

Perencanaan Ulang Bangunan Pasar dengan Struktur Baja pada Tanah Lunak (Studi Kasus: Pasar Wage Karangandri Kabupaten Cilacap)

Rizal Fathurahman^{1,*}, Arif Kurniawan Suksmono¹, Mukti Agung Wibowo¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto¹

Email:rizalfathurahman.rf@gmail.com

Abstrak. Pasar merupakan tempat berkumpul untuk berjual-beli sebagai pusat kegiatan sosial ekonomi. Perencanaan ulang bangunan pasar ini menggunakan struktur baja karena memiliki bobot yang ringan serta pelaksanaan yang mudah, sehingga mempunyai keuntungan untuk dibangun pada tanah yang lunak. Untuk bagian struktur bawah menggunakan fondasi tiang pancang. Perencanaan ulang bangunan pasar ini disesuaikan dengan SNI 1729:2020, SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, SNI-1726-2019. Analisis struktur atas menggunakan *software Etabs V.18* dengan kontrol perhitungan manual dan Analisa struktur bawah menggunakan perhitungan manual. Perencanaan ulang bangunan pasar ini merupakan Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Biasa. Hasil dari perencanaan bangunan pasar ini yaitu perencanaan atap yang digunakan untuk *rafter* menggunakan profil baja (IWF 300.150.6.5.9.13) dengan gording (UNP 140.30.7.8), balok/*regel* (IWF 200.100.5.5.8.11), Kolom (IWF 400.200.13.8.16) dengan mutu baja ASTM A36/M36. Tebal pelat lantai 2 (12 cm) dengan menggunakan besi Ø12-100 mm. Sambungan pada ujung rafter ke rafter, rafter pada kolom, menggunakan baut A-325 ukuran M16 berjumlah 4 buah, dengan Pelat BJ370 tebal 10 mm, sambungan pada kolom ke *Base Plate* menggunakan baut A-325 ukuran M16 berjumlah 6 buah, dengan Pelat BJ370 tebal 16 mm. Panjang angkur baut 550 mm. Struktur bawah (fondasi) yang digunakan adalah tiang pancang *prestressed spun pile* kelompok dengan tiang berjumlah 4 buah. Dimensi penampang tiang diameter 600 mm, dengan kedalaman tiang sebesar 14,5 m. tiang pancang mampu menahan beban Q_{all} total = 342,18 kN. *Pile cap* yang digunakan berukuran 2,80x2,80x0,6 m, menggunakan tulangan tarik D19–100 mm, tulangan tekan D19–100 mm.

Kata Kunci : perencanaan ulang bangunan, bangunan struktur baja, tanah lunak.

Abstrack. Market is a place for buying and selling as a center for socio-economic activities. The redesign of this market building uses a steel structure because it is light in weight and easy to implement and beneficial to built on soft ground. For the lower structure, it uses a pile foundation. The re-planning of this market building is adjusted to SNI 1729:2020, SNI 2847:2019, SNI 1727:2020, SNI-1726-2019. Upper structure analysis uses *Etabs V.18* software with manual calculation control and lower structure analysis uses manual calculations. The re-planning of this market building is a Normal Moment Resisting Steel Frame System. The result of this market building planning is the roof planning used for rafters using steel profiles (IWF 300.150.6.5.9.13) with purlins (CNP 140.30.7.8), beams/regels (IWF 200.100.5.5.8. 11), columns (IWF 400.200.13.8.16) with ASTM A36/36M steel grade. 2 floor slabs thick (12 cm) using Ø12-100 mm. The connection at the end of the rafter to the rafter, the rafter to the column, uses 4 M16 size A-325 bolts, with a 10 mm thick BJ370 plate, the connection at the column – Base Plate uses 6 M16 size A-325 bolts with a 16 mm BJ370 plate. Length of anchor bolt is 550 mm. The lower structure (foundation) used is a group of prestressed spun piles with 4 piles. The cross-sectional dimension of the 600 mm, with a pile depth of 14.5 m. piles are able to withstand a total load Q_{all} = 342.18 kN. The pile cap used measures 2,80x2,80x0,6 m. It uses tensile reinforcement D19-100 mm and compression reinforcement D19 – 100 mm.

