

Analisis Struktur Pembangunan Pasar Ampera Menggunakan Metode LRFD

¹Dede Mohamad Karim, ²Endang Setiadi, ³Yusup Yulianto

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Subang

e-mail: dedekarim09@gmail.com, endangsetiadipermana@unsub.ac.id, yusupyulianto@unsub.ac.id

Abstract

The method of ASD (Allowable Stress Design) in steel structures has been used for quite a long time, but in recent years the design method in steel structures has begun to shift to other, more rational methods, namely the method of LRFD (Load Resistance and Factor Design). This method is based on the science of probability, so it can anticipate any uncertainties from materials or loads. Therefore, this LRFD method is considered quite reliable. The regulation on steel structure SNI 03-1729-2002 has also been replaced with a new regulation, namely SNI 03-1729-2015. All of these LRFD methods are guided by the regulations of SNI 03-1729-2015. The use of Microsoft Excel and SAP 2000 programs also makes it easier to perform calculation analysis. The results that come out are columns using WF profile 300.300.10.15 and beams using WF 200.200.8.12 while Beams-Columns use WF 300.300.10.15.

Keywords: Structure, LRFD (Load Resistance and Design Factors), Ampera Market

Abstrak

Metode ASD (*Allowable Stress Design*) dalam struktur baja telah cukup lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir metode desain dalam struktur baja mulai beralih ke metode lain yang lebih rasional, yakni metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*). Metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Oleh karena itu, metode LRFD ini dianggap cukup andal. Peraturan tentang struktur baja SNI 03-1729-2002 juga telah diganti dengan peraturan yang baru yaitu SNI 03-1729-2015. Metode LRFD ini semua berpedoman pada peraturan SNI 03-1729-2015. Penggunaan program Microsoft Excel dan SAP 2000 juga mempermudah dalam melakukan analisis perhitungan. Hasil yang keluar yaitu kolom menggunakan Profil WF 300.300.10.15 dan Balok menggunakan WF 200.200.8.12 sedangkan Balok-Kolom menggunakan WF 300.300.10.15.

Kata Kunci: Struktur, LRFD (Load Resistance and Factor Desain), Pasar Ampera

PENDAHULUAN

Perkembangan globalisasi, laju kondisi sosial ekonomi masyarakat, dan perubahan sistem nilai telah membawa perubahan terhadap pola kehidupan dan kebutuhan masyarakat (Yuniarto, 2020). Dalam memenuhi terhadap keinginan dan kebutuhan masyarakat tersebut, maka muncul berbagai fasilitas perbelanjaan. Pasar

sebagai salah satu fasilitas perbelanjaan yang selama ini telah menyatu dan memiliki tempat penting dalam kehidupan masyarakat (Belun *et al.*, 2022). Bagi sebagian masyarakat pasar bukan hanya sebagai tempat bertemunya penjual dan pembeli, namun pasar juga wadah interaksi sosial dan representasi nilai-nilai tradisional (Yuniarto, 2020; Belun *et al.*, 2022).

Pasar tradisional salah ciri pada suatu negara berkembang untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat yang selalu diabaikan (Belun *et al.*, 2022). Hal ini menyebabkan masyarakat lebih suka berbelanja ke pasar tradisional. Keberadaan dan peran pasar tradisional hingga saat ini tidak bisa diabaikan begitu saja karena banyak berperan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat baik papan maupun sandang, menjaga perekonomian masyarakat, dan sebagai sumber pendapatan pemerintah daerah setempat dari penarikan retribusi atau pajak terhadap pedagang dimana pasar tradisional itu berada.

Kecamatan Cikaum adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat, yang jika dilihat dari zona Topografinya adalah pedataran dengan ketinggian 2-25 m diatas permukaan laut. Dengan luas wilayah 92,80 km² dengan kepadatan penduduk rata-rata 2.010 jiwa/km² (tahun 2015) yang sebagian besar masyarakatnya berkerja sebagai petani karena sebagian wilayahnya masih berupa lahan pertanian. Dengan tingginya jumlah pertumbuhan penduduk di Kecamatan Cikaum dan juga rencana tata letak daerah yang dilakukan oleh pemerintah Kabupaten Subang dengan menjadikan 4 kecamatan (Kalijati, Cipeundey, Purwadadi, dan Pabuaran) sebagai wilayah industri, sehingga kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan oleh masyarakat semakin tinggi, maka pasar merupakan tempat yang sangat penting untuk masyarakat melakukan transaksi jual-beli demi memenuhi kebutuhan hidup.

Dengan adanya revitalisasi pasar ampere oleh pemerintah Kabupaten Subang,

maka berupaya untuk merencanakan struktur bangunan pasar ampere, karena bangunan pasar sendiri perlu memperhatikan beberapa kriteria, antara lain: kuat, aman, nyaman, dan ekonomis.

