

**PERHITUNGAN STRUKTUR BANGUNAN
SD MUHAMMADIYAH 1 SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR*****BUILDING STRUCTURE CALCULATIONS OF
MUHAMMADIYAH 1 ELEMENTARY SCHOOL SAMARINDA
IN EAST KALIMANTAN***

Farida Afifah Meilani CA¹⁾, Tumingan^{2)*}, Pramono³⁾
afifah_farida@gmail.com¹⁾, tumingan@yahoo.com²⁾, pramono@yahoo.com³⁾

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda
^{1,2,3}Jl. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Panjang, Kota Samarinda 75131,
Kalimantan Timur

Korespondensi Naskah : Tumingan

INTISARI

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menghitung elemen struktur meliputi pelat, balok, dan kolom gedung SD Muhammadiyah 1 Samarinda. Perhitungan struktur beton dimulai dengan menghitung pembebanan lalu dimasukkan ke dalam SAP 2000 v14 dan didapatkan gaya-gaya dalam berupa momen (M), gaya lintang (D) dan gaya normal (N). Kemudian dihitung menggunakan metode SNI 03-2847-2002 dan mengacu pada PPIUG 1983. Dari perhitungan tersebut didapatkan hasil momen kolom terbesar yaitu 49403,24 kg.cm dengan jumlah tulangan 6 Ø12, momen balok sebesar 1506087,32 kg.cm dengan jumlah tulangan lapangan 5 Ø12 dan tumpuan 8 Ø12 dengan jarak tulangan geser pada tumpuan Ø10 - 150 mm dan tulangan geser lapangan lapangan Ø12 - 300 mm. Pada pelat lantai didapat jarak tulangan arah x Ø12 - 150 mm, tulangan arah y Ø12 - 200 mm.

Kata kunci: SAP 2000 v14 , SNI 03-2847-2002, Struktur beton bertulang

ABSTRACT

The purpose of this study is to calculate the structure element such as plates, beams and columns at Muhammadiyah 1 Elementary School, Samarinda. Calculation of concrete structures begins with calculating the loading and input them into the SAP2000 v14 and obtained forces in the form of the moment (M), shear force (D) and the normal force (N). And then its would be calculated based on SNI 03-2847-2002 and refers PPIUG 1983. From these calculations showed that column moment is 49403.24 kg.cm with 6 Ø12 reinforcement, the beam moment is 1,506,087.32 kg.cm with 5 Ø12 for field reinforcement; 8 Ø12 for focus reinforcement and Ø10 - 150 mm for shear reinforcement. And those for slab reinforcements at x directions are Ø12 - 150 mm and slab reinforcements at y direction are Ø12 - 200 mm.

Keyword: Reinforce concrete structure, SAP 2000 v14, SNI 03-2847-2002

PENDAHULUAN

Bangunan adalah struktur buatan manusia yang terdiri atas dinding dan atap yang didirikan secara permanen di suatu tempat.

Bangunan juga biasa disebut dengan rumah dan gedung, yaitu segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun

peradabannya. Bangunan memiliki beragam bentuk, ukuran, dan fungsi, serta telah mengalami penyesuaian sepanjang sejarah yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti bahan bangunan, kondisi cuaca, harga, kondisi tanah, dan alasan estetika. Dalam perencanaan sebuah gedung, khususnya gedung bertingkat harus memperhatikan beberapa kriteria yang matang dari unsur kekuatan, kenyamanan, serta aspek ekonomisnya. Kenyamanan yang diinginkan membutuhkan tingkat ketelitian dan keamanan yang tinggi dalam perhitungan konstruksinya. Faktor yang sering kali mempengaruhi kekuatan konstruksi adalah beban hidup, mati, beban angin, dan beban gempa. Keadaan atau kondisi lokasi pembangunan gedung bertingkat akan mempengaruhi pula kekuatan gempa yang ditimbulkan nantinya akan berdampak kepada bangunan itu sendiri. Untuk memudahkan perhitungan struktur digunakan aplikasi SAP 2000 versi 14 untuk menghitung gaya-gaya yang bekerja didalam gedung.

Gedung SD Muhammadiyah 1 Samarinda merupakan bangunan gedung berlantai empat dan memiliki basement dengan luas gedung ± 661,25 m² yang berlokasi di Jl. Brantas No.47, Kalimantan Timur. Gedung SD ini memiliki 20 ruang belajar, dan 2 ruang Laboratorium. Struktur utama gedung ini adalah struktur rangka beton bertulang dan rangka atap baja ringan.