Keyword : *Building Re-planning, Steel Structure Buildings, Soft Soil.*

1. Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur konstruksi di Indonesia semakin hari semakin meningkat. Dampak pentingnya membangun infrastruktur bagi manusia didasarkan pada kebutuhan akan berbagai aktivitas yang menunjang kehidupan sehari-hari. Perencanaan yang tepat diperlukan untuk infrastruktur bangunan yang efektif, stabil, dapat dipelihara, kuat, tahan lama, dan mudah dikerjakan. Setelah beton, baja adalah bahan bangunan yang paling umum. Material berbahan dasar logam ini memiliki banyak keunggulan terutama kekuatan dan kecepatan pengerjaannya sehingga banyak diminati sebagai material konstruksi baik gedung tinggi maupun jembatan. Keamanan dan keselamatan suatu bangunan sangat ditentukan oleh ketahanan strukturnya, baik struktur atas maupun struktur bawah. Struktur bangunan di bawah konstruksi ini disebut fondasi.

Pasar Wage Karangandri merupakan pasar milik Pemerintah Daerah. Pemerintah Daerah melalui Dinas Perdagangan Koperasi dan UKM (DPUKUKM) sedang membangun Pasar Wage yang berada di Jl Lingkar Timur, Desa Karangandri Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap.

2. Metode Penelitian

Lokasi Perencanaan ulang bangunan pasar wage karangandri akan berlokasi di Jalan Lingkar Timur, Desa Karangandri Kecamatan Kesugihan Kabupaten Cilacap.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Bangunan Pasar Wage

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Perencanaan ulang bangunan pasar menggunakan data denah pasar terkait dengan perubahan pada bagian strukturnya. Peraturan – peraturan yang dipakai sebagai pedoman pada proses perencanaan ulang bangunan pasar ini, yaitu SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020. Perencanaan ulang bangunan pasar ini diawali dengan perhitungan pembebanan dan analisis struktur menggunakan program *software Etabs V.18* dan kontrol dengan perhitungan manual. Beban gempa menggunakan metode Respon Spektrum. Perhitungan daya dukung aksial dan daya dukung lateral tanah fondasi menggunakan data hasil sondir dengan perhitungan manual.

3. Hasil Penelitian

3.1. Data Umum

Fungsi Bangunan	: Pasar
Lokasi Bangunan	: Desa Karangandri Kec Kesugihan Kab Cilacap
Panjang Bangunan	: 33 m
Lebar Bangunan	: 20 m

Luas Bangunan	: 660 m ²
Tinggi Bangunan	: 6,35 m
Tinggi Atap	: 2,77 m
Tinggi Bangunan + Atap	: 9,12 m
Jumlah Lantai	: 2 Lantai

3.2. Data Teknis

a. Sifat Mekanis Baja

Mutu Mutu baja	: ASTM A36/36M
Tegangan putus minimum (f_u)	: 400 MPa
Tegangan leleh minimum (f_y)	: 250 MPa
Modulus Elastisitas (E)	: 200.000 MPa
Modulus Geser (G)	: 80.000 MPa
Angka Poisson (μ)	: 0,3
Koefisien Pemuaian (α)	: $12 \times 10^{-6}/_0^{\circ}\text{C}$

b. Sifat Mekanis Beton

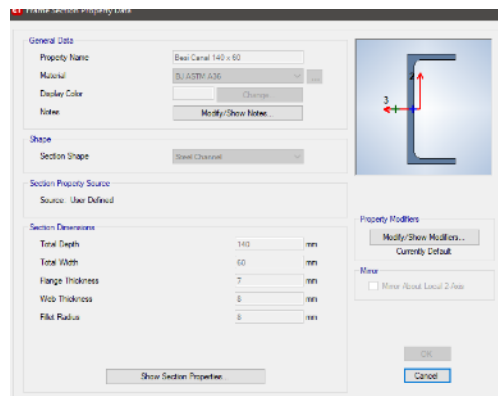
Modulus Elastisitas (E)	: $4.700 \sqrt{f'_c}$ MPa
Modulus Geser (G)	: $1,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$
Angka Poisson (μ)	: 0,2