Permasalahan diatas, maka diperlukan agar penelitian mempunyai arah dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat ditarik dari latar belakang tersebut bahwa: bagaimana menganalisis struktur gedung dengan material baja berdasarkan metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) dan bagaimana merancang struktur pondasi pasar agar dapat bertahan pada saat terjadinya gempa. Perancangan struktur tersebut merupakan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan, dan analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layanannya (Rizki & Rohman, 2018; Mawu, 2018).

Adapun tujuan dan manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah untuk mendesain struktur bangunan pasar ampere dan memperoleh hasil Perencanaan re-desain struktur berupa perhitungan dan gambar kerja. Sehingga manfaat yang diperoleh adalah mendapatkan re-desain untuk struktur bangunan Gedung pasar ampere dan memperoleh hasil re-desain struktur dari review gambar denah, tampak, dan potongan.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini adalah metode LRFD (*Load Resistance and Factor*)

Design) ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga akan dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Namun dalam penelitian ini hanya akan membahas variasi kombinasi pembebanan saja.

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah proyek Revitalisasi Pasar Ampera Cikaum di Desa Tanjungsari Barat Kecamatan Cikaum Kabupaten Subang, dengan data proyek sebagai berikut:

Nama proyek	: Revitalisasi Pasar Ampera Cikaum
Nilai pekerjaan	: Rp. 2.095.903.182,52
Alamat	: Desa Tanjungsari Barat Kecamatan Cikaum Kabupaten Subang
Waktu pelaksanaan	: 75 hari

Subjek dalam penelitian ini yang dijadikan sumber informasi untuk penelitian adalah struktur bangunan pada proyek Revitalisasi Pasar Ampera Cikaum Kabupaten Subang. Dengan menggunakan metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*), yang mana penelitian ini menitik beratkan kepada variasi kombinasi pembebanan.

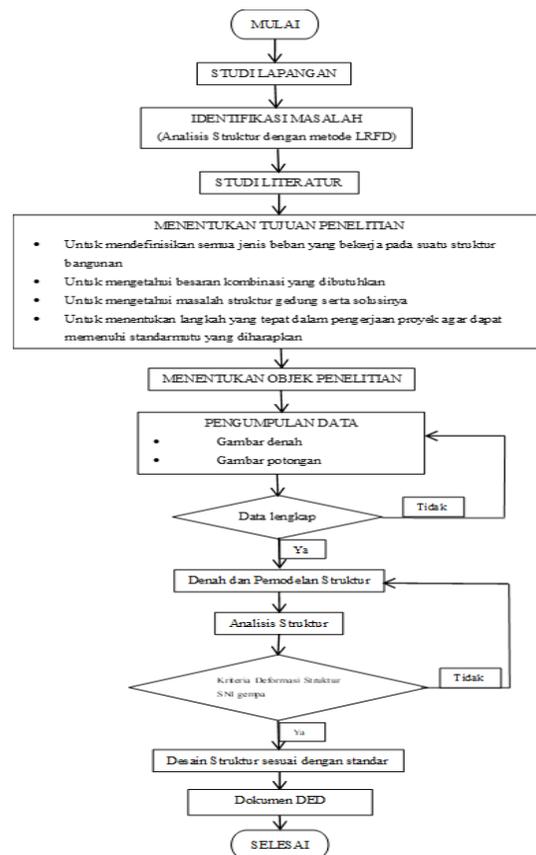
Adapun data yang dibutuhkan pada penelitian ini, yaitu: gambar denah dan gambar potongan. Secara umum teknik untuk pengumpulan data tersebut yang dibutuhkan diantaranya yaitu data RAB, gambar denah, dan data potongan yang diperoleh dari kontraktor pelaksana yang melakukan pelaksanaan pembangunan proyek tersebut.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan bangunan dan perencanaan struktur diantaranya:

1. Perencanaan dan perancangan komponen nonstruktur (atap), berupa: denah dan konfigurasi atap beserta sistem struktur,

estimasi dimensi elemen struktur, beban yang bekerja pada struktur, analisis struktur bangunan atap, serta desain elemen struktur termasuk detail joint dan peletakan alat.

