

**ANALISIS DAN DESAIN PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA  
WAREHOUSE VARIASI RAFTER**

**SKRIPSI**

MUHAMMAD DASEP : 20200010130



**FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI**

**JUNI 2024**

**ANALISIS DAN DESAIN PERBANDINGAN  
STRUKTUR BAJA WAREHOUSE VARIASI RAFTER**

**SKRIPSI**

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana  
Teknik Sipil*



**FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI**

**JUNI 2024**

## PERNYATAAN PENULIS

JUDUL

: ANALISIS DAN DESAIN PERBANDINGAN  
STRUKTUR BAJA WAREHOUSE VARIASI  
RAFTER

Muhammad Dasep

: 20200010130

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing – masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti – bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Sipil saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.”

Sukabumi, 28 Juni 2024

Yang Membuat Pernyataan



**Muhammad Dasep**

Penulis

## PENGESAHAN SKRIPSI

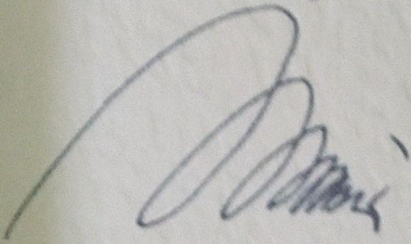
JUDUL : ANALISIS DAN DESAIN  
PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA  
WAREHOUSE VARIASI RAFTER

Muhammad Dasep : 20200010130

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan didepan Dewan Penguji pada sidang Skripsi tanggal 28 Juni 2024 menurut pandangan kami, skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugrahan gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)

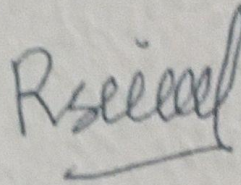
Sukabumi, 28 Juni 2024

Pembimbing I



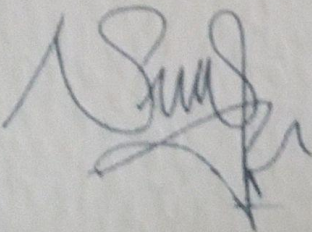
Cece Suhendi, ST.,M.T  
NIDN. 8866501019

Pembimbing II



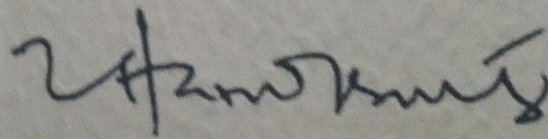
Rizkita Rahmadayanti, ST.,M.T  
NIDN.

Ketua Penguji



Nita Kurnita Sari, ST., M.Eng  
NIP.0120230019

Ketua Program Studi



Ir. Utamy Sukmayu Saputri, ST., M.T., IPP  
NIDN.0422108804

PLH. Dekan Fakultas Teknik, Komputer dan Desain

Ir. Paikun, ST., M.T., IPM., ASEAN.Eng  
NIDN.040237401

## HALAMAN PERUNTUKAN

Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT atas berkat dan karuanianyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

Surgaku, Ibu ayah tercinta terimakasih yang sebesar – besarnya penulis berikan kepada beliau atas bentuk dukungan, bantuan, dan doa yang selama ini menyertai penulis untuk bisa menyelesaikan perkuliahan hingga sarjana.

1. Terima kasih kepada diriku yang telah mampu bertahan selama empat tahun ini, sudah mampu melalui masa – masa sulit diperantauan, sudah mampu menerima dan dewasa dengan kenyataan yang ada tak cukup rasa syukur ku atas apa yang telah terjadi padaku atas kehendaknya alhamdulillah.
2. Kepada adik – adikku. Terimakasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh perkuliahan selama ini, terimakasih atas doa dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis.
3. Bapak Cece Suhendi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing terimakasih banyak sudah membantu mengajari, mempraktekan, memberikan pencerahan atas kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis dan mengarahkan skripsi ini hingga selesai.
4. Teman – teman seperjuanganku dari mulai diklat maba himpunan hingga tahun ini selalu berjuang dalam proses perkuliahan ku ucapkan terimakasih untuk semangat, doa dan kehadiran kalian yang menghiasi dalam setiap langkah penulis selama ini.

