



## PERANCANGAN STRUKTUR BANGUNAN *FACTORY* PT. YAMAHA MUSICAL PRODUCTS ASIA

Rizky Tanyo<sup>1</sup>, Eri Setia Romadhon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa / Program Sarjana / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Jayabaya

<sup>2</sup>Dosen / Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Jayabaya

Jl. Raya Bogor KM 28, Jakarta Timur, 13710, DKI Jakarta

Korespondensi : [tanyorizky@gmail.com](mailto:tanyorizky@gmail.com)

### ABSTRAK

*Perluasan area factory menjadi cara untuk mengembangkan usaha, dalam hal ini PT Yamaha Musical Products Asia akan menambahkan 1 factory baru dengan luas 18000 m<sup>2</sup>. Menggunakan baja sebagai rangka atap dan beton bertulang sebagai kolom utamanya, struktur ini mempunyai jarak bentangan kolom terpanjang 20 meter. Dengan adanya perluasan tersebut penulis tertarik untuk merancang bangunan ini dari struktur atas hingga struktur bawah bangunan dengan menggunakan bantuan program Staad Pro. Langkah pertama dengan melakukan pemilihan dimensi dan profil yang akan digunakan. Kemudian menghitung pembebanan yang bekerja pada struktur. Lalu pembuat permodelan struktur dengan program Staad Pro dan memasukkan pembebanan yang telah dihitung untuk mendapatkan gaya dalam pada struktur. Setelah didapatkan gaya dalam, tahap selanjutnya yaitu dengan melakukan perhitungan struktur yang ditinjau rangka atap, balok, kolom serta pondasi. Hasil perancangan menunjukkan gaya dalam terbesar pada rangka atap terjadi pada struktur dengan tipe G2. Tulangan yang digunakan pada struktur kolom beton tipe K1 yaitu 12-D19 dan balok beton tipe TB1 yaitu 6-D25 daerah tumpuan, 3-D25 daerah lapangan. Pondasi yang digunakan untuk menahan reaksi tumpuan terbesar menggunakan tiang pancang tipe P4 dengan jumlah 4 pile, dimensi pile cap 2000x2000 mm menggunakan tulangan D22-200 pada daerah tekan dan D16-200 pada daerah tarik.*

**Kata Kunci:** *Perluasan factory, perancangan struktur bangunan*



## PENDAHULUAN

Perluasan area *factory* menjadi cara untuk mengembangkan usaha, dalam hal ini PT Yamaha Musical Products Asia akan menambahkan 1 *factory* baru dengan luas 18000 m<sup>2</sup>. Menggunakan baja sebagai rangka atap dan beton bertulang sebagai kolom utamanya, struktur ini mempunyai jarak bentangan kolom terpanjang 20 meter. Dengan adanya perluasan tersebut penulis tertarik untuk merancang bangunan ini dari struktur atas hingga struktur bawah bangunan dengan menggunakan bantuan program Staad Pro.

## LANDASAN TEORI

Perancangan struktur ini berpedoman pada SNI yang berlaku serta beberapa buku panduan struktur antara lain :

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03 2847-2002)
- b. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
- c. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung (SNI 1726-2012).
- d. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
- e. Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2015).

- f. Buku “Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD” (Agus Setiawan, 2008).
- g. Buku “Perancangan Struktur Beton Bertulang” (Agus Setiawan, 2016).
- h. Buku “Analisa dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729-2015” (Yudha Lesmana, 2019).

## METODOLOGI PERANCANGAN

Suatu perancangan harus dilakukan dengan sistematika yang jelas dan teruatur sehingga mendapatkan hasil yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu perlu dilakukan prosedur perancangan sesuai dengan urutan yang tepat dan jelas. Berikut adalah prosedur perancangan yang digunakan :

- a. Persiapan perancangan  
Pada tahap ini dilakukan untuk menyusun rencana yang akan dilakukan agar diperoleh efisiensi dan efektifitas waktu dan kegiatan.
- b. Pengumpulan data  
Proses pengumpulan data yang dilakukan untuk mendapatkan data – data serta informasi untuk mendukung perancangan struktur.
- c. *Preliminary* desain  
Perencanaan tahap awal dalam pemilihan dimensi beton bertulang dan profil baja yang digunakan.
- d. Analisa struktur

Pada tahap ini dilakukan pemodelan struktur dengan memasukkan semua data – data pembebanan yang bekerja pada struktur, sehingga pada hasilnya akan didapatkan besarnya gaya dalam yang bekerja pada struktur untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya. Tahap analisa struktur ini sendiri menggunakan bantuan program Staad Pro.