3.3. Perencanaan Struktur Atas



Gambar 2. Permodelan Struktur 3D

a. Perencanaan Gording



Gambar 3. Data Properties Gording

$$\begin{aligned}
 a &= 140 \text{ mm} & Z_x &= 86,4 \text{ cm}^3 \\
 b &= 60 \text{ mm} & Z_y &= 14,8 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t1 &= 7 \text{ mm} & I_x &= 605 \text{ cm}^4 \\ t2 &= 8 \text{ mm} & I_y &= 62,7 \text{ cm}^4 \\ g &= 16 \text{ kg/m} & f_y &= 250 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Kontrol Lentur :

$$M_x \text{ maks} = 6,82 \text{ kN/m} = 6820000 \text{ Nmm}$$

$$M_y \text{ maks} = 1,01 \text{ kN/m} = 101000 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq \phi \cdot M_n$$

$$\begin{aligned} \phi M_{nx} &= \phi \times Z_x \times f_y \\ &= 0,9 \times 86400 \times 250 \\ &= 19440000 \text{ Nmm} > M_{ux} = 6820000 \text{ Nmm} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_{ny} &= \phi \times Z_y \times f_y \\ &= 0,9 \times 14800 \times 250 \\ &= 3330000 \text{ Nmm} > M_{uy} = 101000 \text{ Nmm} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{M_{ux}}{\phi b \times M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b \times M_{ny}} \right) &< 1 \\ \left(\frac{6820000}{0,9 \times 19440000} + \frac{101000}{0,9 \times 3330000} \right) &< 1 \\ 0,393 &< 1 \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

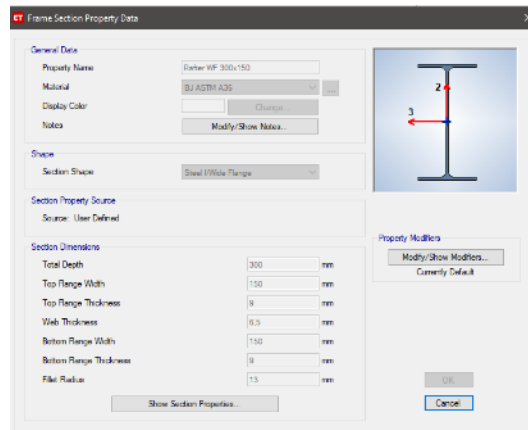
Kontrol Lentutan :

$$\begin{aligned} \Delta \text{ ijin} &= \frac{1}{140} L \\ &= \frac{1}{140} 6000 \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{M_{\text{max}}}{E \cdot I_x} = \frac{35610000000}{200000 \times 6050000} = 0,029 \text{ mm} \\ \Delta y &= \frac{M_{\text{max}}}{E \cdot I_y} = \frac{98900000000}{200000 \times 627000} = 7,886 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \\ &= \sqrt{0,029^2 + 7,886^2} \\ &= 7,886 \text{ mm} < \Delta \text{ ijin} = 25 \text{ mm} \quad \text{(Aman)} \end{aligned}$$