LANDASAN TEORI

Pengertian Umum

Bangunan adalah sebuah struktur yang memiliki tumpuan dan diberi beban dari atas yaitu beban angin, mati dan hidup. Dan beban tersebut memiliki kombinasi pembebanan dan koefisien penjumlahan yang mengacu pada PPIUG 1987 dan SNI 03-2847-2002.

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah menurut Ariestadi (2008).

Tumpuan

Tumpuan merupakan tempat perletakan atau dukungan bagi konstruksi dalam meneruskan gaya-gaya yang bekerja ke

pondasi. Jenis tumpuan yaitu tumpuan jepit, sendi, dan rol.

Pembebanan

Pengertian pembebanan menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1983 adalah sebagai berikut:

Beban mati

Beban mati adalah beban dengan besar yang konstan dan berada pada posisi yang sama setiap saat. Beban ini terdiri dari berat sendiri struktur dan beban lain yang melekat pada struktur secara permanen.

Beban hidup

Beban hidup adalah beban yang besar dan posisinya dapat berubah-ubah. Termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang dapat dipindahkan dan tidak bersifat permanen, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap yang termasuk beban hidup yaitu yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh butiran air.

Beban angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Faktor Keamanan

Faktor beban

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara. Keamanan untuk beban-beban tersebut dapat dibuat secara kombinasi, dengan ketentuan yang ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kombinasi pembebanan

No	Kombinasi Beban
1	U = 1,4 DL
2	U = 1,2 DL + 1,6 LL
3	U = 1,2 DL + 1,0 LL + 1,6 WL

Untuk beban hidup (L) diambil dari peraturan muatan Indonesia, yang nilainya bebannya disesuaikan dengan guna dari ruangan atau lantai dalam bangunan. Untuk

beban mati (D) nilai pembebanan diambil dari persamaan – persamaan pada posisi beban terpusat atau beban titik (P) dan posisi terbagi rata (q) untuk semua komponen struktur. Untuk beban angin (W) nilainya diambil dari dimensi bangunan yang dikalikan dengan koefisien yang telah ditentukan didalam peraturan muatan Indonesia.

Faktor reduksi kekuatan

Menurut SNI-03-2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Kuat rencana suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain dan penampangnya, sehubungan dengan perilaku lentur, beban normal, geser dan torsi harus diambil sebagai hasil kuat nominal, yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi dari tata cara ini, dengan suatu faktor reduksi kekuatan (ϕ). Faktor reduksi tersebut ditampilkan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Faktor reduksi

Untuk beban lentur	$\theta = 0,80$
Untuk gaya aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	$\theta = 0,80$
Untuk gaya aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	$\theta = 0,65$
Untuk gaya geser dan torsi	$\theta = 0,75$

Analisa dengan SAP 2000 versi 14

SAP 2000 Versi 14 merupakan salah satu program analisis struktur yang lengkap namun sangat mudah untuk dioperasikan. Prinsip utama penggunaan program ini adalah pemodelan struktur, eksekusi analisis, dan pemeriksaan atau optimasi desain; yang semuanya dilakukan dalam satu langkah atau satu tampilan. Tampilan berupa model secara real time sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemodelan secara menyeluruh dalam waktu singkat namun dengan hasil yang tepat.

Output yang dihasilkan juga dapat ditampilkan sesuai dengan kebutuhan baik berupa model struktur, grafik, maupun spreadsheet. Semuanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan untuk penyusunan laporan analisis dan desain.

Perhitungan Dasar Beton Bertulang

Beton bertulang menurut SNI 03-2847-2002 pasal 3.13 beton yang ditulangi

dengan dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang diisyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya dan bekerja. Sifat utama dari baja tulangan, yaitu sangat kuat terhadap beban tarik maupun beban tekan.

Penutup beton bertulang

Ketentuan mengenai tebal penutup beton ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tebal penutup beton

Komponen Konstruksi	Kondisi	
	Berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah	Tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah
Lantai dinding	D 19 - D 56 = 50 mm Ø < D 16 = 40 mm	D 44 dan 56 = 40 mm Ø < D 36 = 20 mm
Balok	D 19 - D 56 = 50 mm Ø < D 16 = 40 mm	Tulangan utama, pengikat, sengkang lilitan spiral diambil sebesar = 40 mm
Kolom	D 19 - D 56 = 50 mm Ø < D 16 = 40 mm	Tulangan utama, pengikat, sengkang lilitan spiral diambil sebesar = 40 mm

Batasan Spasi Tulangan

Dalam perencanaan pelat, balok, dan kolom dalam pemasangan tulangan memiliki jarak maksimum dalam pemasangannya dan menurut SNI 03-2847-2002.