2. Perencanaan dan perancangan komponen struktur (berupa balok dan kolom), berupa: kumpulan data perencanaan, kumpulan data beban, dan hasil perhitungan struktur.
3. Perencanaan dan perancangan pondasi struktur bawah, berupa: analisis dan penentuan parameter tanah, pemilihan jenis pondasi, analisis jenis pondasi, analisis beban yang bekerja pada pondasi, estimasi dimensi pondasi, perhitungan daya dukung pondasi, dan desain pondasi.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Perencanaan suatu struktur bangunan adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan. Jenis-jenis material yang selama ini dikenal dalam dunia konstruksi antara lain adalah baja, beton bertulang, serta kayu. Pada perhitungan perencanaan struktur bangunan dengan metode LRFD (*Limit States Design (Load And Resistance Factor Design)*) tidak diperlukan analisa probabilitas secara penuh, terkecuali untuk situasi-situasi tidak umum yang diatur dalam peraturan. Metode LRFD untuk perencanaan struktur yang diatur dalam SNI 03-1729-2002, berdasarkan pada metode FOSM ini. Adapun bentuk persamaan pada desain LRFD struktur baja (SNI, 2005; BSN, 2015; Darmiyanti *et al.*, 2022), sebagai berikut:

a. Persyaratan struktur

$$\phi R_n \geq \sum y_i Q_i \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Φ = Tahanan rencana

R_n = Tahanan nominal

Y_i = Faktor beban

Q_i = Jumlah hasil kali pengaruh beban

b. Faktor beban dan kombinasi beban struktur baja

- 1,4D
- 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_a atau H)
- 1,2 D + 1,6 (L_a atau H) + ($\gamma_L \cdot L$ atau 0,8W)
- 1,2 D + 1,3 W + $\gamma_L \cdot L$ + 0,5 (L_a atau H)
- 1,2 D ± 1,0 E + $\gamma_i \cdot L$
- 0,9 D ± (1,3 W atau 1,0E)

Dimana:

D = Beban mati

L = Beban hidup yang ditimbulkan

L_a = Beban hidup di atap

H = Beban hujan

W = Beban angin

E = Beban gempa, $\gamma_L = 0,5$ bila $L < 5$ kPa dan $\gamma_L = 1$ bila $L \geq 5$ kPa

b. Batang Tarik Baja Profil

Dinyatakan bahwa semua komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor sebesar P_u harus memenuhi (BSN, 2015), sebagai berikut:

$$P_u \leq \phi P_n \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

P_u = Gaya aksial terfaktor

P_n = Kuat tarik nominal

ϕ = Faktor tahanan (0,9)

- Kondisi leleh Tarik pada penampang bruto

$$P_n = A_g \cdot f_y \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

P_n = Kuat tarik normal

A_g = Luas penampang bruto (mm²)

f_y = Tegangan leleh (MPa)

- Kondisi keruntuhan tarik pada penampang netto

$$P_n = A_e \cdot f_u \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

P_n = Kuat tarik normal

f_u = Tegangan tarik putus (MPa)

- Luas Netto Efektif

$$A_e = A_n U \dots\dots\dots (5)$$

Dimana:

A = Luas penampang (mm²)

U = Faktor reduksi ($1 - (x/L)$) ≤ 0,90

x = Eksentrisitas sambungan,

L = Panjang sambungan dalam arah gaya Tarik

c. Batang Tekan Baja

Kekuatan tekan desain, $\phi_c P_n$, dan kekuatan tekan tersedia, P_n/Ω_c , ditentukan oleh kekuatan tekan nominal, P_n , harus nilai terendah yang diperoleh berdasarkan pada

keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi, dan tekuk torsi-lentur, yaitu: $\phi_c = 0,90$.

1. Panjang Efektif

Faktor panjang efektif, K , untuk perhitungan kelangsingan komponen struktur, KL/r (BSN, 2015).

Keterangan:

L : Panjang tanpa dibreising lateral dari komponen struktur, in. (mm)

r : Radius girasi, in. (mm)

Untuk komponen struktur yang dirancang berdasarkan tekan, rasio kelangsingan efektif KL/r , sebaiknya tidak melebihi 200.

2. Tahan Tekan Nominal

Komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor P_u , menurut SNI 1729:2015, Pasal E1 harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$P_u \leq \phi_c \cdot P_n \dots\dots\dots (6)$$

Dimana:

ϕ = Faktor reduksi kekuatan ($\phi = 0,85$)

P_u = Beban terfaktor

P_n = Kuat tekan nominal komponen struktur

Daya dukung nominal P_n struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$P_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan besarnya ω ditentukan oleh τ_c , yaitu :

- a. Untuk $\tau_c < 0,25$ maka $\omega = 1$
- b. Untuk $0,25 < \tau_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \tau_c}$
- c. Untuk $\tau_c > 1,2$ maka $\omega = 1,25 \tau_c^2$

$$f_{cr} = \left(\frac{f_{cry} + f_{crz}}{2H} \right) \times l \sqrt{1 - \frac{4 \cdot f_{cry} \cdot f_{crz} \cdot H}{(f_{cry} + f_{crz})^2}}$$

$$f_{crz} = \left(\frac{G \cdot J}{A \cdot r_0^2} \right)$$

$$r_0^2 = \frac{I_x + I_y}{A} + x_0^2 + y_0^2$$

$$H = I - \frac{t_1^2 + t_2^2}{r_0^2}$$

Dimana:

a. x_0, y_0 merupakan koordinat pusat geser terhadap titik berat, $x_0 = 0$ untuk siku ganda dan profil T.