b. Perencanaan Rafter



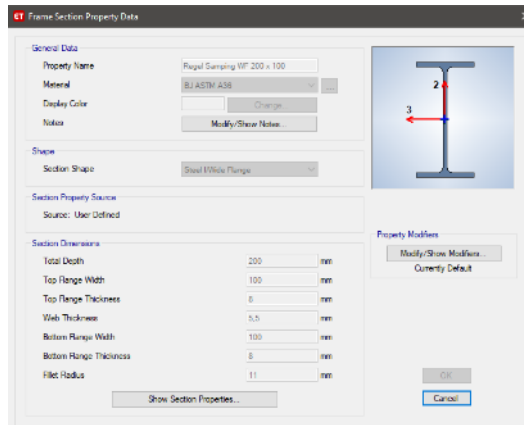
Gambar 4. Gambar Properties Rafter

Tabel 1. Kontrol Perhitungan Manual *Rafter*

Jenis Profil	Klasifikasi Penampang						Kondisi Leleh (Yield)				Kondisi (LTB)/Tekuk Torsi Lateral			Displasment			Analisa Kuat Geser				
	Elemen Sayap $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ tergolong KOMPAK			Elemen Badan $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ tergolong KOMPAK			$M_n = M_p$	L_p	L_r	L_b	C_b	$M_n = M_p$	ϕM_n	$M_u \leq \phi M_n$	Lendutan beban Luar	Lendutan Ijin	Ket.	V_n	ϕV_n	V_u	$\phi V_n \geq V_u$
	λ	λ^p	λ^r	λ	λ^p	λ^r	(kN/m)	(m)	(m)	(m)		(kN/m)	(kN/m)				(kN)	(kN)	(kN)	Aman	
IWF 300.150.9.6.5.13	8,3	10,74	28,28	43,38	106,34	161,22	120,25	1,6	4,03	2,75	2,3	146,93	132,93	Aman	12,26	28,20	Aman	274,9	274,9	24,60	Aman

Sumber : hasil analisa data

c. Perencanaan Balok/Regel



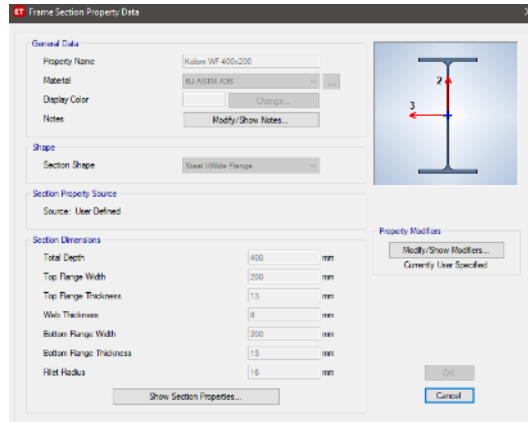
Gambar 5. Gambar Properties Balok/Regel

Tabel 2. Kontrol Perhitungan Manual Balok/Regel

Jenis Profil	Klasifikasi Penampang						Kondisi Leleh (Yield)				Kondisi (LTB)/Tekuk Torsi Lateral			Displasment			Analisa Kuat Geser				
	Elemen Sayap $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ tergolong KOMPAK			Elemen Badan $\lambda < \lambda_p < \lambda_r$ tergolong KOMPAK			$M_n = M_p$	L_p	L_r	L_b	C_b	$M_n = M_p$	ϕM_n	$M_u \leq \phi M_n$	Lendutan beban Luar	Lendutan Ijin	Ket.	V_n	ϕV_n	V_u	$\phi V_n \geq V_u$
	λ	λ^p	λ^r	λ	λ^p	λ^r	(kN/m)	(m)	(m)	(m)		(kN/m)	(kN/m)				(kN)	(kN)	(kN)	Aman	
IWF 200.100.8.5.5.11	6,25	10,74	28,28	43,45	106,34	161,22	46,00	1,1	4,33	2,75	1,67	67,16	60,45	Aman	4,22	16,60	Aman	151,8	151,8	1,18	Aman