a. Tulangan Pokok

Jarak maksimum tulangan pokok telah dibahas pada pasal 9.6 yaitu jarak maksimum tulangan pokok tidak boleh kurang dari 25 mm dan bila tulangan terdiri lebih dari 2 lapis dan jarak antar lapis harus lebih dari 25 mm dan harus sejajar dengan lapis pertama.

b. Tulangan Geser

Jarak minimum sengkang dan sengkang ikat tidak boleh melebihi 16 kali diameter tulangan longitudinal, 48 kali diameter batang atau tulangan sengkang ikat, dan tidak boleh lebih dari setengah kali tinggi efektif. Spasi maksimum dari tulangan-tulangan sisi ini tidak boleh melebihi nilai terkecil dari $d/6$, 300 mm, dan $1000 A_b / (d - 750)$.

c. Tulangan Puntir
 Tulangan longitudinal yang dibutuhkan untuk menahan puntir harus memiliki diameter tidak kurang dari 10 mm. Tulangan puntir harus dipasang melebihi jarak minimal (bt + d).

Presentase Tulangan 15

Persentase tulangan seimbang ($\rho_{balance}$) Untuk setiap kombinasi $f'c$ dan f_y terdapat rasio tulangan dalam kombinasi yang seimbang. Persentase tulangan seimbang ini dapat dilihat dalam bentuk persamaan seperti di bawah ini:

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \quad (1)$$

Dimana :

- $\rho_{balance}$ = Persentase tulangan seimbang
- $f'c$ = Mutu beton
- f_y = Mutu baja tulangan
- β = 0.85

Persentase Tulangan Minimum (ρ_{min})
 Persentase tulangan minimum ini dapat dilihat dalam bentuk persamaan seperti di bawah ini :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (2)$$

Persentase tulangan maksimum (ρ_{max})
 Dengan mempertahankan rasio tulangan yang lebih rendah dari ρ_{maks} akan menghasilkan struktur berkapasitas deformasi yang cukup. Atas dasar ini, pada SNI - 03 - 2847 - 2002 Pasal 3.3.3-3, menentukan agar tetap memakai $\rho_{max} = 0,75 \rho_b$ terhadap lentur murni.

Perencanaan Elemen Struktur

Perencanaan pelat

Lantai merupakan bagian struktur yang menerima beban mati dan beban hidup di mana beban-beban tersebut didistribusikan ke balok-balok. Bagian-bagian tersebut akan menerima beban sebesar luasan bagian ber bentuk ampol.

Perencanaan balok dan kolom

Perencanaan tulangan:

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \phi \cdot \rho \cdot f_y \cdot (1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'c}) \quad (3)$$

Menghitung tulangan geser:

$$AS_{senggang} \min = \frac{b \cdot y}{3 \cdot f_y} \quad (4)$$

Menghitung jumlah tulangan:

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} \quad (5)$$

Menghitung jarak tulangan geser:

$$s = \frac{y}{n+1} \quad (6)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Langkah penelitian

No	Uraian Kegiatan
1	Menghitung pembebanan pada struktur gedung (bebanmati, hidup, angin).
2	Memasukkan model struktur gedung dalam SAP 2000 versi 14.
3	Menentukan tumpuan pada struktur.
4	Memasukkan jenis-jenis beban yang akan digunakan pada perhitungan struktur (beban hidup, beban mati,dan beban angin).
5	Memasukkan jenis-jenis material yang akan digunakan pada perhitungan struktur (beton dan baja tulangan).
6	Memasukkan ukuran penampang elemen struktur yang digunakan (balok dan kolom).
7	Membuat Frame atau elemen struktur (balok, dan kolom).
8	Memasukkan hasil perhitungan pembebanan ke dalam struktur.
9	Memulai analisis struktur.
10	Mendapatkan hasil analisis berupa deformasi, reaksi perletakan, momen, gaya lintang, dan gaya normal,
11	Mengecek keamanan, apabila aman dapat melakukan perhitungan tulangan.