## ABSTRAK

Pada konstruksi bangunan modern struktur baja menjadi pilihan yang handal karena konstruksinya ringan, pengerjaannya dapat mempersingkat waktu konstruksi dan mampu memenuhi kebutuhan akan kekuatan dan keawetan. Baja *castella* salah satu material pabrikan dari baja konvensional yang telah terbukti mempunyai tahanan momen yang lebih tinggi dari baja konvensional karena bertambahnya momen inersia namun tetap ringan karena beratnya tidak bertambah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil perbandingan desain struktur baja dengan variasi rafter *castella* dan baja konvensional serta variasi rangka batang, dan juga membandingkan hasil rencana anggaran biaya dari ketiga variasi. Dari penelitian ini disimpulkan untuk dimensi yang digunakan yaitu 450 . 200 . 9 . 14 dibuat menjadi baja *castella* dimensi 675.200.9.14 untuk rangka batang menggunakan dimensi T.200.100, T.175.175 dan T.100.100 dari analisa anggaran biaya total pekerjaan portal baja konvensional Rp. 282.873.552 sedangkan baja *castella* Rp. 212.190.787 dan rafter rangka batang dengan profil T dengan rencana anggaran biaya Rp. 111.266.214 dengan demikian yang paling efisien dari segi biaya adalah rafter rangka batang dan untuk kemudahan pelaksanaan adalah rafter variasi baja konvensional.

**Kata Kunci :** *Struktur Baja, Balok Baja Konvensional, Balok Baja Castella, Truss.*

## **ABSTRACT**

In modern building construction, steel structures are a reliable choice because the construction is light, the work can shorten construction time and is able to meet the needs for strength and durability. Castella steel is one of the materials manufactured from conventional steel which has been proven to have a higher moment resistance than conventional steel due to the increased moment of inertia but remains light because the weight does not increase. The aim of this research is to obtain comparative results of steel structure designs with variations of castellar rafters and conventional steel as well as variations of bar frames. and also compare the results of the cost budget plans from the three variations. From this research, it was concluded that the dimensions used were 450. 200 . 9 . 14 is made into castella steel with dimensions 675.200.9.14 for the truss using dimensions T.200.100, T.175.175 and T.100.100 from the budget analysis of the total cost of conventional steel portal work Rp. 282,873,552 while castella steel Rp. 212,190,787 and a truss rafter with a T profile with a planned budget of Rp. 111,266,214 thus the most efficient in terms of cost is the truss rafter and for ease of implementation is the conventional steel variation rafter.

***Keywords: Steel Structure, Conventional Steel Beams, Castella Steel Beams, Truss.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT untuk berkat rahmat, hidayah, dan karunianya-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS DAN DESAIN PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA WAREHOUSE VARIASI RAFTER”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menempuh gelar sarjana di jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Desain Universitas Nusa Putra Sukabumi, penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari beberapa pihak, oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Kurniawan. ST.,M.Si.,MM., selaku rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri,S.T.,M.T.,IPP selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Putra.
3. Bapak Cece Suhendi,S.T.,M.T selaku pembimbing satu, yang selalu memberikan arahan, pencerahan, serta motivasi yang diberikan.
4. Ibu Rizkita Rahmadayanti,S.T.,M.T selaku pembimbing dua, yang selalu memberikan arahan dan motivasi yang diberikan.
5. Segenap dosen program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Kedua orang tua ayah ibu tercinta yang selalu penulis sayangi yang telah mendidik, memberikan do’a, dukungan dan semangat kepada penulis, dan tidak lupa kepada adik – adik penulis serta teman – teman yang telah memberikan bantuan dan semangatnya kepada penulis.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Muhammad Dasep : 20200010130

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty – free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul :

ANALISIS DAN DESAIN PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA  
WAREHOUSE VARIASI RAFTER

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media / formatkan, mengelola tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 28 Juni 2024

Yang menyatakan,



The image shows a handwritten signature in black ink over a rectangular meter stamp. The stamp is yellow and red, with the text '20 METERAI TEMPEL' and a serial number 'E1ALX238636235'. The signature is written across the stamp and extends to the left.

