

## DESAIN PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN STRUKTUR BAJA GUDANG PENYIMPANAN EMPTY METAL BOX

Adithira Bimasalaka<sup>1</sup>, Umami Chasanah<sup>3</sup>, Soehartono<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

<sup>2,3</sup> Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : chasanah.ummi01@yahoo.co.id, adithirabimasalaka@gmail.com, .

soehartono.sipilunpand@gmail.com

### Abstrak

Indonesia merupakan negara yang sedang gencar-gencarnya melakukan pembangunan nasional. Semakin hari pembangunan infrastruktur meningkat pesat. Kebutuhan manusia dalam menopang kegiatan sehari-hari bergantung pada infrastruktur yang memadai. Salah satunya kebutuhan akan bangunan dalam pengembangan pasar retail yang ada diberbagai kota. Gudang penyimpanan kusus dengan struktur material baja saat ini banyak diminati para pengembang infrastruktur bangunan. Sifat baja yang stabil, kuat, awet, pengerjaan mudah serta ringan memiliki kelebihan khusus dibandingkan material bangunan lainnya. Oleh karena itu, tugas akhir ini adalah melakukan perencanaan gudang dengan struktur baja yang disesuaikan pada SNI 1729:2020, SNI1727:2020, SNI 1726:2019, dan SNI 2847:2019 dengan berbasis software SAP2000v14 untuk analisis sturktur atas dan perhitungan manual untuk analisis daya dukung tanah. Perencanaan ini menggunakan desain struktur baja dengan sistem rangka baja pemikul momen biasa. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan SAP2000v14 mendapatkan hasil atap *flat* miring satu sisi dengan *rafter* IWF 150x75x7x5, kolom IWF 250x125x6x9, purlin CNP 125x50, balok IWF 150x75x7x5, serta menggunakan mutu baja ASTM A36/36M. Analisis pondasi menggunakan manual *excel*.

**Kata Kunci :** Struktur Baja, Pondasi Dangkal.

### Abstract

Indonesia is a country that is intensively carrying out national development. Increasingly, infrastructure development is increasing rapidly. Human needs to support daily activities depend on adequate infrastructure. One of them is the need for buildings in developing retail markets in various cities. Special storage warehouses with steel structures are currently in great demand among building infrastructure developers. The properties of steel which are stable, strong, durable, easy to work with and light in weight have special advantages compared to other building materials. Therefore, this final task is to carry out warehouse planning with steel structures adapted to SNI 1729:2020, SNI1727:2020, SNI 1726:2019, and SNI 2847:2019 using SAP2000v14 software for top structure analysis and manual calculations for power analysis. support the ground. This plan uses a steel structure design with a normal moment-resisting steel frame system. Based on the results of the analysis carried out using SAP2000v14, the results were a one-sided sloping flat roof with IWF rafters 150x75x7x5, IWF columns 250x125x6x9, CNP purlins 125x50, IWF beams 150x75x7x5, and using ASTM A36/36M steel quality. Foundation analysis using manual Excel.

**Keywords:** Steel Structure, Shallow Foundation.

## Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur bangunan di Indonesia semakin hari semakin meningkat. Pengaruh pentingnya suatu infrastruktur bangunan bagi umat manusia didasarkan pada kebutuhan berbagai macam kegiatan dalam menopang kehidupan sehari-hari. Langkah utama dalam perencanaan suatu struktur bangunan adalah penentuan jenis material yang akan digunakan. Jenis-jenis material dalam dunia konstruksi antara lain yaitu baja, beton bertulang serta kayu. Material baja sebagai bahan konstruksi telah lama digunakan serta memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan material konstruksi lainnya.

Setelah observasi penulis akan melakukan perhitungan analisa unit baru untuk struktur baja gudang penyimpanan *empty metal box*. Metode perhitungan menggunakan software SAP2000v14 untuk bagian struktur atas serta perhitungan manual menggunakan *microsoft excel* untuk bagian struktur bawah. Perencanaan gudang pada tanah keras ini disesuaikan dalam spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020), Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung (SNI 1726:2019), Penjelasan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya (SNI 2847:2019), dan Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020).