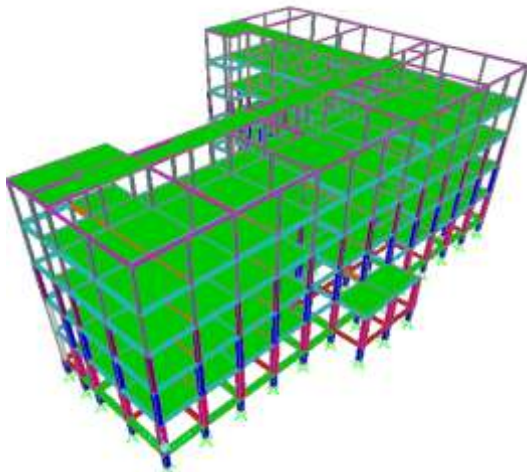
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan struktur dimulai dari perhitungan pembebanan. Analisa struktur dilakukan dengan bantuan aplikasi SAP 2000 versi 14. Setelah diketahui gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur, maka dapat diketahui kondisi tegangan. Kemudian dapat dilakukan perhitungan penulangan pelat lantai, perhitungan penulangan balok disertai

perhitungan penulangan geser, perhitungan penulangan kolom disertai perhitungan penulangan geser, dan menggambar detail tulangannya.

Pembebanan

Pemodelan struktur pada bangunan SD Muhammadiyah I Samarinda ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Permodelan struktur gedung

Beban mati

Data-data pembebanan sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia (PPIUG) 1983. Beban mati ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Berat sendiri bahan bangunan komponen gedung

Beban	Berat(kg/m ³)
Berat sendiri baja	7850
Berat sendiri beton	2200
Berat sendiri beton bertulang	2400
Berat adukan dari semen, per cm tebal	21
Berat dinding pasangan bata merah 1/2 batu	250
Berat dinding pasangan bata merah 1 batu	450
Berat penutup lantai (keramik/marmer/granit)	24
Berat langit - langit (plafon, gypsum)	11
Berat penggantung langit - langit	7
Berat muatan hidup lantai kantor,sekolah	250
Berat muatan hidup beban	100

manusia	
Berat ornamen (<i>finishing</i>)	20
Berat muatan hidup lantai ruang serbaguna	400
Berat sendiri penutup atap	50
Dinding Pasangan Bata 1/2 bata	250
Berat dinding partisi (dengan rangka)	50

Untuk berat sendiri elemen balok/kolom sudah dihitung pada aplikasi SAP 2000 versi 14 jadi tidak hitung pembebanannya sebagai akibat beban mati. Pembebanan pada *roof tank*, lantai 4, lantai 3, dan lantai 2 ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Pembebanan pada *roof tank*, lantai 4, lantai 3, dan lantai 2

Berat adukan per cm tebal 4 cm x 21	=	84kg/m ²
Berat keramik per cm tebal 2 cm x 24	=	48 kg/m ²
Berat langit-langit (plafond)	=	11 kg/m ²
Berat penggantung langit-langit	=	7 kg/m ²
DL	=	150 kg/m ²

Beban hidup

Sesuai dengan PPIUG 1998, berat muatan hidup lantai sekolah = 250 kg/m²

Perhitungan Pelat Lantai

Pelat lantai 1 yang ditinjau ditunjukkan pada Gambar 2.

Diketahui: DL = 349,5 kg/m²
LL = 250 kN/m²

Kombinasi pembebanan

$$Q_u = w_u = 1,2 DL + 1,6 LL = 819,4 \text{ kg/m}^2$$

Mencari x untuk momen-momen

$$x = l_y / l_x = 400 / 350 = 1,14 \leq 3 \text{ (pelat dua arah)}$$

Skema yang di pakai jenis skema II dari tabel momen per meter lebar.

Interpolasi angka skema pelat lantai

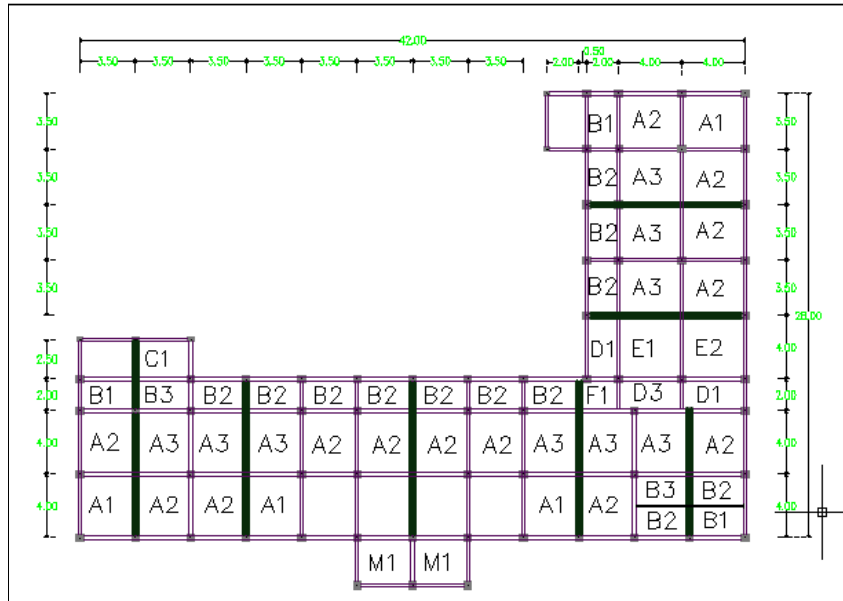
Interpolasi (m _{lx})	= 35,5
Interpolasi (m _{ly})	= 28,5
Interpolasi (m _{lix})	= 76
Interpolasi (m _{liy})	= 71