Muhammad Dasep  
Penulis

## DAFTAR ISI

|                                                      |      |
|------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL .....                                  | i    |
| PERNYATAAN PENULIS.....                              | ii   |
| PERSETUJUAN SKRIPSI.....                             | iii  |
| PENGESAHAN SKRIPSI.....                              | iv   |
| HALAMAN PERUNTUKAN.....                              | v    |
| ABSTRAK .....                                        | vi   |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                | vii  |
| KATA PENGANTAR.....                                  | viii |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....        | ix   |
| DAFTAR ISI .....                                     | x    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                   | xiv  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                               | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                            | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                            | 1    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                           | 2    |
| 1.4. Tujuan Penelitian .....                         | 2    |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                        | 2    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                        | 4    |
| 2.1. Penelitian Terkait .....                        | 4    |
| 2.2. Landasan Teori.....                             | 7    |
| 2.2.1. <i>Warehouse</i> (Gudang).....                | 7    |
| 2.2.2. Material Baja .....                           | 7    |
| 2.2.2.1. Karakteristik Mekanis Baja.....             | 7    |
| 2.2.2.2. Keuntungan dan Kerugian Struktur Baja ..... | 10   |
| 2.2.2.3. <i>Engineering Stress – Strain</i> .....    | 11   |
| 2.2.2.4. Pembatasan Kelangsingan.....                | 11   |
| 2.2.2.5. Tarik Pada Baja.....                        | 11   |
| 2.2.2.6. Konsep Luas Penampang .....                 | 12   |
| 2.2.2.7. Geser Blok (Block Shear) .....              | 14   |
| 2.2.2.8. Tekan Pada Baja .....                       | 15   |
| 2.2.2.9. Panjang Efektif Kolom .....                 | 15   |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 2.2.2.10. Tekuk lokal dan Global.....              | 16 |
| 2.2.2.11. Tahanan Tekan Nominal.....               | 18 |
| 2.2.2.12. Balok <i>Castella</i> .....              | 19 |
| 2.2.2.13. Struktur Rangka Batang.....              | 20 |
| 2.2.3. Konsep Pembebanan.....                      | 20 |
| 2.2.3.1. Beban Mati.....                           | 20 |
| 2.2.3.2. Beban Hidup.....                          | 21 |
| 2.2.3.3. Beban Gempa.....                          | 23 |
| 2.2.3.4. Beban Angin.....                          | 31 |
| 2.2.3.5. Beban Hujan.....                          | 32 |
| 2.2.4. Kombinasi Pembebanan.....                   | 32 |
| 2.2.5. Perencanaan Balok Lentur.....               | 33 |
| 2.2.6. Perencanaan Kolom.....                      | 43 |
| 2.2.7. Perencanaan Balok – kolom.....              | 45 |
| 2.2.8. Perencanaan Sambungan Stuktur.....          | 47 |
| 2.2.8.1. Sambungan Baut Tipe Geser.....            | 47 |
| 2.2.8.2. Sambungan Baut Tipe Tarik.....            | 49 |
| 2.2.8.3. Base Plate – Sambungan Baja Ke Beton..... | 50 |
| 2.2.8.4. Baut Angkur ke Beton.....                 | 53 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                     | 58 |
| 3.1. Pendahuluan.....                              | 58 |
| 3.2. Tahapan Penelitian.....                       | 58 |
| 3.2.1. Pengumpulan Data.....                       | 58 |
| 3.2.2. Metode Analisis dan Desain.....             | 59 |
| 3.2.3. Pemodelan dan Analisis Struktur.....        | 59 |
| 3.2.4. Perhitungan Desain.....                     | 59 |
| 3.2.5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....     | 59 |
| 3.3. Diagram Alir Penelitian.....                  | 60 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....                   | 61 |
| 4.1. Tinjauan Umum.....                            | 61 |
| 4.2. . Data dan Konfigurasi Bangunan.....          | 62 |
| 4.3. Perhitungan Pembebanan.....                   | 63 |