## Tinjauan Pustaka

### Material Baja

Material baja merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan dan terus berkembang setelah beton. Material baja sebagai elemen struktural yang dapat mempengaruhi sifat-sifat mekanis baja sebagai bahan konstruksi diklasifikasi berdasarkan komposisi kimianya, sifat tariknya, dan metode pembuatannya seperti baja karbon (*carbon steel*), baja kekuatan tinggi rendah aluminium (*high-strength low-alloy*) HSLA, baja karbon dengan perlakuan panas (*heat-treated carbon steel*), dan baja aluminium konstruksi perlakuan panas (*heat-treated constructional alloy steel*).

### Karakteristik Mekanisme Baja

Karakteristik mekanis baja sangat penting dalam penentuan kekuatan material baja dalam menerima beban. Karakteristik mekanis suatu bahan adalah kemampuan setiap bahan tersebut dalam memberikan perlawanan terhadap beban yang bekerja pada bahan tersebut. Karakteristik mekanis material baja struktural yang diperlukan dalam setiap perencanaan bangunan meliputi tegangan leleh, tegangan putus (tegangan *ultimit*), *modulus elastisitas*, modulus geser, nisbah poisson, serta koefisien pemuaian.

**Tabel 1 Karakteristik Mekanis Baja Berdasarkan Mutunya**

| Jenis Baja | Tegangan Putus Minimum, $F_u$ (Mpa) | Tegangan Leleh Minimum, $F_y$ (Mpa) | Peregangan Minimum (%) |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| BJ 34      | 340                                 | 210                                 | 22                     |
| BJ 37      | 370                                 | 240                                 | 20                     |
| BJ 41      | 410                                 | 250                                 | 18                     |
| BJ 50      | 500                                 | 290                                 | 16                     |
| BJ 55      | 550                                 | 410                                 | 13                     |

Pada SNI 03-1729-2002, karakteristik mekanis dari beberapa jenis mutu baja yang beredar di pasaran dijelaskan pada Tabel 1 dengan nilai tegangan leleh ( $f_y$ ) dan tegangan putus ( $f_u$ ) yang tidak boleh melebihi nilai yang telah ditetapkan pada Tabel 2.1. nilai mekanis yang secara umum akan dijelaskan dalam Tabel 2.

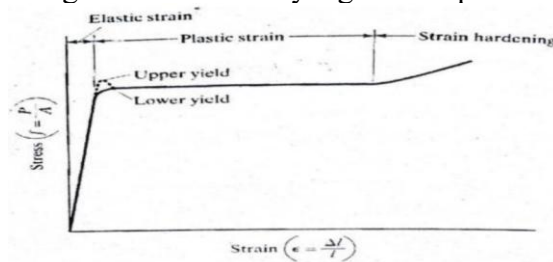
**Tabel 2. Karakteristik Mekanis Baja Structural Secara Umum.**

| Sifat Mekanis       | Simbol   | Nilai               | Satuan |
|---------------------|----------|---------------------|--------|
| Modulus Elastisitas | E        | 200.000             | MPa    |
| Modulus Geser       | G        | 80.000              | MPa    |
| Nisbah Poisson      | $\mu$    | 0,3                 | -      |
| Koefisien Pemuaian  | $\alpha$ | $12 \times 10^{-6}$ | /oC    |

### Karakteristik Tarik Baja

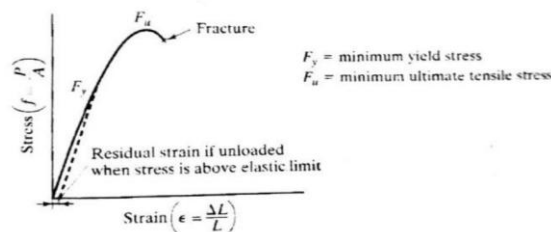
Sifat Tarik dari baja biasanya ditentukan benda uji kuat Tarik pada benda yang berukuran kecil atau *sample* benda uji yang sesuai dengan prosedur ASTM.

Diagram tersebut merupakan grafik hubungan antara tegangan-regangan baja tipikal untuk baja structural dengan kadar karbon yang rendah pada *temperature* ruang.