Menentukan momen-momen

$$m_{lx} = 35633,7 \text{ kg.cm}$$

$$m_{ly} = 28603,7 \text{ kg.cm}$$

$m_{ix} = 76286,1\text{kg.cm}$
 $m_{iy} = 71267,3\text{kg.cm}$



Gambar 2. Pelat lantai 1 yang ditinjau

Mencari ρ_{min} dan ρ_{max} :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,00583$$

$$\rho_{maks} = \frac{75}{100} \cdot \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = 0,053$$

$$\rho_{maks} = \frac{75}{100} \cdot \rho_b = 0,0398$$

Menghitung tulangan

Tebal pelat (h) = 120 mm

Penutup beton p = 20 mm

Diameter tulangan utama diperkirakan dalam arah -x $\varnothing_d = 12$ mm dan dalam arah -y $\varnothing_d = 12$ mm

Tinggi efektif d dalam arah -x adalah :

$$d_x = h - p - \frac{1}{2} d = 89 \text{ mm}$$

Tinggi efektif d dalam arah -y adalah :

$$d_y = h - p - \varnothing_d - \frac{1}{2} d = 77 \text{ mm}$$

Mencari luas tulangan (As) :

$$As = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 5,189\text{cm}^2$$

Mencari jumlah tulangan (menggunakan $\varnothing 12$ mm)

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{5,189}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 1,2^2}$$

$$= 4,59 \longrightarrow 5 \text{ buah}$$

Tul. lapangan (arah X) $\varnothing 12 - 150\text{mm}$
 Tul.lapangan (arah Y) $\varnothing 12 - 150 \text{ mm}$,
 Tul. tumpuan (arah X) $\varnothing 12 - 150 \text{ mm}$,
 Tul.tumpuan (arah Y) $\varnothing 12 - 150 \text{ mm}$.

Penulangan pada pelat pada potongan A-A ditampilkan pada Gambar 3.

Perhitungan Balok

Balok yang ditinjau ditunjukkan pada Gambar 4.

Menghitung rasio tulangan

$$\frac{M_u}{b \cdot d^2} = \phi \cdot \rho \cdot f_y (1 - 0,588 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'c})$$

$$43,35 = 2560 \rho - 19267,58 \rho^2$$

$$19267,58 \rho^2 - 2560 \rho + 43,35 = 0$$

(menggunakan rumus abc)

$$\rho = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= 0,0199$$

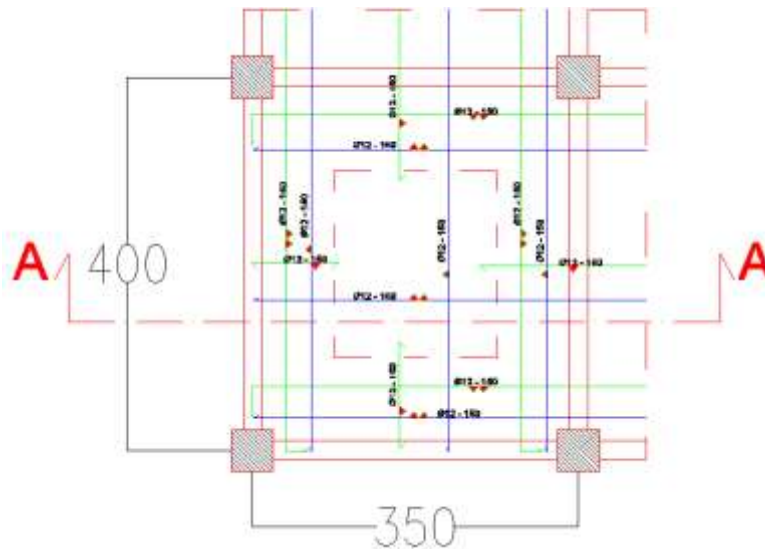
Cek $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks} = 0,044 < 0,0199 < 0,0276$ (maka dipakai ρ).