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.1. Beban Mati dan Hidup.....                                    | 63  |
| 4.3.2.. Beban Angin .....                                           | 64  |
| 4.3.3. Beban Gempa (SNI 1726 : 2019).....                           | 65  |
| 4.3.3.1. Kategori Resiko Struktur Bangunan .....                    | 66  |
| 4.3.3.2. Kelas Lokasi (Klasifikasi Situs).....                      | 66  |
| 4.3.3.3. Parameter Percepatan Terpertakan ( $S_s$ dan $S_1$ ) ..... | 66  |
| 4.3.3.4. Respon Spektral Desain .....                               | 67  |
| 4.3.3.5. Kategori Desain Seismik.....                               | 69  |
| 4.3.3.6. Periode Alami Bangunan .....                               | 69  |
| 4.3.3.7. Koefisien Respon Seismik .....                             | 71  |
| 4.3.3.8. Berat Seismik Efektif Struktur .....                       | 71  |
| 4.3.3.9. Pembebanan Gempa Dinamis .....                             | 72  |
| 4.3.3.10. Gaya Geser Dasar.....                                     | 73  |
| 4.3.3.11. Kontrol Partisipasi Massa.....                            | 73  |
| 4.3.3.12. Kontrol Simpangan .....                                   | 74  |
| 4.3.4. Kombinasi Pembebanan .....                                   | 75  |
| 4.4. Pemodelan Struktur.....                                        | 75  |
| 4.5. Desain Struktur Sekunder.....                                  | 77  |
| 4.5.1. Perhitungan Dimensi Gording .....                            | 77  |
| 4.5.2. Perhitungan Dimensi Sagrod .....                             | 86  |
| 4.5.3. Perhitungan Dimensi Ikatan Angin.....                        | 87  |
| 4.6. Perhitungan Struktur Utama.....                                | 88  |
| 4.6.1. Struktur Portal Gable Baja Konvensional.....                 | 89  |
| 4.6.1.1. Rafter Variasi Baja Konvensional.....                      | 89  |
| 4.6.1.2. Perhitungan Dimensi Kolom (Rafter Konvensional) .....      | 95  |
| 4.6.1.3. Perhitungan Sambungan (Rafter Konvensional).....           | 104 |
| 4.6.1.3.1. Sambungan Rafter – Rafter.....                           | 104 |
| 4.6.1.3.3. Sambungan Pada Balok Kolom .....                         | 115 |
| 4.6.1.3.4. Desain Base Plate.....                                   | 120 |
| 4.6.1.3.5. Desain Angkur .....                                      | 124 |
| 4.6.1.3.6. Desain Kolom Pedestal .....                              | 127 |
| 4.6.1.3.7. Desain Sloof.....                                        | 139 |
| 4.6.2. Struktur Portal Gable Baja Castellated Beam.....             | 142 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 4.6.2.1. Rafter Variasi II <i>Castella</i> .....          | 142 |
| 4.6.2.2. Perhitungan Dimensi Kolom.....                   | 149 |
| 4.6.2.3. Perhitungan Sambungan (Rafter Konvensional)..... | 158 |
| 4.6.2.3.1. Sambungan Rafter – Rafter.....                 | 158 |
| 4.6.2.3.2. Sambungan Pada Balok Kolom .....               | 162 |
| 4.6.2.3.3. Desain Base Plate.....                         | 166 |
| 4.6.2.3.4. Desain Angkur .....                            | 170 |
| 4.6.2.4. Desain Kolom Pedestal .....                      | 174 |
| 4.6.2.5. Desain Sloof.....                                | 185 |
| 4.6.5. Portal Variasi III Truss.....                      | 189 |
| 4.6.5.1. Batang Atas .....                                | 189 |
| 4.6.5.2. Batang Tegak .....                               | 193 |
| 4.6.5.3. Batang Bawah .....                               | 197 |
| 4.6.5.4. Batang Diagonal.....                             | 202 |
| 4.6.5.5. Kolom (K1).....                                  | 206 |
| 4.6.5.6. Analisis Sambungan.....                          | 215 |
| 4.6.5.7. Sambungan Ab.....                                | 216 |
| 4.6.5.8. Batang Ab .....                                  | 217 |
| 4.6.5.10. Sambungan D.....                                | 222 |
| 4.6.5.11. Desain Base Plate.....                          | 223 |
| 4.6.5.12. Desain Angkur .....                             | 227 |
| 4.6.5.13. Desain Kolom Pedestal .....                     | 231 |
| 4.6.5.14. Desain Sloof.....                               | 242 |