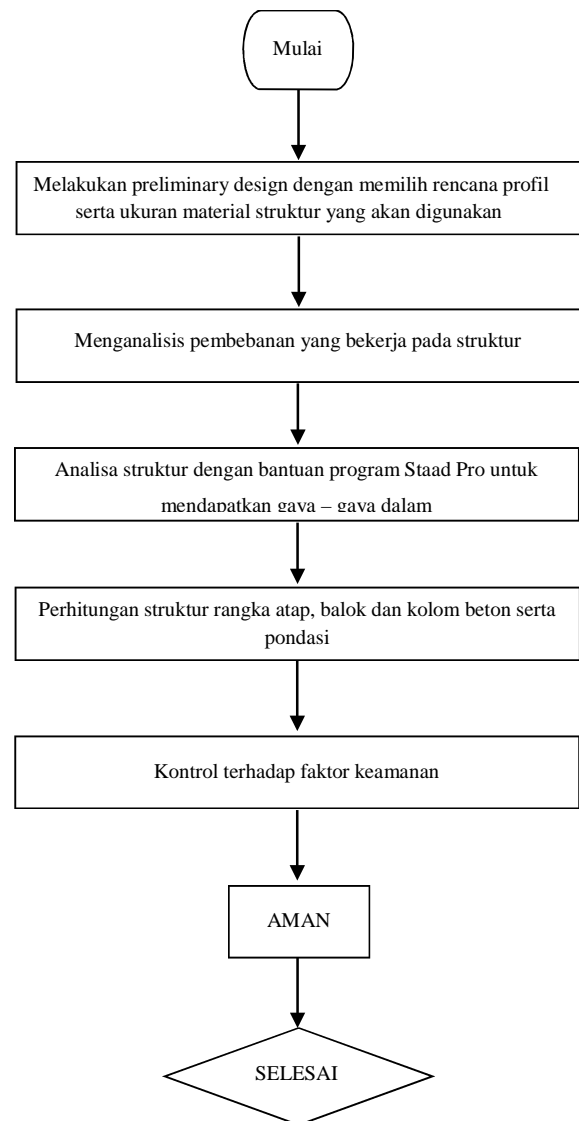
- e. Desain rangka atap dan komponen struktur beton bertulang.

Setelah didapatkan nilai – nilai gaya dalam, dilanjutkan dengan perhitungan dari pada profil baja dan struktur beton bertulang sesuai dengan SNI yang berlaku.

- f. Kontrol

Kontrol komponen struktur baik baja maupun beton bertulang terhadap momen, gaya geser maupun gaya tekan atau gaya tarik sehingga didapatkan hasil yang aman dan memenuhi persyaratan.

Berikut adalah prosedur perancangan struktur bangunan ini yang penulis sajikan dalam bentuk *flow chart* :



Gambar 1. Bagan alir / *flow chart* perancangan struktur

## PEMBAHASAN

### Pembebanan Pada Struktur

Beban – beban yang bekerja pada struktur bangunan ini meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa serta beban angin. Beban tersebut dihitung terlebih dahulu secara

manual sebelum nanti nya diinput pada program Staad Pro. Adapun perhitungan beban – beban yang bekerja pada bangunan sebagai berikut :

a. Beban mati / *dead load*

Beban atap dan gording =  $25 \text{ kg/m}^2$

Beban dinding bata ringan =  $170 \text{ kg/m}^2$

Beban dinding metal siding =  $28 \text{ kg/m}^2$

b. Beban hidup / *live load*

Berdasarkan SNI 1727 : 2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, beban hidup pada atap yang ditetapkan yaitu sebesar  $20 \text{ kg/m}^2$ .

c. Beban angin

Lokasi rencana proyek berada cukup jauh dari area pantai atau lebih dari 5 km, oleh karena itu beban angin yang di ambil sebesar  $25 \text{ kg/m}^2$ .