**Gambar 1. Grafik Tegangan-Regangan Baja Tipikal untuk Baja Struktural dengan Kadar Karbon Rendah pada Temperatur Ruang.**

Adapun tegangan leleh (*yield stress*) merupakan sifat baja yang sangat penting untuk diketahui karena digunakan sebagai dasar suatu perencanaan struktur baja, tegangan leleh terjadi ketika terjadinya perpanjangan (*elongation*) atau regangan yang besar tanpa adanya peningkatan tegangan. Untuk batas getas (*brittle steel*) diagram tegangan-regangannya.



**Gambar 2. Grafik Tegangan-Regangan Baja Getas (*Brittle Steel*) Tipikal.**

### Karakteristik Geser Baja

Berdasarkan teori elastis, nilai dari modulus berhubungan erat dengan *modulus elastis E* dan *Poisson's ratio v*, di mana:

$G = E / (2 (1 + \nu))$  (2.13), Dimana nilai minimum G adalah  $11 \times 10^3$  ksi.

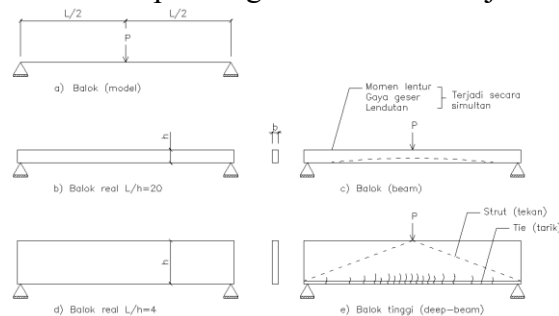
### Karakteristik Tekan Baja

Faktor utama yang menentukan keruntuhan batang tekan adalah adanya kemungkinan terjadinya tekuk (*buckling*) pada struktur komponen yang menerima gaya aksial tekan. Perencanaan batang tekan berdasarkan SNI 1729:2020.

### Perencanaan Struktur Atas

Perencanaan Elemen Lentur (Balok)

Berdasarkan SNI 1729:2015, desain komponen struktur untuk batang lentur diatur pada bab F, dengan sub bab F2 sampai dengan F12. Hal ini dijelaskan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Dimensi Balok dan Perilakunya.**

### Perencanaan Elemen Tekan

Berdasarkan SNI 1729:2020 mengenai desain komponen struktur pada elemen tekan (kolom), elemen tekan (kolom) merupakan elemen yang mampu dalam menerima gaya tekan aksial saja.

### Perencanaan Struktur Bawah

Perencanaan pada struktur bawah gudang merupakan seluruh bagian struktur gudang yang berada di bawah permukaan tanah. perencanaan struktur bawah meliputi pondasi dangkal.

### Pondasi Dangkal

Daya Dukung Pondasi Dangkal dari Uji Penetrasi Standard (SPT) menurut Terzaghi sebagai berikut:

$$q_{ult} = 1,3 cN_c + D_f \cdot \gamma_{soil} \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_{soil} \cdot N_{\gamma} \dots \dots \dots (2.108)$$

Di mana:

$q_{ult}$  = Kapasitas dukung ultimit neto (kN/m<sup>2</sup>)

$C$  = Kohesi Tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$D_f$  = Kedalaman Pondasi (m)

$B$  = Lebar Pondasi (m)

$\gamma_{soil}$  = Berat jenis tanah (kN/m<sup>3</sup>)

$\phi$  = Sudut Gesek

$N_c, N_q, N_{\gamma}$  = Faktor-faktor kapasitas daya .....dukung Terzaghi tergantung  $\phi$

**Tabel 3. Nilai Faktor Gaya Dukung Tanah Terzaghi**

| $\Phi$ | Keruntuhan Geser Umum |       |              |
|--------|-----------------------|-------|--------------|
|        | $N_c$                 | $N_q$ | $N_{\gamma}$ |
| 0      | 5,7                   | 1     | 0            |
| 5      | 7,3                   | 1,6   | 0,5          |
| 10     | 9,6                   | 2,7   | 1,2          |
| 15     | 12,9                  | 4,4   | 2,5          |
| 20     | 17,7                  | 7,4   | 5            |
| 25     | 25,1                  | 12,7  | 9,7          |
| 30     | 37,2                  | 22,5  | 19,7         |
| 34     | 52,6                  | 36,5  | 35           |
| 35     | 57,8                  | 41,4  | 42,4         |
| 40     | 95,7                  | 81,3  | 100,4        |
| 45     | 172,3                 | 173,3 | 297,5        |
| 48     | 258,3                 | 287,9 | 780,1        |
| 50     | 347,6                 | 415,1 | 1153,2       |

### Pondasi Telapak

Pondasi Teapak berguna sebagai struktur bawah yang bertujuan untuk memindahkan beban tiang yang diteruskan ke tanah yang sudah ditentukan.