Sumber : hasil analisa data

d. Perencanaan Kolom



Gambar 6. Gambar Properties Kolom

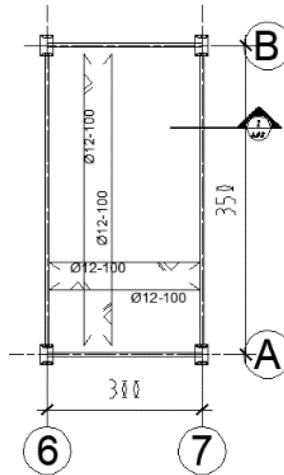
Tabel 3. Kontrol Perhitungan Manual Kolom

Jenis Profil	Klasifikasi Penampang		Teg. Kritis Tekuk-Lentur	Teg. Kritis Tekuk-Puntir	Teg. Kritis Tekuk-Puntir	Kuat Lentur Penampang kondisi Plastis (Maksimum)	Klasifikasi Profil	Batas Leleh	Kondisi (LTB)/Tekuk Torsi Lateral	Kuat Lentur Kolom	Batasan Pemikul Momen Lentur dan Aksial																	
	$\lambda < \lambda_r$	$\lambda > \lambda_r$									F_e	F_{cr}	P_n	P_c	$M_n = M_p$	$\lambda_{pf} > \lambda_{rf}$ (kompak)	$\lambda_{pw} < \lambda_{rw}$ (kompak)	$M_n = M_p$	M_c	P_r	P_c	M_{rx}	M_{ry}					
	λ	λ'	(MPa)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kN/m)	$\lambda_{pf} > \lambda_{rf}$ (kompak)	$\lambda_{pw} < \lambda_{rw}$ (kompak)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)											
IWF	400,200	13,8	7,69	15,83	46,75	42,14	3652	233,48	108941	239,77	2016,9	1815,21	297,5	10,75	28,28	106,35	161,22	297,5	1,1	8,51	0	2,03	297,5	267,75	20,12	1815,21	54,40	267,75

Sumber : hasil analisa data

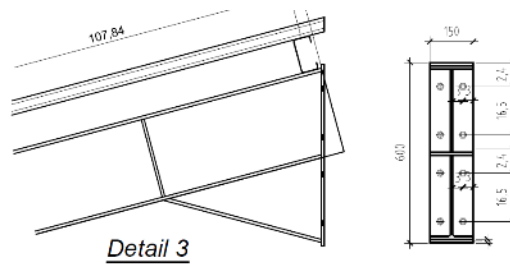
e. Perencanaan Pelat Lantai (3,0 m x 3,5 m)

- Mutu Baja Tulangan, f_y = 240 MPa
- Mutu Beton, f'_c = 24,9 MPa / K-250
- Tebal Pelat, h = 120 mm
- Tebal Selimut Beton, p = 10 mm
- Tulangan yang digunakan, D = D12
- Tinggi efektif arah X, d_x = $h - p - D/2$ = 104 mm
- Tinggi efektif arah Y, d_y = $h - p - D - D/2$ = 92 mm

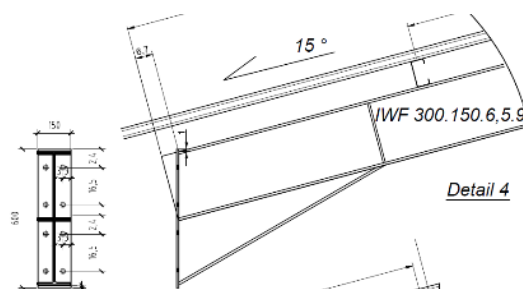


Gambar 7. Gambar penulangan Pelat Lantai

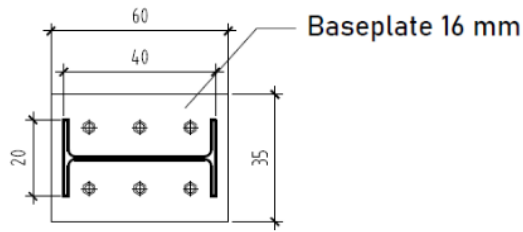
- f. Perencanaan Sambungan
 Baut A-325, Pelat BJ370
 Baut M16
 Pelat tebal 10 mm
 $f_{nt} = 825 \text{ MPa}$
 $f_{nv} = 585 \text{ MPa}$