$$b. f_{crz} = \frac{f_y}{w_{iy}}$$

c. G adalah modulus geser, $G = \left(\frac{E}{2(1+\nu)} \right)$

d. J adalah konstanta puntir, $J = \sum \frac{1}{3} b \cdot t^2$

A. Baja Profil WF (Wide Flange)

1. Kontrol Tekuk Torsi – Lateral

Pembatasan pada panjang L_p dan L_r ditentukan sebagai berikut :

$$L_p = 1,76r \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$L_r = 1,95r t_s \frac{E}{0,7F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h o} + \sqrt{\left(\frac{Jc}{S_x h o} \right)^2} + 6,76 \left(\frac{0,7F_y}{E} \right)^2}$$

2. Komponen Struktur Menahan Tekanan Aksial

$$\text{Sayap } \lambda = b/t \leq 0,64 \sqrt{\frac{K_c E}{F_y}}$$

$$\text{Badan } \lambda = b/tw \leq 1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

Kekuatan tekan desain (BSN, 2015), sebagai berikut:

$$P_c = \phi_c \cdot P_n \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

P_c = Kekuatan tekan desain

ϕ_c = Koefisien tekan = 0,90

P_n = Kekuatan tekan nominal ($F_{cr} \cdot A_g$)

F_{cr} = Tegangan kritis

A_g = Luas penampang

3. Komponen Struktur Menahan Tekanan Lentur

Kompak ($\lambda < \lambda_p$)

Sayap $\lambda = b/t \leq \lambda p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$

Badan $\lambda = \frac{b}{tw} \leq \lambda p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$

Kekuatan tekan desain (BSN, 2015), sebagai berikut:

$Mb = \phi b \cdot Mn$ (9)

Dimana:

M_c = Kekuatan tekan desain

ϕb = Koefisien tekan = 0,90

M_n = Kekuatan tekan nominal ($M_n = M_p = F_y \cdot Z_x$)

Kontrol desain komponen struktur untuk kombinasi lentur dan tekan (BSN, 2015), sebagai berikut:

Bila $\frac{Pr}{P_c} \leq 0,2$ menggunakan persamaan

$\frac{Pr}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mr_x}{M_{c_x}} + \frac{Mr_y}{M_{c_y}} \right) \leq 1,0$

Bila $\frac{Pr}{P_c} > 0,2$ menggunakan persamaan

$\frac{Pr}{2P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{Mr_x}{M_{c_x}} + \frac{Mr_y}{M_{c_y}} \right) \leq 1,0$

Keterangan :

P_r = Kekuatan aksial perlu, N

M_r = kekuatan lentur perlu, Nmm

X = Sumbu kuat lentur

Y = Sumbu lemah lentur

4. Faktor Panjang Tekuk (Kc)

Faktor panjang tekuk kolom ujung-ujung ideal disajikan dalam gambar dibawah ini :

<p>Diagram berikut menunjukkan kondisi-kondisi sambungan kolom yang berbeda-beda.</p>						
K teoretis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
K desain	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Keterangan:						
	<p>↑ jepit ○ sendi □ kolom rotasi + ujung bebas</p>					

Gambar 1. Nilai Kc untuk kolom dengan ujung-ujung yang ideal

Sistem rangka batang (truss) adalah struktur yang terbentuk dari elemen-elemen batang lurus, dimana sambungan antar ujung-ujung batang diasumsikan sendi sempurna. Struktur seperti ini dapat dipandang sebagai struktur pada gambar, dimana nilai Kc adalah 1.

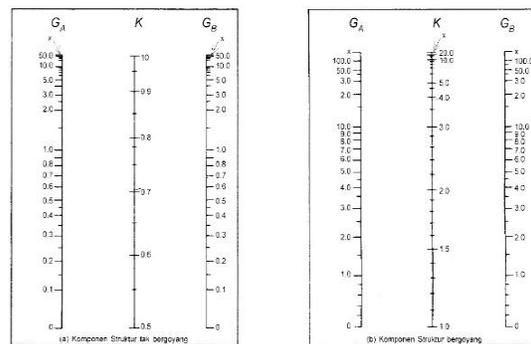
Untuk kolom berujung sendi, panjang ekuivalen ujung sendi KL merupakan panjang L sebenarnya; dengan demikian $K = L$. Panjang efektif kolom (L_k) didapat dengan mengalihkan suatu faktor panjang efektif (k) dengan panjang kolom (L), nilai "k" didapat dari nomograf (AISC, LRFD; Manual Of Steel Counstraction, Column Design 3-6), dengan menghitung nilai G, yaitu:

$G = \frac{\sum (\frac{I}{L})_{kolom}}{\sum (\frac{I}{L})_{balok}}$ (10)