Mencari luas tulangan (As)

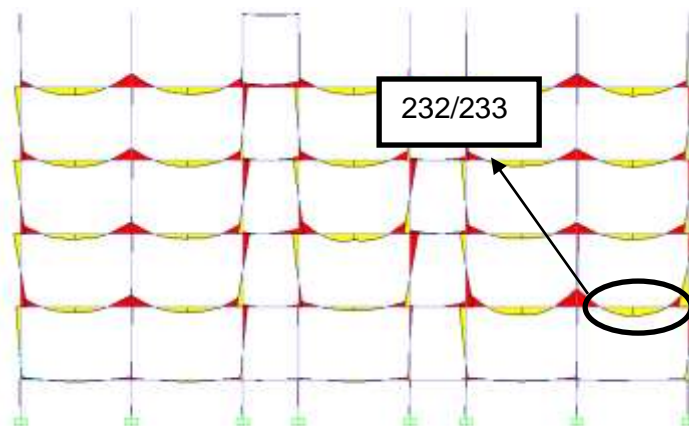
$$As = \rho \cdot b \cdot d = 13,625 \text{ cm}^2$$

Mencari jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi d^2} = 6,77 \longrightarrow 7 \text{ buah}$$



Gambar 3. Penulangan Pelat pada Potongan A-A



Gambar 4. Balok yang ditinjau

Cek penampang tulangan
 Tulangan pokok $3 \cdot 1,6 = 4,8 \text{ cm}$
 Spasi $(3-1) \cdot 2,5 = 5,0 \text{ cm}$
 Begel $2 \cdot 1,0 = 2,0 \text{ cm}$
 Penutup beton $2 \cdot 4 = 8,0 \text{ cm}$
 Lebar balok (20 cm) $> 19,8 \text{ cm}$
 Penempatan tulangan $19,8 < 20 \dots\dots \text{Ok}$

Pemeriksaan
 $A_s = n \cdot \text{luas tulangan utama}$
 $= 7 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$
 $= 14,067 \text{ cm}^2$

Syarat ($\phi M_n > M_u$)

$M_n = A_s \cdot f_y (d - (a/2))$
 $= 13,63 \cdot 3200 (34,20 - (10,258/2))$
 $= 1046896 \text{ kg.cm}$

$\phi M_n > M_u = 10414029 > 1014029, \text{ Aman.}$
 Tul. geser $\phi 12 - 150 \text{ mm (tumpuan)}$

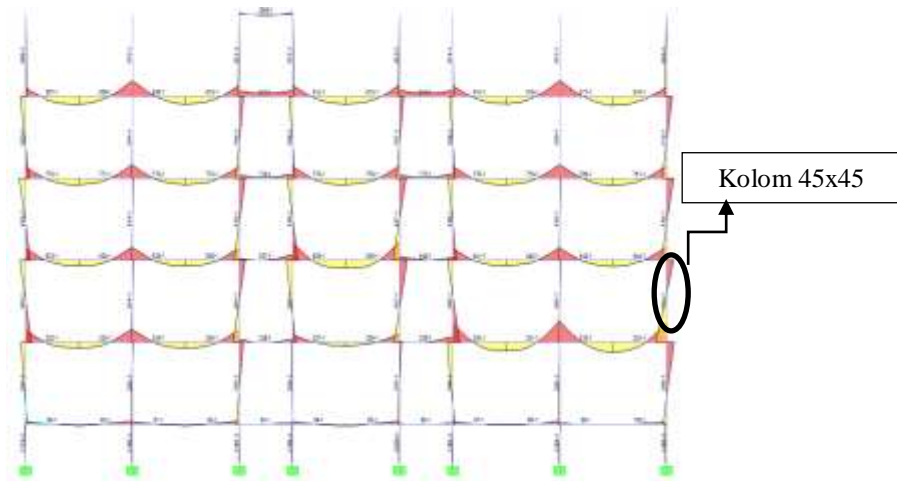
Tul.geser $\phi 12 - 300 \text{ mm (lapangan)}$

Tabel 6. Penulangan Balok

Type Balok	Tumpuan	Lapangan
B2 20 x 40		
Tul. Atas	7 D16	2 D16
Tul. Bawah	3 D16	3 D16
Tul. Tengah	2 Ø 10	2 Ø 10
Tul. Geser	Ø 10 - 150	Ø 10 - 300

Perhitungan Kolom

Kolom yang ditinjau ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kolom yang ditinjau