Jenis bangunan = gedung tertutup

Sudut kemiringan atap  $\alpha = 1,2^\circ$

Beban angin minimum =  $25 \text{ kg/m}^2$

d. Beban gempa

Kriteria beban gempa pada struktur bangunan :

Kategori resiko = II (bangunan pabrik)

Faktor keutamaan gempa = 1

Kelas situs = tanah sedang (D)

Koefisien modifikasi respons (R) = 8

### Pengolahan Data dan Analisa Struktur

Setelah didapatkan data - data pembebanan pada struktur secara manual,

selanjutnya dilakukan permodelan struktur dan memasukkan data pembebanan pada program Staad Pro. Berikut akan uraikan tentang tahapan – tahapan dalam menggunakan program Staad Pro dari proses awal hingga proses analisis dari struktur.

a. Buat *project* baru dengan memilih *space* atau *plane* sebagai tipe struktur yang akan direncanakan dan memilih satuan yang digunakan.

b. Isikan data – data jarak antara lebar frame, tinggi dan jarak antar portal yang akan direncanakan.

c. Mendefinisikan perletakan struktur rencana, untuk perletakan dengan tumpuan jepit pilih pada *create support > fixed*.

d. Mendefinisikan rencana awal *property* dari batang – batang struktur. Untuk yang berbentuk persegi pilih *rectangle*, untuk yang berbentuk lingkaran pilih *circle*. Lalu isikan data ukuran atau dimensi dari masing – masing dimensi yang direncanakan.

e. Mendefinisikan tipe material struktur yang digunakan. Untuk beton pilih *concrete*, untuk baja pilih *steel*.

f. Mengisi data pembebanan yang bekerja pada struktur. Pilih *load case >* beban mati dan pilih *add*, begitu pula dengan beban hidup, beban angina, beban gempa dan beban kombinasi. Lalu isikan data – data beban yang bekerja pada setiap jenis

beban yang sudah dipilih kemudian mendesinisikannya kepada batang – batang yang menerima beban tersebut.

- g. Setelah pembebanan dimasukkan dilanjutkan dengan menganalisis struktur tersebut dengan memilih *analyze > run analysis*

### Perhitungan Struktur Baja Rangka Atap Tipe G2

Profil = WF 350x175x7x11 (batang tekan)

Gaya dalam yang di peroleh dari program Staad Pro :

$$P_u = 20770 \text{ N}$$

$$M_{ux} = 19980000 \text{ N.mm}$$

$$M_{uy} = 36000 \text{ N.mm}$$

Properties penampang :

Cek penampang kompak :

$$\begin{aligned} B &= (B - t_w) / 2 \\ &= (175 - 7) / 2 \\ &= 84 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= (H - 2 \times t_f) \\ &= (350 - 2 \times 11) \\ &= 324 \text{ mm} \end{aligned}$$

Bagian sayap :

$$\begin{aligned} \lambda_p &= b / t_f < 0,38 \times \sqrt{E / F_y} \\ &= 7,64 < 10,97 \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Bagian badan :

$$\begin{aligned} \lambda_p &= h / t_w < 3,76 \times \sqrt{E / F_y} \\ &= 46,86 < 108,54 \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Momen kapasitas :

$$\begin{aligned} M_{nx} &= Z_{xp} \times F_y \\ &= 201840000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_{nx} &= 0,9 \times 201840000 \\ &= 181656000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$M_{ux} / \phi M_{nx} = 0,11$$

$$\begin{aligned} M_{ny} &= Z_{yp} \times F_y \\ &= 41280000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\phi M_{ny} = 0,9 \times 41280000$$

$$\begin{aligned} M_{uy} / \phi M_{ny} &= 36000 / 37152000 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

Faktor kelangsingan arah x (arah sumbu kuat)

$$KL / r_x < 4,71 \times \sqrt{E / F_y}$$

$$68,03 < 135,97 \text{ (ok)}$$

$$\begin{aligned} F_e &= \pi^2 \times E / (KL / r_x)^2 \\ &= 426,11 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$F_y / F_e < 2,25$$

$$0,56 < 2,25 \text{ (ok)}$$

$$\begin{aligned} F_{cr} &= 0,658^{(F_y/F_e)} \times F_y \\ &= 189,85 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Beban aksial kapasitas :

$$\begin{aligned} P_n &= A_g \times F_{cr} \\ &= 1200631 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u / \phi P_n &= 20770 / (0,9 \times 1200631) \\ &= 0,019 \end{aligned}$$