Keterangan :

I = Momen kelembaman kolom/balok (cm^4)

L = Panjang kolom/balok (cm)



Gambar 2. Nomograf panjang tekuk kolom

B. Perencanaan Sambungan

1. Perencanaan Sambungan Baut

a. Kontrol jarak antar baut

- Jarak baut ke tepi (S1)

Jarak tepi minimum SNI 1729:2015, Tabel J3.4, Hal. 127

- Jarak antar baut (S2)
Jarak antara pusat-pusat standar, ukuran berlebih, atau lubang-lubang slot tidak boleh kurang dari 2 2/3 kali diameter nominal, d, dari pengencang, jarak 3d yang lebih umum. (Sumber: SNI 1729:2015, Pasal J3 p129)

b. Kuat nominal terhadap kuat tarik dan geser

$$Rn = fn \cdot Ab$$

Dimana:

- Rn = Kuat tarik nominal
- ϕ = Faktor reduksi tarik (0,75)
- Fn = Tegangan tarik nominal, *fnt*, atau tegangan geser, *fnv* (MPa)
- Ab = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir (mm²)

c. Kuat nominal tumpu pada lubang-lubang baut

$$Rn = 1, 2 \cdot l_c \cdot t_p \cdot f_u \leq 2, 4 \cdot d \cdot t_p \cdot f_u \quad (11)$$

Keterangan:

- Rn = Kuat tumpu nominal
- ϕ = Faktor reduksi tarik (0,75)
- f_u* = Kuat tarik putus terendah dari baut atau plat (MPa)
- t_p* = Tebal plat (mm)
- d* = Diameter baut nominal (mm)
- l_c* = Jarak bersih, dalam arah gaya, antara tepi lubang dan tepi lubang yang berdekatan atau tepi dari baut atau plat (mm)

d. Kuat nominal terhadap tarik dan geser

$$Rn = fn \cdot Ab \quad (12)$$

Keterangan:

- Rn = Kuat tarik nominal
- ϕ = Faktor reduksi tarik (0,75)

Fn = Tegangan tarik nominal, *fnt*, atau tegangan geser, *fnv* (MPa)

Ab = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir (mm²)

e. Menentukan jumlah baut

$$n = \frac{Ru}{\phi Rn} \quad (13)$$

Dimana:

- n = Jumlah baut
- Rn = Tahanan nominal baut
- Ru = Beban terfaktor

f. Kombinasi terhadap tarik dan geser

$$Rn = f'nt \cdot Ab \quad (14)$$

$$f'nt = 1, 3 \cdot fnt - \frac{fnt}{\phi \cdot fnv} \cdot frv \leq fnt$$

Dimana:

- Ab = Luas tubuh baut tidak berulir nominal atau bagian berulir (mm²)
- f'nt* = Tegangan tarik nominal yang dimodifikasi mencakup efek tegangan geser (MPa)
- ϕ = Faktor reduksi (0,75)
- fnt* = Tegangan tarik nominal (MPa)
- fnv* = Tegangan geser (MPa)
- frv* = Tegangan geser yang diperlukan menggunakan kombinasi beban DFBK (MPa)

g. Kontrol terhadap momen

$$\phi \cdot Mn = \frac{0,9 \cdot fy \cdot a^2 \cdot b}{2} + \sum_{i=1}^n T \cdot di \quad (15)$$

$$a = \frac{0,75 \cdot fu^b \cdot nb \cdot n \cdot Ab}{fy \cdot b}$$

$$\sum_{i=1}^n T \cdot di = 0,75 \cdot fu^b \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot Ab \quad (di \text{ terjauh})$$

Dimana:

- n₁* = Jumlah kolom baut
- n₂* = Jumlah baris baut
- Ab = Luas penampang baut
- b = Lebar balok
- a* = Tinggi penampang tekan
- fu^b* = Kuat tarik nominal baut

f_y = Tegangan leleh

2. Perencanaan Sambungan Las

a. Kontrol sambungan las

$$R_u \leq \phi R_{nw} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

R_u = Beban terfaktor las

R_{nw} = Tahanan nominal per satuan panjang las

ϕ = Faktor reduksi (0,75)

b. Tegangan nominal dari logam las

$$f_{nw} = 0,60 F_{exx}(1 + 0,50 \sin^{1,5} \phi) \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

F_{exx} = Kekuatan klasifikasi logam pengisi (MPa)

ϕ = Sudut pembebanan yang diukur dari sumbu longitudinal las (drajat)

c. Tahanan nominal las

$$\phi R_{nw} = \phi \cdot te \cdot 0,6 f_{uw} \dots\dots\dots (18)$$

Dimana:

