANG
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 3

ENVELOPES
MIN < 101 >
-.2803E+05
AT 1.77
MAX < 1 >
.2803E+05
AT 6.00

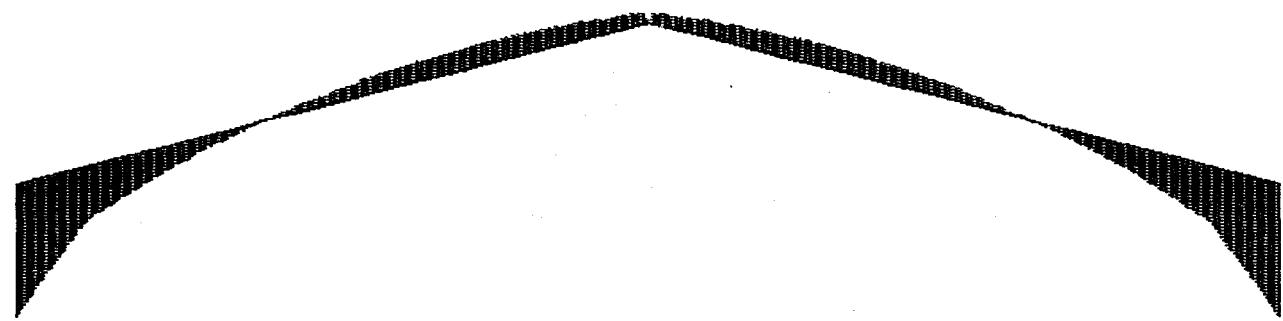
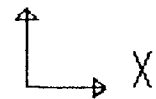
SAP90



GUDANG
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 2.

ENVELOPES
MIN < 2 >
-.2804E+05
AT 6.00
MAX < 1 >
.2017E+05
AT 6.00

SAP90



GUDANG
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

ENVELOPES
MIN < 2 >
-.2734E+05
AT 6.00
MAX < 1 >
.2734E+05
AT 6.00

SAP90

LAMPIRAN 5

Gambar :

1. Gambar kondisi existing pelabuhan Tanjung Perak
2. Gambar lay out rencana rehabilitasi
3. Gambar gudang baja dan detail pondasi
4. Gambar konstruksi gudang rencana (pot. melintang dan pot. memanjang)
5. Gambar detail perkerasan jalan dan lapangan penumpukan rencana
6. Gambar penampang pangkalan (revisi)