Faktor kelangsingan arah y (arah sumbu lemah)

$$KL / r_y > 4,71 \times \sqrt{E / F_y}$$

$$253,16 > 135,97 \text{ (ok)}$$

$$\begin{aligned} F_e &= \pi^2 \times E / (KL / r_y)^2 \\ &= 30,77 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$F_y / F_e > 2,25$$

$$7,8 > 2,25 \text{ (ok)}$$

$$F_{cr} = 0,877 \times F_e$$

$$= 26,98 \text{ N/mm}^2$$

Beban aksial kapasitas :

$$P_n = A_g \times F_{cr}$$

$$= 170638 \text{ N}$$

$$P_u / \phi P_n = 20770 / (0,9 \times 170638)$$

$$= 0,135$$

Kontrol rasio pada batang :

$$M_{ux}/\phi M_{nx} + M_{uy}/\phi M_{ny} + P_u / \phi P_n < 1,0$$

$$0,246 < 1,0 \quad (\text{aman})$$

### Perhitungan Struktur Balok Sloof tipe TB1

Gaya dalam yang di peroleh dari program  
Staad Pro :

$$M_u \text{ tumpuan} = 822,63 \text{ KN.m}$$

$$M_u \text{ lapangan} = 411,31 \text{ KN.m}$$

$$V_u \text{ tumpuan} = 246,788 \text{ KN}$$

$$V_u \text{ lapangan} = 0 \text{ KN}$$

Kriteria desain :

$$\text{Dimensi balok} = 500 \times 1250 \text{ mm}$$

Desain tulangan tumpuan :

$$M_u = 822630000 \text{ N.mm}$$

Digunakan tulangan tekan 6-D25 dan tulangan  
tarik 3-D25

$$A_s = 2944 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = 1472 \text{ mm}^2$$

Kontrol momen nominal aktual :

$$a = (A_s - A'_s) \times f_y / (0,85 \times f'_c \times b)$$

$$= 58 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1$$

$$= 68 \text{ mm}$$

$$c / d = 0,06 < 0,375 \text{ maka digunakan } \phi = 0,9$$

$$M_n = (A_s - A'_s) \times f_y \times (d - a / 2) + A'_s \times f_y \times (d - d')$$

$$= 1324044897 \text{ N.mm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 1324044897$$

$$= 1191640407 \text{ N.mm}$$

$$\text{Rasio} = M_u / \phi M_n < 1,0$$

$$= 0,69 < 1,0 \quad (\text{aman})$$

Desain tulangan geser tumpuan :

$$V_u = 246,788 \text{ N}$$

Digunakan tulangan  $\phi 10$ -150

$$A_{vmin} = 0,35 \times b \times S / f_{yt}$$

$$= 625 \text{ mm}^2$$

$$V_c = 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$= 488750 \text{ N}$$

Kontrol geser nominal aktual :

$$A_v = \phi 10\text{-}150$$

$$= 3,14 \times r^2 \times S / 150$$

$$= 523 \text{ mm}^2 \text{ (setiap 1000 mm)}$$

$$V_s = A_v \times f_{yt} \times d / S$$

$$= 168513 \text{ N}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 657263 \text{ N}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 657263$$

$$= 429947 \text{ N}$$

$$\text{Rasio} = V_u / \phi V_n < 1,0$$

$$= 0,50 < 1,0 \quad (\text{aman})$$

Desain tulangan lapangan :

$$M_u = 411310000 \text{ N.mm}$$

Digunakan tulangan tekan 3-D25 dan  
tulangan tarik 2-D25

$$A_s = 1472 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = 981 \text{ mm}^2$$

Kontrol momen nominal aktual :

$$a = (A_s - A'_s) \times f_y / (0,85 \times f'_c \times b) \\ = 19 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 \\ = 23 \text{ mm}$$

$$c / d = 0,02 < 0,375 \text{ maka digunakan } \phi = 0,9$$

$$M_n = (A_s - A'_s) \times f_y \times (d - a / 2) + A'_s \times f_y \times (d - d') \\ = 665706725 \text{ N.mm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 665706725$$

$$\text{Rasio} = M_u / \phi M_n < 1,0 \\ = 0,69 < 1,0 \text{ (aman)}$$

Desain tulangan geser tumpuan :

$$V_u = 0 \text{ N}$$

Digunakan tulangan  $\phi 10$ -200

$$A_{vmin} = 0,35 \times b \times S / f_y \\ = 625 \text{ mm}^2$$

$$V_c = 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b \times d \\ = 488750 \text{ N}$$