ϕ = Faktor reduksi (0,75)

te = Tebal efektif las (0,707a) dengan

a = tebal las sudut

f_{uw} = Mutu las

d. Throad efektif untuk las sudut

$$T_e = 0,707 \cdot a \dots\dots\dots (19)$$

Dimana:

T_e = Tebal efektif (mm)

a = Ukuran minimum las sudut (mm)

e. Panjang las maksimum

$$L_w = 2 \cdot (b_b - t_w) \dots\dots\dots (20)$$

Dimana:

L_w = Panjang maksimum las

b_b = Lebar plat ujung

t_w = Tebal badan (web) profil baja

f. Kekuatan yang diberikan oleh sambungan las

$$\phi M_n = \phi M_p \dots\dots\dots (21)$$

Dimana:

M_n = Momen nominal

M_p = Momen plastis

ϕ = Faktor reduksi (0,9)

$$T_u maks = \frac{\phi \cdot M_n}{h_b - t_{fb}} \dots\dots\dots (22)$$

Dimana:

M_n = Momen nominal

h_b = Tinggi plat ujung

t_{fb} = Tebal plat ujung

ϕ = Faktor reduksi (0,9)

$$T_u maks > L_w \cdot \phi \cdot R_{nw} \dots\dots\dots (23)$$

Dimana:

L_w : Panjang maksimum las

$T_u maks$: Gaya tarik terbesar

C. Plat Landasan (Base Plate)

1. Luas Bidang Base Plate

Desain luas plate dasar harus lebih besar dari luas baja yang ada.

$$P_u \leq \phi \cdot P_p \dots\dots\dots (24)$$

$$P_u \leq \phi \cdot (0,85 \cdot f'c \cdot A)$$

Keterangan:

P_p = Kekuatan penampang profil

P_u = Beban ultimate

$f'c$ = Kuat tekan beton

A = Luas penampang base plate

2. Dimensi Base Plate

$$\Delta = \frac{0,95 \cdot d - 0,80 \cdot bf}{2} \dots\dots\dots (25)$$

$$N = \sqrt{A} + \Delta$$

$$B = \frac{A}{N}$$

Dimana:

Δ = Jarak antara ujung terluar baja dengan tepi base plate

N = Tinggi base plate

- B = Lebar base plate
- d = Tinggi profil baja
- bf = Lebar profil baja
- A : Luas penampang base plate

- Panjang Bangunan : 32 m
- Lebar Bangunan : 14 m
- Tinggi Bangunan : 7,12 m
- Struktur Bangunan : Portal baja

3. Tebal Base Plate

$$m = \frac{(N-0,95.d)}{2} \dots\dots\dots (26)$$

$$n = \frac{(B-0,8.bf)}{2} \dots\dots\dots (27)$$

Maka $tp = (m \text{ atau } n) \sqrt{\frac{2.pu}{0,9.fy.B.N}}$

Keterangan:

- tp = Tebal base plate
- B = Lebar base plate
- N = Tinggi base plate
- fy = Tegangan leleh baja
- bf = Lebar profil baja

4. Perhitungan Angkur

$$f_p = \frac{P_u}{A} \pm \frac{M_u}{W} \dots\dots\dots (28)$$

Tabel 1. Hubungan Kombinasi Beban dengan Indeks Keandalan

Kombinasi Beban	Indeks Keandalan, β
D & L	3,0 untuk komponen struktur
	4,5 untuk sambungan
D, L, dan W	2,5 untuk komponen struktur
D, L, dan E	1,75 untuk komponen struktur

Data yang diperoleh berdasarkan data perencanaan Revitalisasi Pasar Ampera Cikaum di Desa Tanjungsari Barat Kecamatan Cikaum Kabupaten Subang, sebagai berikut:

1. Data Struktur

- Lokasi Gedung : Cikaum - Subang
- Fungsi Bangunan : Gedung pasar

2. Data Material

- Profil baja : WF (Wide Flange)
- Jenis profil baja : BJ 37
- Tegangan leleh (fy) : 240 MPa
- Tegangan putus (fu) : 370 MPa
- Elastisitas Baja (Es) : 200000 MPa
- Geser Baja (G) : 80000 MPa

Sifat mekanis pada material baja untuk struktural, sebagai berikut:

- Modulus Elastisitas, E : 200.000 MPa (SNI 1729 : 2015)
- Modulus Geser, G : 80.000 MPa (SNI 1729 : 2015)
- Angka Poisson, μ : 0,30 (SNI 1729: 2002)
- Koefisien Pemuaian, α : 12x10⁻⁶/°C (SNI 1729:2015)

Catatan : 1 MPa = 10 kg/cm²

Sedangkan berdasarkan tegangan leleh dan regangan putusnya, mutu material baja dibagi menjadi beberapa kelas mutu (BSN, 2015), sebagai berikut:

Tabel 1. Jenis Baja

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum fu (MPa)	Tegangan Leleh Minimum fy (MPa)	Regangan 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