Gambar 8. Gambar Sambungan pada ujung Rafter



Gambar 9. Gambar Sambungan Rafter ke Kolom



Gambar 10. Gambar Sambungan Kolom-Base Plate

3.4. Analisis Struktur Bawah

Pada struktur pasar menggunakan struktur baja ini direncanakan untuk menggunakan fondasi tiang pancang. Fondasi tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang prestressed spun pile kelompok dengan dimensi penampang $\varnothing 60$ cm.

$$\begin{aligned} Q_u &= A_p q_c + \Theta_i \text{ JHL} \\ &= (18,84 \times 60) + (188,4 \times 458,91) \\ &= 87589,04 \text{ Kg} = 858,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{all}} &= Q_u / SF \\ &= 858,96 / 10 \\ &= 85,89 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$P_u = 303,58 \text{ kN}$$

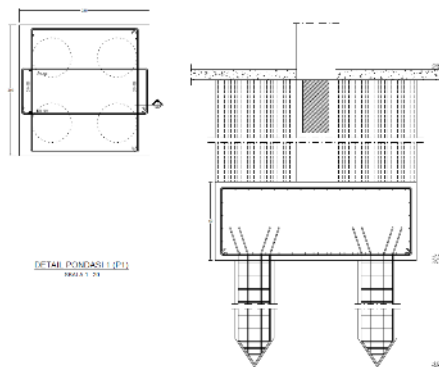
$$\begin{aligned} n_{\text{tiang}} &= \frac{P_u}{Q_{\text{all}}} \\ &= \frac{303,58}{85,89} \\ &= 3,534 \approx 4 \text{ tiang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{all total}} &= \text{Eff} \times n \times Q_{\text{all}} \\ &= 0,996 \times 4 \times 85,89 \\ &= 342,18 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dipakai 4 buah tiang pancang dengan susunan

$$m \text{ (jumlah baris tiang)} = 2$$

$$n \text{ (jumlah tiang dalam baris)} = 2$$



Gambar 11. Gambar Penulangan *Pile cap*

Penulangan *pile cap* (2,80 m x 2,80 m x 0,6 m) menggunakan:

Tulangan tarik D19 – 100

Tulangan tekan D19 – 100

4. Simpulan dan Saran

4.1. Simpulan

Berdasarkan perencanaan bangunan pasar dengan struktur baja pada tanah lunak untuk bangunan Pasar Wage Karangandri Kabupaten Cilacap, antara lain sebagai berikut:

- a. Perencanaan struktur atas dengan mengacu pada standar peraturan yang berlaku di Indonesia menghasilkan desain sebagai berikut:
 1. Perencanaan atap yang digunakan untuk *rafter* menggunakan profil baja IWF 300.150.6,5.9.13 dengan gording menggunakan profil baja UNP 140.30.7.8.
 2. Perencanaan balok/regel menggunakan profil baja IWF 200.100.5,5.8.11.
 3. Perencanaan kolom menggunakan profil baja IWF 400.200. 8.13.16.
 4. Perencanaan Pelat Lantai dengan ukuran 300 x 350 cm menggunakan tipe pelat 2 arah dengan tebal 12 cm. penulangan menggunakan besi D12 – 100 mm pada arah x dan y.
 5. Sambungan pada ujung rafter ke rafter menggunakan baut A-325 ukuran M16 berjumlah 4 buah, dengan Pelat BJ370 tebal 10 mm.
 6. Sambungan pada tumpuan rafter pada kolom menggunakan baut A-325 ukuran M16 berjumlah 4 buah, dengan Pelat BJ370 tebal 10 mm.
 7. Sambungan pada kolom – *Base Plate* menggunakan baut A-325 ukuran M16 berjumlah 6 buah, dengan Pelat BJ370 tebal 30 mm. Panjang angkur baut 550 mm
- b. Perencanaan struktur bawah (fondasi) dengan mengacu pada standar peraturan yang berlaku di Indonesia menghasilkan desain sebagai berikut:
 1. Struktur bawah (fondasi) yang digunakan adalah tiang pancang *prestressed spun pile* kelompok dengan tiang berjumlah 4 buah. Dimensi penampang tiang $\varnothing 60$ cm memiliki $Q_{all} = 342,18$ kN.
 2. *Pile cap* yang digunakan berukuran 2,80 m x 2,80 m x 0,6 m, menggunakan tulangan tarik D19 – 100, tulangan tekan D19 – 100.