Kontrol geser nominal aktual :

$$A_v = \phi 10\text{-}200 \\ = 3,14 \times 5^2 \times 1000 / 200 \\ = 393 \text{ mm}^2 \text{ (setiap 1000 mm)}$$

$$V_s = A_v \times f_y \times d / S \\ = 126385 \text{ N}$$

$$V_n = V_c + V_s \\ = 615135 \text{ N}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 615135 \\ = 461351 \text{ N}$$

$$\text{Rasio} = V_u / \phi V_n < 1,0 \\ = 0,0 < 1,0 \text{ (aman)}$$

Desain tulangan samping :

Luas tulangan samping diambil minimal 10% dari luas tulangan tarik  $A'_s$

$A'_s$  diambil yang terbesar pada daerah tumpuan  $= 1472 \text{ mm}^2$

$A_{smin} \text{ samping} = 10\% \times 1472 = 147,2 \text{ mm}^2$ , digunakan tulangan 4-D10

$$A_s \text{ samping} = 1 / 4 \times 3,14 \times 10^2 \times 4 \\ = 314 \text{ mm}^2 > 147,2 \text{ mm}^2 \text{ (oke)}$$

### Perhitungan Struktur Kolom Beton Tipe K1

Gaya dalam yang di peroleh dari program Staad Pro :

$$P_u = 439630 \text{ N}$$

$$M_{ux} = 840000 \text{ N.mm}$$

$$M_{uy} = 340000 \text{ N.mm}$$

Kriteria desain :

Dimensi kolom = 600x600

$$e_{ux} = M_{uy} / P_u \\ = 0,77 \text{ mm}$$

$$e_{uy} = M_{ux} / P_u \\ = 1,91 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan 12-D22 :

$$A_{st} = 1,266\% \times c_1 \times c_2 \\ = 4559 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = A_s = 3,14 \times 22^2 / 4 \times 4 \\ = 1520 \text{ mm}^2$$

Digunakan persamaan *Bressler* :

$$1 / P_n = 1 / P_{nx} + 1 / P_{ny} - 1 / P_o$$

$$c_b = (600 / (600 + f_y)) \times d \\ = 315 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \times c_b \\ = 268 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
 f'_s &= 600 ((c_b - d') / c_b) \\
 &= 476 > 420 \text{ maka } f'_s = f_y = 420 \text{ N/mm}^2 \\
 \text{Kapasitas beban } P_{nx} \text{ terhadap sumbu x dengan} \\
 \text{eksentrisitas } e_y &= 1,91 \text{ mm} \\
 P_{nx} &= 1 / e_{y'} \times (C_c (d - a / 2) + C_2 (d - d')) \\
 e_{y'} &= e_{uy} + d'' \\
 &= 237 \text{ mm} \\
 C_c &= 0,85 \times f'_c \times a \times c_1 \\
 &= 12750a \\
 C_s &= A'_s \times (f'_s - 0,85 \times f'_c) \\
 &= 606004 \text{ N} \\
 P_{nx} &= 1 / 237 \times (12750a \times (535 - a / 2) + \\
 &606004 \times (535 - 65)) \\
 P_{nx} &= 28783a - 26,9a^2 + 1201780 \\
 \text{Asumsikan nilai } c &= > c_b ; c = 325 \text{ mm} \\
 a &= \beta_1 \times c \\
 &= 276 \text{ mm} \\
 P_{nx} &= 28783(276) - 26,9(276)^2 + 1201780 \\
 &= 7096754 \text{ N} \\
 \text{Kapasitas beban } P_{ny} \text{ terhadap sumbu y dengan} \\
 \text{eksentrisitas } e_x &= 0,77 \text{ mm} \quad P_{ny} = 1 / e_{x'} \times (C_c \\
 (d - a / 2) + C_2 (d - d')) \\
 e_{x'} &= e_{ux} + d'' \\
 &= 235,8 \text{ mm} \\
 C_c &= 0,85 \times f'_c \times a \times c_1 \\
 &= 12750a \\
 C_s &= A'_s \times (f'_s - 0,85 \times f'_c) \\
 &= 606004 \text{ N} \\
 P_{ny} &= 1 / 235,8 \times (12750a \times (535 - a / 2) + \\
 &606004 \times (535 - 65)) \\
 P_{ny} &= 28928a - 27a^2 + 1207896 \\
 \text{Asumsikan nilai } c &= > c_b ; c = 325 \text{ mm} \\
 a &= \beta_1 \times c
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 276 \text{ mm} \\
 P_{ny} &= 28928(276) - 27(276)^2 + 1207896 \\
 &= 7135272 \text{ N} \\
 \text{Kapasitas beban awal } P_o : \\
 P_o &= 0,85 \times f'_c \times A_g + A_{st} \times (f_y - 0,85 \times \\
 &f'_c) \\
 &= 9467901 \text{ N} \\
 1 / P_n &= 1 / P_{nx} + 1 / P_{ny} - 1 / P_o \\
 P_n &= 5700010 \text{ N} \\
 \text{Perhitungan nilai } f_s \text{ berdasarkan regangan :} \\
 f_s &= ((d \times c) / c) \times 600 \\
 &= 388 \text{ N/mm}^2 \\
 \epsilon_t &= f_s / E_s \\
 &= 0,0019 < 0,002 \\
 &\text{maka digunakan } \phi = 0,65 \\
 \text{Kontrol nominal tekan} \\
 \phi P_n &= 0,65 \times 5700010 \\
 &= 3705006 \text{ N} \\
 \text{Rasio } &= P_u / \phi P_n < 1,0 \\
 &= 0,12 < 1,0 \text{ (aman)}
 \end{aligned}$$