Perhitungan pembebanan total pondasi berdasarkan Beban *Service*:

$$P_{total} = A \times (W_{fdn} + W_{soil}) + P. (2.111)$$

$$M_{xtotal} = A \times (W_{fdn} + W_{soil}) \times L_x/2 + (P \times K_x + M_x) \quad (2.112)$$

$$M_{ytotal} = A \times (W_{fdn} + W_{soil}) \times L_y/2 + (P \times K_y + M_y) \quad (2.113)$$

Perhitungan kontrol stabilitas guling yang diakibatkan oleh momen arah X berdasarkan beban *service*:

$$M_{xsg} = 1 \times (A \times (W_{fdn} + W_{soil}) \times L_x/2) + (P \times K_x - L_x) \quad (2.114)$$

Perhitungan kontrol stabilitas guling yang diakibatkan oleh momen arah X berdasarkan beban *service*:

$$M_{xsg} = 1 \times (A \times (W_{fdn} + W_{soil}) \times L_y/2) + (P \times K_y - L_y) \quad (2.115)$$

$$\text{Eksentrisitas reaksi dasar pondasi arah X: } e_x = \frac{M_{xtotal}}{P_{total}} - \frac{L_x}{2} \quad (2.116)$$

Eksentrisitas reaksi dasar pondasi arah Y:

$$e_y = \frac{M_{ytotal}}{P_{total}} - \frac{L_y}{2} \dots\dots\dots (2.117)$$

Tegangan tanah Pada Dasar Plat Pondasi Akibat Beban *Service*:

$$q_1 = \frac{P_{total} \times \left(1 - \frac{6 \times e_x}{L_x} - \frac{6 \times e_y}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \dots\dots\dots (2.118)$$

$$q_2 = \frac{P_{total} \times \left(1 - \frac{6 \times e_x}{L_x} + \frac{6 \times e_y}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \dots\dots\dots (2.119)$$

$$q_3 = \frac{P_{total} \times \left(1 + \frac{6 \times e_x}{L_x} - \frac{6 \times e_y}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \dots\dots\dots (2.120)$$

$$q_4 = \frac{P_{total} \times \left(1 + \frac{6 \times e_x}{L_x} + \frac{6 \times e_y}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \dots\dots\dots (2.121)$$

Desain Penulangan

Tegangan Tanah Pada Dasar Plat Pondasi Akibat Beban Ultimit:

$$q_1 = \frac{P_{u total} \times \left(1 - \frac{6 \times e_{ux}}{L_x} - \frac{6 \times e_{uy}}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \quad (2.127)$$

$$q_2 = \frac{P_{u total} \times \left(1 - \frac{6 \times e_{ux}}{L_x} + \frac{6 \times e_{uy}}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \quad (2.128)$$

$$q_3 = \frac{P_{u total} \times \left(1 + \frac{6 \times e_{ux}}{L_x} - \frac{6 \times e_{uy}}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \quad (2.129)$$

$$q_4 = \frac{P_{u total} \times \left(1 + \frac{6 \times e_{ux}}{L_x} + \frac{6 \times e_{uy}}{L_y}\right)}{L_x \times L_y} \quad (2.130) \text{ diambil nilai } q_{min} \text{ dan } q_{max}.$$

Analisa kontrol geser 1 arah, arah x dan arah y harus dilakukan pada saat melakukan analisa pondasi dangkal. Untuk control geser 2 arah, harus dianalisa agar mendapatkan hasil kestabilan dari kedua sisi pondasi dangkal.