Mencari nilai as:

$$Mu = \phi As \cdot fy (c - d') + 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot a (c - 0.5 \cdot a) + As \cdot fy (d - c)$$

$$As = 3,454 \text{ cm}^2$$

Mencari jumlah tulangan (menggunakan Ø 12 mm)

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi d^2}$$

$$= 1,109 \longrightarrow 2 \text{ buah}$$


Mencari jarak tulangan ($y = s$)

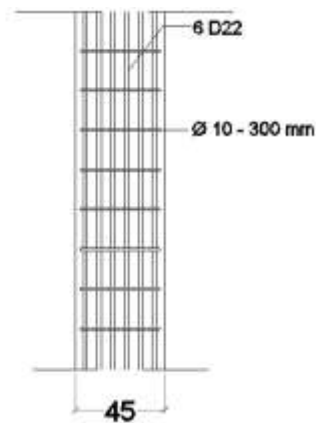
$$\text{jarak} = \frac{s}{n + 1}$$

$$= \frac{100}{2 + 1}$$

$$= 33 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}$$

Tulangan geser praktis Ø 12 -300 mm. Penulangan pada kolom ditunjukkan pada Gambar 6.

Type Kolom	
K1 45 x 45	
Tul. Pokok	6 D22
Tul. Geser	Ø 10 - 300



Gambar 6. Penulangan kolom

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa struktur menggunakan aplikasi SAP 2000 versi 14 yang mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1987 dan SNI 03-2847-2002, maka diperoleh hasil gaya – gaya dalam dan kemudian dilakukan

perhitungan tulangan secara analitis, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan pembebanan pada pelat lantai 2 arah dengan nilai momen maksimum ditunjukkan pada Tabel 7 dan 8.

- 2. Hasil perhitungan penulangan dan momen maksimum pada balok ditunjukkan pada Tabel 9 dan 10.
- 3. Hasil perhitungan penulangan dan momen maksimum pada kolom ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 7. Hasil perhitungan pembebanan pada pelat lantai 2 arah dengan nilai momen maksimum Lantai 1, 2, 3 dan 4

Kode Pelat	Momen		Tulangan yang digunakan				Beban Mati (Dead Load)	Beban Hidup (Live Load)
	Kg.cm		Diameter tulangan mm ² per meter lebar pelat				(kg/m ²)	(kg/m ²)
A1	Mlx	30614,83	Arah X	=	∅ 12	-	349,5	250
	Mly	27603,54	Arah Y	=	∅ 12	-		
	Mtx	63237,20	Arah X	=	∅ 12	-		
	Mty	64742,84	Arah Y	=	∅ 12	-		

Tabel 8. Hasil perhitungan pembebanan pada pelat lantai 2 arah dengan nilai momen maksimum pelat dak

Kode Pelat	Momen		Tulangan yang digunakan				Beban Mati (Dead Load)	Beban Hidup (Live Load)
	Kg.cm		Diameter tulangan mm ² per meter lebar pelat				(kg/m ²)	(kg/m ²)
L1	Mlx	17741,44	Arah X	=	∅ 12	-	306	500
	Mly	9337,60	Arah Y	=	∅ 12	-		
	Mtx	31514,40	Arah X	=	∅ 12	-		
	Mty	25444,96	Arah Y	=	∅ 12	-		

Tabel 9. Hasil perhitungan penulangan dan momen maksimum pada balok long section (25 cm x 50 cm)

BALOK LONG SECTION							
Frame	Momen Tumpuan	Momen Lapangan	Vu	Lapangan	Tumpuan	Tulangan Sengkag (mm)	
	kg.cm	kg.cm	kg	(buah)	(buah)	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
259/260	1506087,32	864841,40	12051,20	5	8	∅ 10 - 150	∅ 10 - 300

Tabel 10. Hasil perhitungan penulangan dan momen maksimum pada balok cross section (25 cm x 40 cm)

BALOK CROSS SECTION							
Frame	Momen Tumpuan	Momen Lapangan	Vu	Lapangan	Tumpuan	Tulangan Sengkag (mm)	
	kg.cm	kg.cm	kg	(buah)	(buah)	Tumpuan (mm)	Lapangan (mm)
232/233	1014029,47	473967,72	8781,16	3	7	∅ 10 - 150	∅ 10 - 300