#### Perhitungan Pondasi Tiang Pancang Tipe P4

Gaya dalam yang di peroleh dari program Staad Pro :

Reaksi beban vertikal

$$R_{xv} = 46300 \text{ Kg} \quad R_{yv} = 687 \text{ Kg}$$

Momen arah sumbu x

$$M_z = 9280 \text{ Kg.m} \quad M_z = 3 \text{ Kg.m}$$

Momen arah sumbu z

$$M_x = 59238 \text{ Kg.m} \quad M_x = 250 \text{ Kg.m}$$

Berat sendiri pondasi :

$$W_t = (B \times L \times h + c_1 \times c_2 \times (d_p - h)) \times Y_c$$

$$= 6451 \text{ Kg}$$

Total beban vertical :

$$N_{\text{total}} = R_v + W_t$$

$$= 52751 \text{ Kg}$$

$$M_x = H_z \times d_p + M_x$$

$$= 59238 \text{ Kg.m}$$

$$M_z = H_x \times d_p + M_z$$

$$= 9280 \text{ Kg.m}$$

$$\Sigma_x^2 = 4 \times x_1^2$$

$$= 1,44 \text{ m}^2$$

$$\Sigma_z^2 = 4 \times z_1^2$$

$$= 1,44 \text{ m}^2$$

Beban maksimum yang bekerja pada *pile* akibat beban mati :

$$P_D = N_{\text{total}} / n_p + M_x \times z_1 / (n_x \times \Sigma_z^2) + M_z$$

$$\times x_1 / (n_z \times \Sigma_x^2)$$

$$= 27462 \text{ Kg}$$

Beban maksimum yang bekerja pada *pile* akibat beban hidup :

$$P_L = N_{\text{total}} / n_p + M_x \times z_1 / (n_x \times \Sigma_z^2) + M_z$$

$$\times x_1 / (n_z \times \Sigma_x^2)$$

$$= 224 \text{ Kg}$$

Total beban maksimum yang bekerja pada *pile* :

$$P_{\text{max}} = P_D + P_L$$

$$= 27686 \text{ Kg}$$

Kapasitas tiang pancang yang diijinkan  $Q_{\text{allow}}$

$$= 29000 \text{ kg}$$

Beban maksimum yang bekerja pada *pile*

$$= 27686 \text{ kg}$$

$$27686 < 29000 \quad (\text{aman})$$

Momen yang terjadi akibat beban mati pada *pile cap*

$$M_D = n_z \times P_D \times x_1$$

$$= 32955 \text{ Kg.m}$$

Momen yang terjadi akibat beban hidup pada *pile cap*

$$M_L = n_z \times P_L \times x_1$$

$$= 269 \text{ Kg.m}$$

$$M_u = 1,2 \times M_D + 1,6 \times M_L$$

$$= 39976 \text{ Kg.m}$$

$$= 399755920 \text{ N.mm}$$

Kontrol terhadap gaya geser

$$V_u = 1,2 \times R_D + 1,6 \times R_L$$

$$= 56659 \text{ Kg}$$

$$= 566592 \text{ N}$$

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d$$

$$= 3286800 \text{ N}$$

$$V_n = V_c$$

$$= 3286800 \text{ N}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 3286800$$

$$= 2465100 \text{ N}$$

Kontrol rasio :

$$V_u / \phi V_n < 1$$

$$0,23 < 1 \quad (\text{aman})$$

Perhitungan tulangan *pile cap* :