Kontrol kuat geser 2 arah, Jika  $\phi_{vn} > F_{up}$  maka (OK)

Desain penulangan lentur arah X

Jarak tepi kolom terhadap sisi luar *foot plat*,

$$a_x = L_x - K_x - \left(\frac{L_{x1}}{2}\right) \dots\dots\dots (2.159)$$

Tegangan tanah pada tepi kolom,

$$q_x = q_{min} + \frac{L_x - a_x}{L_x} \times (q_{max} - q_{min}) \dots\dots\dots (2.160)$$

Momen yang terjadi pada plat pondasi akibat tegangan tanah,

$$M_{ux} = \frac{ax^2}{2} x \left[ qx + \frac{2}{3} x (q_{max} - q_{min}) - (W_{fdn} + W_{soil}) \right] x Ly \dots\dots\dots (2.161)$$

$$\text{Tinggi efektif plat, } d = hc - Cov - \phi y_{bot} - \frac{\phi x_{bot}}{2} \dots\dots\dots (2.162)$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 2$$

$$R_n = \frac{M_{ux}}{\phi x Ly x d^2} \dots\dots\dots (2.163)$$

Rasio tulangan perlu,

$$\rho = 0,85 x \frac{f_c}{f_y} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f_c}} \right) \dots\dots\dots (2.164)$$

$$\text{As perlu, } = \rho x Ly x d \dots\dots\dots (2.165)$$

$$\text{As min } = 0,0018 x Ly x hc \dots\dots\dots (2.166)$$

Luas tulangan yang dipakai adalah nilai maksimum antara As perlu dengan Asmin.

Kontrol luas tulangan, Jika  $As > As_{tul}$  , maka (OK)

Jarak tulangan maksimum,

$$s_{max} = \text{nilai minimum dari } (2 x h, 457) \dots\dots\dots (2.167)$$

Tinggi efektif blok kompresi,

$$a = \frac{As x x f_y}{0,84 x f_c' x Ly} \dots\dots\dots (2.168)$$

Kapasitas momen nominal,

$$M_n = As x x f_y x \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (2.169)$$

Desain kapasitas momen,

$$\phi M_n = \phi x M_n$$

Jika  $\phi M_n > M_{ux}$  maka, (OK)

Jika  $\phi M_n > M_{ux}$  maka, (NOT OK)

Desain penulangan lentur arah Y

Jarak tepi kolom terhadap sisi luar *foot plat*,

$$a_y = Ly - K_y - \left( \frac{Ly1}{2} \right) \dots\dots\dots (2.170)$$

Tegangan tanah pada tepi kolom,

$$q_y = q_{min} + \frac{Ly - a_y}{Ly} x (q_{max} - q_{min}) \dots\dots\dots (2.171)$$

Momen yang terjadi pada plat pondasi akibat tegangan tanah,

$$M_{uy} = \frac{ay^2}{2} x \left[ q_y + \frac{2}{3} x (q_{max} - q_{min}) - (W_{fdn} + W_{soil}) \right] x Lx \dots\dots\dots (2.172)$$

Tinggi efektif plat,

$$d = hc - Cov - \frac{\phi x_{bot}}{2} \dots\dots\dots (2.173)$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 2$$

$$R_n = \frac{M_{uy}}{\phi x Lx x d^2} \dots\dots\dots (2.174)$$

Rasio tulangan perlu,

$$\rho = 0,85 x \frac{f_c}{f_y} x \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 x R_n}{0,85 x f_c}} \right) \dots\dots\dots (2.175)$$

$$\text{As perlu, } = \rho x Lx x d \dots\dots\dots (2.176)$$

$$\text{As min } = 0,0018 x Lx x hc \dots\dots\dots (2.177)$$

Luas tulangan yang dipakai adalah nilai maksimum antara As perlu dengan Asmin.

Kontrol luas tulangan,

Jarak tulangan maksimum,

$s_{max} = \text{nilai minimum dari } (2 \times h, 457) \text{ (2.178)}$

Tinggi efektif blok kompresi,

$$a = \frac{A_{sy} \times f_y}{0,84 \times f_c' \times L_x} \dots\dots\dots (2.179)$$

Kapasitas momen nominal,

$$M_n = A_{sy} \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (2.180)$$

Desain kapasitas momen,

$$\phi M_n = \phi \times M_n$$

Jika  $\phi M_n > M_{ux}$  maka, (OK)

Jika  $\phi M_n < M_{ux}$  maka, (NOT OK)