Tabel 11. Hasil perhitungan penulangan dan momen maksimum pada kolom

PERHITUNGAN TULANGAN KOLOM												
Frame	Pu	Mu	n	Vu	Tulangan Sengkang (mm)							
	kg	kg.cm	buah	kg	Tumpuan				Lapangan			
KOLOM LANTAI 1 (45 x 45)												
297	129632,38	49403,24	6	215,31022	∅ 12	-	150	∅ 12	-	300		
KOLOM LANTAI 2 (45 x 45)												
369	92554,05	48938,89	6	239,53915	∅ 12	-	150	∅ 12	-	300		
KOLOM LANTAI 3 (40 x 40)												
439	64940,50	31130,22	5	166,96129	∅ 12	-	150	∅ 12	-	300		
KOLOM LANTAI 4 (30 x 30)												
504	33231,33	20243,85	3	115,11015	∅ 12	-	150	∅ 12	-	300		
KOLOM LANTAI 5 (25 x 25)												
991	8336,07	12436,65	2	53,979019	∅ 12	-	150	∅ 12	-	300		

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

- Gaya gaya yang mempengaruhi struktur dermaga :
 - Gaya benturan kapal = 0,429 ton meter
 - Gaya akibat angin = 0,202 ton
 - Gaya akibat arus = 118,6219 ton
 - Gaya akibat rem = 72,5 ton
 - Gaya tarik *bollard* = 18,823 ton
- Perhitungan *fender*
 Tipe *fender* yang akan digunakan adalah *fender* karet silindris FR 3 dengan nilai energi yang dapat diserap adalah 0,429 tonm/m dan beban yang diteruskan ke dermaga adalah 8 ton/m. Dengan berat *fender* 45 kg/m. Jarak antar *fender* adalah 13 m dan menggunakan 1 buah *fender* silindris FR 3 untuk daerah yang ditinjau.
- Beban yang bekerja pada struktur dermaga
 - Berat beban mati = 1,127 ton/m²
 - Berat beban hidup = 47,038 ton/m²
 - Hasil analisa output SAP 2000:
 - Beban vertikal terpusat = 652,2195 t
 - Momen searah sumbu x = -371,31128 tm
 - Momen searah sumbu y = 344,47495 tm
 - Gaya *horizontal* searah sumbu x = 73,9294 ton
 - Gaya *horizontal* searah sumbu y = - 73,9294 ton

- Kapasitas dukung tiang pancang
 Kapasitas dukung tiang pancang berdasarkan metode *Meyerhof* 1976 pada BH-03 pada kedalaman 40 m sebesar 711,772 kN. nilai kapasitas dukung ijin satu tiang dalam kelompok sebesar 303,226 kN > dari beban maksimum yang dipikul oleh 1 tiang sebesar 106,181 kN (AMAN).
- Beban yang dipikul masing-masing tiang pancang
 - Beban vertikal yang dipikul oleh tiang vertikal = 106,181 kN
 - Beban vertikal yang dipikul oleh tiang miring = 108.835 kN
 - Beban horisontal yang dipikul oleh tiang miring = 2,654 kN
- Beban lateral pada tiang pancang
 Berdasarkan hasil perhitungan SAP beban lateral yang terjadi pada tiang pancang sebesar 73,93 kN yang dibagi dengan banyaknya tiang miring yakni 4, maka beban lateral yang diterima oleh masing-masing tiang miring 18,48kN < dari nilai tahanan lateral tiang sebesar 44,43 kN sehingga stuktur tersebut aman.

Saran

- Sebaiknya menggunakan *fender* dibagian depan dermaga, karena bagian depan dermaga sangat besar menerima beban dari kapal yang sandar.
- Jarak antar tiang pancang harus mengikuti aturan yang berlaku, selain

untuk menambah kekuatan dari kapasitas dukung kelompok tiang juga memudahkan proses pekerjaan di lapangan.

3. Apabila nilai beban terlalu besar sehingga tidak akan mampu ditahan oleh tiang maka langkah yang diambil ialah ;
 - a. Memperbanyak jumlah tiang;
 - b. Untuk beban horizontal tiang dibuat miring;
 - c. Pembesaran dimensi pada struktur tiang
4. Sebaiknya pada saat hendak menghitung kemampuan tiang pancang dermaga, dimiliki data-data lengkap seperti data spesifikasi kapal yang berlabuh, data laboratorium hasil uji tanah, data pembebanan yang berada di dermaga dan gambar *master plan* dermaga.

Triatmodjo, B., 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2008. *Metode Konstruksi Bangunan Pelabuhan*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- ITS Press., 2009. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*. Surabaya.
- Kramadibrata, S., 2002. *Perencanaan Pelabuhan*, ITB, Bandung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pemukiman, 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*. Bandung.
- Sosrodarsono, dkk, 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramit. Jakarta.
- Sunggono, 2002. *Buku Teknik Sipil*. Penerbit Nova. Bandung.