Sumber: SNI-03-1729-2002, p11.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Pembebanan

Tabel 2. Beban hidup terdistribusi bangunan

Atap datar, berhubung, lengkung	0,96 kN/m ²
Beban orang	0,98 kN/m ²
Toko eceran lantai pertama	4,79 kN/m ²

Beban gempa dalam penelitian ini dihitung dengan metode analisis static ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2012. Adapun dari analisa beban gempa, parameter-parameter yang di peroleh adalah sebagai berikut:

Lokasi bangunan	: Subang
Jenis bangunan	: Pasar
Kelas situs	: D
Kategori resiko bangunan	: I
Faktor keutamaan	: 1
S _s	: 0,786 g
S ₁	: 0,3632 g
TL	: 20 s
T	: 0,594 s
F _a	: 1,1856 g
F _v	: 1,9368 g
S _{MS} (S _s x F _a)	: 0,9319 g
S _{M1} (S ₁ x F _v)	: 0,7034 g
S _{DS} (2/3 S _{MS})	: 0,6213 g
S _{D1} (2/3 S _{M1})	: 0,4690 g
KDS	: D
R (faktor reduksi gempa)	: 4,5
Faktor kuat lebih, Ω	: 3
Faktor pembesaran defleksi, Cd	: 4
Desain base shear	: 2349,18 kN

Tabel 3. Gaya Lateral Per Lantai

Lantai	V Ultimate (kN)	
	x	y
Atap	619,08	619,08

Lantai 1	1730,1	1730,1
Total	2349,18	2349,18

B. Perencanaan kuda-kuda portal

Direncanakan dimensi kuda-kuda portal menggunakan WF 300.150.6,5.9. Adapun kontrol-kontrol yang ada pada kuda-kuda portal ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. Kontrol Pada Kuda-Kuda Portal

Elemen	σ (ijin)	Nilai	Ket
Stabilitas flange	1600	283,50	OK
Stabilitas web	1600	-2102,17	OK
Tegangan	1600	521,24	OK
Lendutan	3,89	3,20	OK
Geser	928	34,48	OK
Lipat	25,04	16,67	OK

C. Perencanaan kolom

Direncanakan dimensi kolom menggunakan WF 300.300.10.15. Adapun kontrol-kontrol yang ada pada kolom ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5. Kontrol pada kolom

Elemen	σ (ijin)	Nilai	Ket
Interaksi gaya aksial dan lentur	-	0,05 ≤ 1,5	OK
Geser	1600	400,45	OK
Tekan	1600	22,93	OK
Lentur	1600	407,46	OK
Tekuk	1600	432,32	OK

D. Perencanaan balok

Direncanakan pada dimensi balok menggunakan WF 200.200.8.12. Adapun

kontrol-kontrol yang ada pada balok ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 6. Kontrol pada balok

Elemen	σ (ijin)	Nilai	Ket
Tegangan	1600	1220,30	OK
Geser	928	47,10	OK
Lentur	1600	1199,22	OK

E. Perencanaan sambungan baut

Direncanakan pada sambungan bau menggunakan kontrol-kontrol pada tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Kontrol sambungan baut

Elemen	σ (ijin)	Nilai	Ket
Tegangan tarik	1600	- 4633,72	OK
Akibat gaya	960	-58,24	OK
Tegangan idil	1600	- 4634,29	OK

F. Perencanaan pondasi

Direncanakan dengan menggunakan konstruksi pondasi tiang pancang beton bertulang, mutu beton $f'c = 30$ MPa dan mutu baja $f_y = 400$ MPa.

Tabel 8 Perhitungan daya dukung bored pile

Elemen	Nilai
Berdasarkan kekuatan bahan	126,8 ton
Berdasarkan hasil sondir	62,38 ton

Pile Cap

Data desain:

Lebar (L)	= 1200 mm
Panjang (P)	= 1200 mm
Diameter tulangan (Dt)	= 16 mm
Tebal selimut (Ts)	= 70 mm
Tinggi (H)	= 400 mm

Jarak pusat tulangan ke sisi beton (ds)

$$= Ts + Dt + (1/2 Dt)$$

$$= 70 + 16 + 8$$

$$= 94 \text{ mm}$$

Jarak sisi lain beton ke pusat tulangan (d)

$$= H - ds$$

$$= 400 - 94$$

$$= 306 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter borepile} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar kolom} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 7126 \text{ mm}$$

Tabel 9 Penulangan Pile Cap

Elemen	ρ min	As (mm ²)
Tulangan arah melintang	0,0035	1545,85
Tulangan arah memanjang	0,0035	1545,85

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini saya utaran kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Subang yang telah memotivasi sekaligus telah fasilitas untuk melakukan penelitian ini selama penelitian berlangsung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data analisis perencanaan struktur pasar Ampera Kecamatan Cikaum Kabupaten Subang yang telah dibahas dalam bab-bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Suatu struktur bangunan yang kokoh serta kuat dan efisien memerlukan suatu perencanaan struktur yang baik dan benar dengan menggunakan peraturan-peraturan perencanaan struktur yang berlaku.