Luas tulangan susut arah x,

$$A_{sx} = \rho_{smin} \times d \times L_x \dots\dots\dots (2.181)$$

Dimana  $\rho_{smin}$  adalah rasio tulangan susut minimum = 0,0014

Luas tulangan susut arah y,

$$A_{sy} = \rho_{smin} \times d \times L_y \dots\dots\dots (2.182)$$

Jarak tulangan susut arah x,

$$S_x = \frac{\pi}{4} \times \phi^2 \times \frac{L_y}{A_{sx}} \dots\dots\dots (2.183)$$

Jarak tulangan susut arah y,

$$S_y = \frac{\pi}{4} \times \phi^2 \times \frac{L_x}{A_{sy}} \dots\dots\dots (2.184)$$

## Metodologi Penelitian

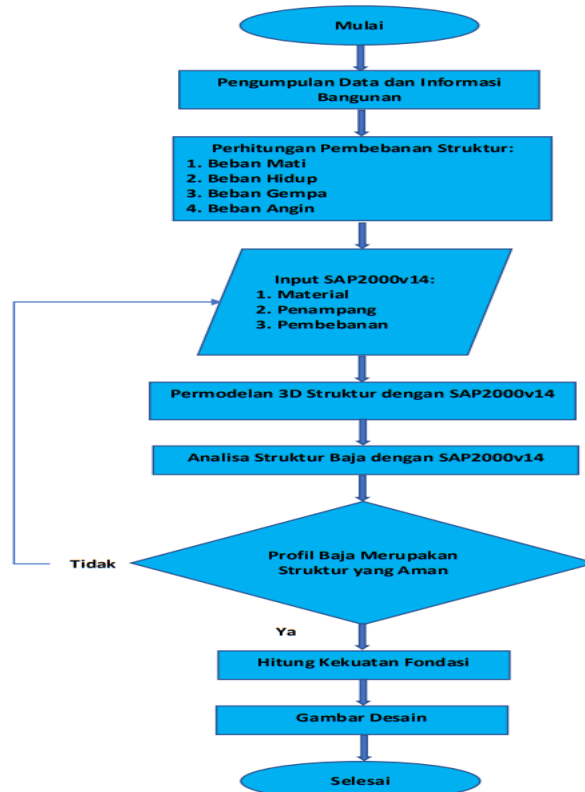
### Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pembebanan dilakukan dari bagian atap, kemudian plat, balok, kolom dan berikutnya ke pondasi yang akan menyalurkan seluruh beban ke tanah. Pembebanan yang akan diperhitungkan, meliputi: Beban Mati, Beban Hidup, Beban Gempa, Beban Angin.

### Permodelan Struktur

Permodelan struktur terdiri dari perencanaan permodelan struktur atap, struktur atas dan struktur bawah. Permodelan struktur atap dan struktur atas dirancang menggunakan struktur baja yang berada pada tanah lunak yang berlokasi di area Pelabuhan dengan menggunakan software SAP2000v14 dan struktur bawah dilakukan secara manual.

#### Diagram Alir Perencanaan



**Gambar 4. Flow Chart Perencanaan Desain**

#### Analisa Struktur

Analisa struktur dilakukan menggunakan software SAP2000v14 serta perhitungan secara manual. Analisa ini berfungsi untuk mendapatkan hasil gaya momen, gaya lintang (geser) dan gaya normal (*aksial*). Kemudian gaya tersebut berfungsi untuk mengontrol struktur dan desain pondasi pada bangunan gudang ini.

#### Perhitungan Dimensi

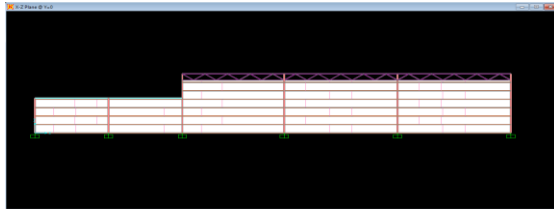
Perhitungan dimensi merupakan perhitungan dimensi kolom, balok, kuda-kuda, gording, plat, pondasi. Dimensi dicari yang paling ekonomis, agar tidak terjadi pemborosan biaya.

#### Hasil dan Pembahasan

##### Hasil Analisa Struktur Menggunakan SAP2000v14

Analisa struktur menggunakan SAP2000v14 adalah bertujuan untuk mencari gaya dalam dari sebuah struktur bangunan. Sebelum struktur dianalisa pada *software*, penentuan profil baja harus dilakukan terlebih dahulu dan setelah itu semua diinput kedalam *software* SAP2000v14.