Kriteria desain :

$$M_u = 399755920 \text{ N.mm}$$

$$b = 2000 \text{ mm} \quad h = 600 \text{ mm}$$

$$d' = 85 \text{ mm} \quad d_1 = 185 \text{ mm}$$

$$d = 415 \text{ mm} \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$\epsilon_s = 0,004 \quad \beta_1 = 0,85$$

$$f'_c = 25 \text{ N/mm}^2 \quad f_y = 420 \text{ N/mm}^2$$

Digunakan tulangan tekan D22-200 dan tulangan tarik D16-200

$$A_s = 3799 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = 2010 \text{ mm}^2$$

$$A_{smin} = 1,4 \times b_w \times d / f_y$$

$$= 2767 \text{ mm}^2$$

$$A_s > A_{smin} \quad (\text{oke})$$

Kontrol momen nominal aktual :

$$a = (A_s - A'_s) \times f_y / (0,85 \times f'_c \times b)$$

$$= 18 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1$$

$$= 21 \text{ mm}$$

$$c / d = 0,05 < 0,375 \quad \text{maka}$$

digunakan  $\phi = 0,9$

$$M_n = (A_s - A'_s) \times f_y \times (d - a / 2) + A'_s \times f_y \times (d - d')$$

$$= 583844736 \text{ N.mm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 583844736$$

$$= 525460262 \text{ N.mm}$$

$$\text{Rasio} = M_u / \phi M_n < 1,0$$

$$= 0,76 < 1,0 \quad (\text{aman})$$

## Rekapitulasi Hasil Perhitungan

Struktur baja (dalam mm)

B1 digunakan = WF 300x150x6.5x9

G2 digunakan = WF 350x175x7x11

C digunakan = WF 200x200x8x12

T3a digunakan = WF 125x125x6,5x9

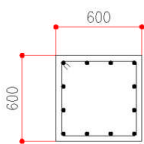
T3b digunakan = 2L 50x50x4

T4a digunakan = WF 150x150x7x10

T4b digunakan = 2L 65x65x6

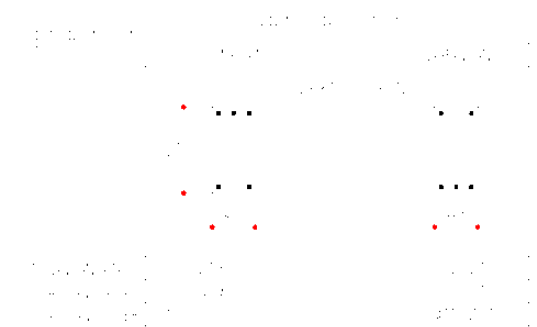
Struktur beton (dalam mm)

Kolom K1 digunakan = 600x600

KETERANGAN	K1 (600x600)
	