2. Perencanaan analisis struktur dalam tugas akhir ini menggunakan metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) sesuai dengan peraturan perencanaan struktur baja yang berlaku di Indonesia, yaitu SNI baja 2002. Metode LRFD mengkombinasikan beban-beban yang bekerja pada struktur dengan faktor beban. Selain itu, kekuatan bahan direduksi dengan faktor reduksi bahan. Kedua hal tersebut dilakukan terhadap perencanaan analisis struktur dengan pertimbangan sebagai angka keamanan pada system struktur.
3. Dalam perencanaan dan perhitungan struktur tahan gempa sesuai dengan peraturan perencanaan struktur tahan gempa (SNI Gempa 2002), seluruh elemen pada bangunan dapat dibentuk menjadi satu kesatuan system struktur. Kuda-kuda berfungsi untuk menahan beban gravitasi dan beban angin, sementara kolom-kolom berfungsi untuk menahan beban lateral seperti beban gempa. Kedua system tersebut digabungkan dan rancang terhadap beban gempa dengan metode analisis spektrum respons gempa dinamik. Struktur yang terjadi di desain sebagai struktur daktail (struktur rangka penahan momen menengah). Struktur bangunan ini terletak pada wilayah gempa sedang dan bertingkat menengah sehingga desain struktur daktail masih dianggap ekonomis.
4. Dalam perencanaan struktur bawah (pondasi) perlu diperhatikan data tanah dari hasil berbagai macam tes (sondir, N-SPT, dll) sebagai acuan dalam analisa struktur pondasinya agar diperoleh perencanaan yang kuat, aman, dan efisien.

Pada tugas akhir ini digunakan pondasi borepile sebagai struktur di bawahnya. Untuk mengurangi resiko kegagalan struktur (akibat penurunan/ *settlement* tanah) karena keterbatasan data tanah (*consolidation*) maka pondasi borepile di rancang sampai lapisan tanah keras pada ke dalaman 5 meter.

Penulis juga bermaksud memberikan beberapa saran yang berkaitan dengan perencanaan struktur bangunan pasar Ampera Kecamatan Cikaum Kabupaten Subang kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik sipil lainnya:

1. Sebelum merencanakan suatu bangunan Gedung hendaknya diawali dengan pemilihan jenis struktur yang akan digunakan, agar pada perhitungan struktur nantinya dapat diperoleh hasil perencanaan yang memuaskan baik dari segi kekuatan, kenyamanan, dan keekonomisan.
2. Untuk perencanaan struktur tahan gempa, pemilihan system struktur sangat berpengaruh kapada hasil perencanaan dan konsekuensinya terhadap hasil analisis dan desain struktur menjadi sangat penting. Tipe portal yang di rencanakan, missal daktail penuh, daktail sebagian, ataupun daktail biasa sangat berpengaruh terhadap beban gempa yang akan dipikul oleh struktur bangunan. Selain itu, nilai kelangsingan dan deformasi struktur juga sangat penting, maka waktu getar struktur harus dibatasi agar tidak terjadi goyangan terlalu besar pada struktur yang dapat membahayakan pada saat terjadinya gempa rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Belun, D. M., Dede, P. J. A. D., & Kurniawan, D. D. (2022). Redesain Pasar Tradisional Kara Wutung Di Adonara Kabupaten Flores Timur Dengan Tema Hemat Energi. *Teknosiar*, 16(2), 16–24. <https://doi.org/10.37478/teknosiar.v16i2.2596>
- BSN. (2015). Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. In *SNI 1729:2015*.
- Darmiyanti, L., Rodji, A. P., & Mumtaz, A. (2022). Perencanaan Struktur Atap Profil Baja Wf. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(02), 99–121. <https://doi.org/10.47080/josce.v4i02.2258>
- Mawu, S. (2018). Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Modisland Fashion Store. *Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Manado*, 1–134.
- Rizki, F., & Rohman, F. (2018). Jurnal Konstruksi Analisis Struktur Ruang Rawat Inap Kelas Iii Prabu Siliwangi Rsud Gunung Jati Kota Cirebon. *CIREBON Jurnal Konstruksi*, VII(2), 2085–8744.
- SNI. (2005). RSNi T-03-2005 Perencanaan struktur baja untuk jembatan Badan Standardisasi Nasional ICS. In *Badan Standardisasi Nasional*.
- Yuniarto, P. R. (2020). Masalah globalisasi di indonesia: antara kepentingan, kebijakan, dan tantangan. *Jurnal Kajian Wilayah*, 5(1), 67–95.