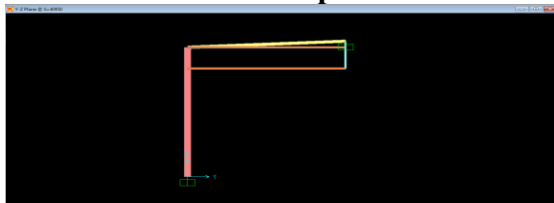
##### Gambar Tampak Gudang



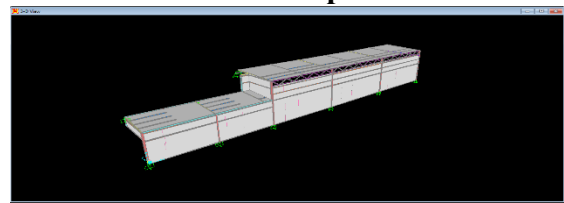
**Gambar 5. Tampak X-Z**



**Gambar 7. Tampak Y-Z2**

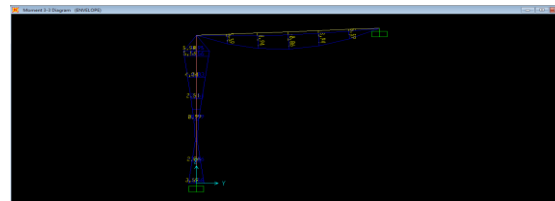


**Gambar 6. Tampak Y-Z1**



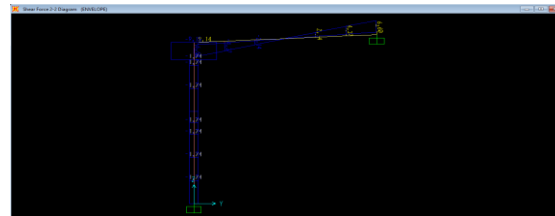
**Gambar 8. Tampak 3D**

Bidang Momen



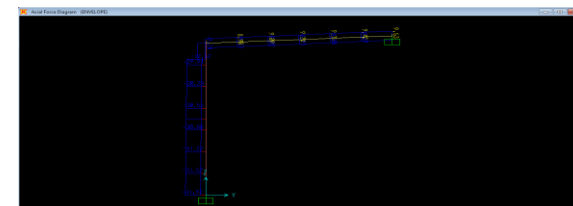
**Gambar 9. Moment-Envelope (Output SAP2000v14)**

Gaya Lintang



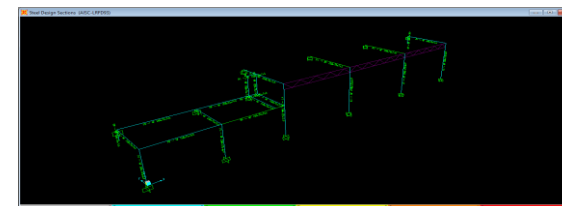
**Gambar 10. Lintang-Envelope (Output SAP2000v14)**

Gaya Normal



**Gambar 11. Normal-Envelope (Output SAP2000v14)**

Stress Ratio



**Gambar 12. Stress Ratio (Output SAP2000v14)**

Pada Gambar 8. menunjukkan bahwa hasil analisa SAP2000v14 menghasilkan stress ratio pada bangunan gedung struktur atas dengan nilai P-M Ratio  $< 1$  sehingga dinyatakan AMAN.

Keterangan:

Biru = 0,00 - 0,49

Hijau = 0,50 - 0,69

Kuning = 0,70 - 0,89

Orange = 0,90 - 0,99

Merah =  $\geq 1,00$

Perencanaan Struktur Bawah

Daya Dukung Tanah

**Tabel 4. Reaksi Beban Service berdasarkan Output SAP2000v14**

|     | Vux<br>KN | Vuy<br>KN | Pu<br>KN | Mx<br>KN-m | My<br>KN-m | Mz<br>KN-m |
|-----|-----------|-----------|----------|------------|------------|------------|
| Min | -3.785    | -0.997    | 0.012    | -7.1582    | -0.0839    | -0.0239    |
| Max | 5.437     | 0.678     | 23.713   | 0.6521     | 0.0487     | 0.0024     |