JUMLAH TITILANGAN	12-D19

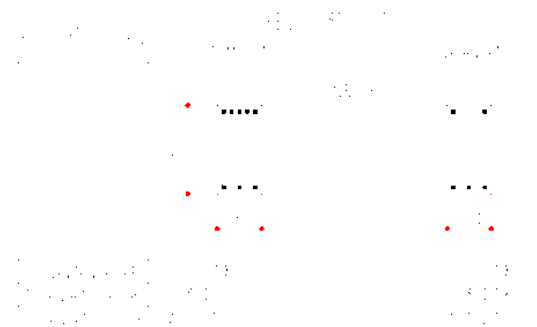
Gambar 2. Penulangan kolom K1

Balok RB1 digunakan = 350x700



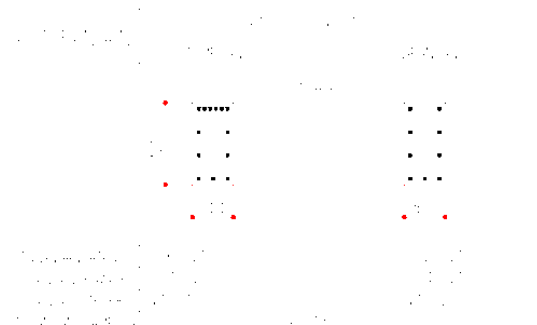
Gambar 3. Penulangan balok RB1

Balok RB2 digunakan = 350x700



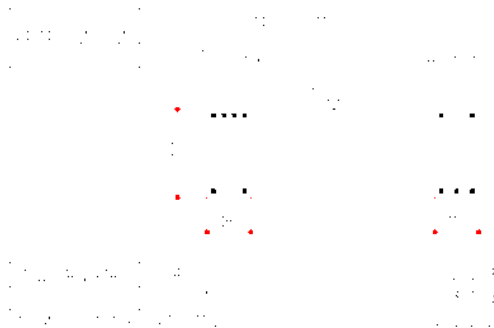
Gambar 4. Penulangan balok RB2

Balok TB1 digunakan = 500x1250



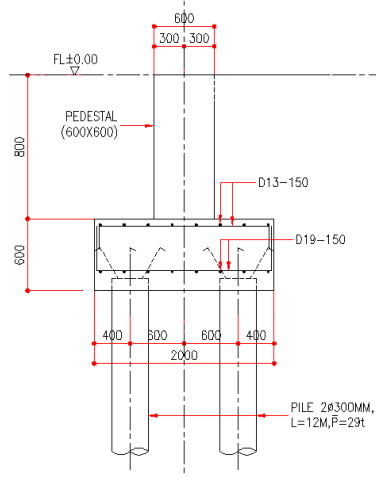
Gambar 5. Penulangan balok TB1

Balok TB2 digunakan = 350x700



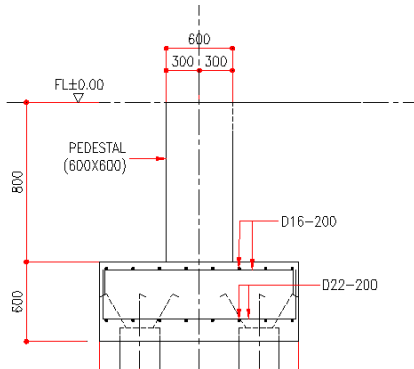
Gambar 6. Penulangan balok TB2

Pondasi P2 digunakan = 2000x1000



Gambar 7. Penulangan pondasi P2 dan tampak atas

Pondasi tipe P4 digunakan = 2000x2000



Gambar 8. Penulangan pondasi P2 dan tampak atas

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Gaya dalam terbesar (maksimum) pada batang tekan struktur baja rangka atap terdapat pada tipe G2 yaitu gaya aksial sebesar 20,77 Kn, momen arah x sebesar 19,98 Kn.m dan momen arah y sebesar 0,0036 Kn.m.
- Tulangan yang digunakan pada struktur beton bertulang yang mengalami reaksi gaya dalam terbesar yaitu untuk kolom tipe K1 dimensi 600x600 mm digunakan tulangan 12-D19, untuk balok tipe TB1 dimensi 500x1250 mm pada daerah tumpuan digunakan tulangan atas 6-D25 tulangan bawah 3-D25 dan tulangan sengkang Ø10-150, pada daerah lapangan digunakan tulangan atas 2-D25 tulangan bawah 3-D25 dan tulangan sengkang Ø10-200 karena tinggi balok melebihi 90

cm maka dipasang tulangan samping menggunakan 4-D13.

- c. Pondasi yang digunakan untuk menahan reaksi terbesar pada tumpuan dengan tipe P4 adalah pondasi tiang pancang 4 *pile* dengan dimensi *pile cap* 2000x2000 mm, tulangan yang digunakan pada *pile cap* yaitu untuk daerah tekan menggunakan tulangan D22-200 dan pada daerah tarik menggunakan tulangan D16-200.

### **Saran**

Dalam pemilihan dimensi struktur tidak harus berpedoman pada angka rasio yang mendekati 1 (dari faktor keamanan) guna mendapatkan profil yang kecil serta hemat, tetapi perlu diperhatikan juga kegunaan, luas serta waktu ketahanan dari struktur bangunan tersebut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Setiawan, Agus, (2008), *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, Erlangga, Jakarta.
- Setiawan, Agus, (2016), *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013*, Erlangga, Jakarta.
- Lesmana, Yudha, (2019), *Analisa Dan Desain Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729-2015*, Deepublish, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, (2013), *Persyaratan Beton Struktural untuk*

*Bangunan Gedung SNI 2847-2013*, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, (2012), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung SNI 1726-2012*, Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional, (2015), *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729-2015*, Jakarta.

.