4.2. Saran

- a. Sebelum perencanaan struktur sebaiknya dilakukan estimasi awal pada ukuran element struktur, sehingga tidak terjadi penentuan dimensi elemen struktur berulang-ulang.
- b. Dalam perencanaan elemen-elemen struktur seperti jenis sambungan dan penulangan sebaiknya digunakan ukuran yang seragam untuk mempermudah pelaksanaan di lapangan.
- c. Penentuan jenis fondasi bisa disesuaikan dengan data pengujian tanah, sehingga dapat menghasilkan perencanaan yang baik dan efisien.
- d. Pemilihan metode pelaksanaan maupun penggunaan bahan dan peralatan berpedoman pada faktor kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, pengalaman tenaga kerja serta segi ekonomisnya.

Daftar Pustaka

- Adhimix Precast Indonesia. (2023). *Precas Pile*.
- AISC. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. 1–612.
- Aliyah, I. (2020). *Pasar Tradisional: Kebertahanan Pasar Dalam Konstelasi Kota* (1st ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Arifi, E., & Setyowulan, D. (2021). *Perencanaan Struktur Baja (Berdasarkan SNI 1729:2020)*. UB Press.
- Azwan, Faisal, & Setya Budi, G. (2020). *Analisis Struktur Baja Gedung Perkuliahan 7 Lantai Dengan Ketentuan Desain Kekuatan Izin (DKI)*. 1–8.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-1729-2002 "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung."*
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI-1726-2019 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung."*

- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan."*
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 "Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain."*
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 "Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural."*
- Hakam, A. (2008). *Rekayasa Pondasi Untuk Mahasiswa Dan Praktisi*. CV. Bintang Grafika.
- Laboratorium Bahan Unwiku. (2022). *Data Tanah Sondir*.
- Mulya, I. (2022). *Gelontorkan Dana 6 Milyar, Pasar Wage Karangandri Akan di Relokasi*. Bercahaya FM. <http://bercahayafm.cilacapkab.go.id/gelontorkan-dana-6-milyar-pasar-wage-karangandri-akan-di-relokasi/>
- Pandaleke, S., Handono, B. D., & Dapas, S. O. (2019). Perencanaan Ulang Bangunan Struktur Baja Rumah Sakit Umum Ratumbusang Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 723–732.
- Purnama, A., & Najimuddin, D. (2020). Studi Kelayakan Pembangunan Pasar Seketeng Tinjauan Teknis. *Prosiding Seminar Nasional IPPeMas*.
- Septiani Amalia, M., Agustine, D., & Abdillah, H. (2020). Perencanaan Konstruksi Baja Struktur Atas Pada Bangunan Gudang Tahan Gempa (Studi Kasus Bangunan Gudang Penyimpanan Barang Casing Elektronik). *JIMTEK : Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 1.
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Erlangga.
- Surendro, D. B. (2015). *Rekayasa Fondasi*. Graha Ilmu.
- Taqiya, A., Aenin, I. N., & Antonius, A. (2022). Perencanaan Bangunan Gudang dengan Struktur Baja Pada Tanah Lunak. *Unissula (KIMU) Klaster*, 7.