Pondasi akan dicoba dengan ukuran 1m x 1m

Data Tanah:

$$\gamma_{soil} = 17,65 \text{ kN/m}^3$$

$$C = 19,61 \text{ kN/m}^3$$

$$Df = 1000 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

$$B = 1000 \text{ mm} = 1 \text{ m}$$

$$\Phi = 11^\circ$$

$$N_c = 11,16$$

$$N_q = 2,98$$

$$N_y = 0,69$$

Kategori pondasi adalah pondasi persegi. Maka menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_{ult} &= 1,3 cN_c + Df \cdot \gamma_{soil} \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_{soil} \cdot N_y \\ &= 1,3 \cdot 19,61 \cdot 11,16 + 1 \cdot 17,65 \cdot 2,98 + 0,5 \cdot 1 \cdot 17,65 \cdot 0,69 \\ &= 284,5 + 52,6 + 6,09 \\ &= 343,19 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{all} &= \frac{q_{ult}}{3} \\ &= \frac{343,19}{3} \\ &= 114,39 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pondasi Telapak

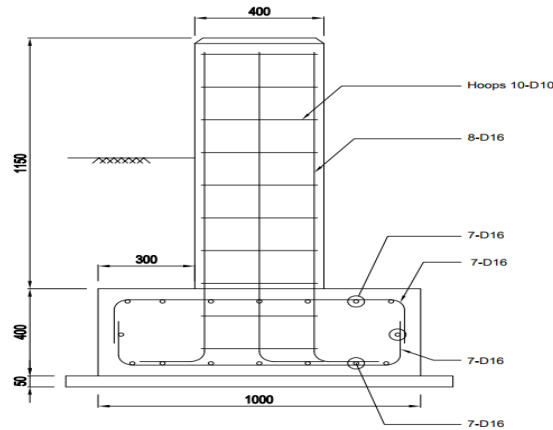
Beban total pada sumbu vertikal:

$$\begin{aligned} P_{total} &= A \times (W_{fdn} + W_{soil}) + Pu \\ &= 1 \times (12,24 + 8,47) + 23,71 \\ &= 44,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol penurunan pondasi telapak

$$\begin{aligned} P_{total} &< q_{all} \\ 44,42 \text{ kN/m}^2 &< 114,39 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

Desain Penulangan



Gambar 13 Rebar Arrangement Pondasi Telapak

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan dari analisa struktur gudang antara lain:

1. Perencanaan atap menggunakan profil baja tipe IWF 150x75x7x5, yang digunakan untuk kuda-kuda utama, CNP 100x50x20x2, yang digunakan sebagai kuda-kuda pembantu dan sebagai gording dapat diaplikasikan.
2. Desain balok yang menggunakan material baja SS400 ditinjau dengan dimensi 150x75x7x5 dapat diaplikasikan.
3. Desain kolom yang menggunakan material baja SS400 ditinjau dengan dimensi 250x125x6x9 dapat diaplikasikan.
4. Perencanaan pondasi dangkal yang memiliki beban sebesar 44,42 kN dengan nilai tahanan tanah mencapai  $Q_{ult} = 343,19 \text{ kn/m}^2$  dan daya dukung ijin pondasi,  $Q_{all} = 114,39 \text{ kn/m}^2$  yang mana kedalaman pondasi mencapai 1m serta digunakan 7-D16 pada wilayah tarik dan 7-D16 pada wilayah tekan.

### Daftar Pustaka

- AISC. 2023. *Specification for Structural Steel Buildings* (ANSI/AISC 360-10) – 2010
- Arifi, E. dan Setyowulan, D. 2021. *Perencanaan Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2020*. Malang: UB Press
- ASTM. 2023. *ASTM International*, 2016, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b, 2019c, 2020
- Badan Standarisasi Nasional. 2023. *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2023. *SNI 1727:2020 Peraturan Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2023. *SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2023. *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional. 2023. *SNI 8640:2020 Persyaratan Perencanaan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Putra, E.A. dan Hasan, B. D. K. 2012. *Perencanaan Ulang Struktur Gedung Laboratorium Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Struktur Baja Metode LRFD, Proyek Akhir*. Surabaya: Fakultas Teknik dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.