| 4.6.4. Perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya).....      | 245 |
| 4.6.4.1. Perhitungan Volume Pekerjaan.....                | 245 |
| 4.6.4.2. Analisa Harga Satuan.....                        | 247 |
| 4.6.4.3. Rekapitulasi RAB .....                           | 247 |
| 4.6.4.4. Ringkasan Hasil Penelitian .....                 | 248 |
| 4.6.4.5. Rafter Variasi I (Baja Konvensional).....        | 248 |
| 4.6.4.6. Rafter Variasi II (Baja <i>Castella</i> ) .....  | 249 |
| 4.6.4.7. Rafter variasi III (Rangka Batang).....          | 250 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....                           | 251 |
| 5.1. Kesimpulan .....                                     | 251 |
| 5.2. Saran .....                                          | 251 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Kurva Tegangan Regangan.....                                                | 11 |
| Gambar 2. 2 Blok geser pada profil T.....                                               | 14 |
| Gambar 2. 3 Faktor Panjang Efektif.....                                                 | 16 |
| Gambar 2. 4 Penentuan nilai K untuk portal tak bergoyang .....                          | 16 |
| Gambar 2. 5 Penentuan nilai K untuk portal bergoyang .....                              | 16 |
| Gambar 2. 6 Penentuan Simpangan Antar Tingkat .....                                     | 31 |
| Gambar 2. 7 Perilaku Keruntuhan batang tarik baja daktail.....                          | 33 |
| Gambar 2. 8 Perilaku Keruntuhan Elemen Struktur.....                                    | 34 |
| Gambar 2. 9 Dimensi Balok dan Perilakunya .....                                         | 34 |
| Gambar 2. 10 Dimensi Balok dan Perilakunya .....                                        | 35 |
| Gambar 2. 11 Perilaku Penampang Profil Baja berdasarkan kategorinya.....                | 38 |
| Gambar 2. 12 Pengaruh Kelangsingan Terhadap Nilai Cv .....                              | 42 |
| Gambar 2. 13 Kurva interaksi kombinasi gaya – momen sederhana .....                     | 46 |
| Gambar 2. 14 Distribusi gaya eksentrisitas terhadap grup baut .....                     | 48 |
| Gambar 2. 15 Komponen gaya arah x dan y .....                                           | 49 |
| Gambar 2. 16 Pelat Landas.....                                                          | 51 |
| Gambar 2. 17 Distribusi tegangan persegi eksentrisitas besar. ....                      | 52 |
| Gambar 2. 18 mode kegagalan angkur akibat geser dan tarik.....                          | 53 |
| Gambar 2. 19 Beton jebol terhadap tarik.....                                            | 54 |
| Gambar 2. 20 Luas kerusakan beton terproyeksi .....                                     | 55 |
| Gambar 2. 21 Luas kerusakan beton terproyeksi kasus 1.....                              | 56 |
| Gambar 2. 22 Luas kerusakan beton terproyeksi kasus 2.....                              | 56 |
| Gambar 2. 23 Luas kerusakan beton terproyeksi kasus 3.....                              | 57 |
| Gambar 4. 1 Distribusi pembebanan gording.....                                          | 63 |
| Gambar 4. 2 Koefisien angin untuk gedung.....                                           | 64 |
| Gambar 4. 3 Hasil Analisa Data Respon Spektrum Sukabumi .....                           | 68 |
| Gambar 4. 4 Hasil Aplikasi Analisa Data Respon Spektrum Sukabumi .....                  | 69 |
| Gambar 4. 5 Hasil Aplikasi Desain Spektra Indonesia.....                                | 69 |
| Gambar 4. 6 <i>respons spectrum</i> Sukabumi .....                                      | 72 |
| Gambar 4. 7 Pemodelan 3D Tampak Depan Variasi Baja Konvensional dan<br>Casstelated..... | 75 |

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 8 Pemodelan 3D Tampak Samping Variasi IWF dan Castelated Beam ..... | 76  |
| Gambar 4. 9 Stress Ratio .....                                                | 76  |
| Gambar 4. 10 Pemodelan 3D Tampak Depan Space Truss Variasi Tee .....          | 76  |
| Gambar 4. 11 Pemodelan 3D Tampak Samping Space Truss Variasi Tee .....        | 77  |
| Gambar 4. 12 Stress Ratio .....                                               | 77  |
| Gambar 4. 13 Gaya yang bekerja pada gording .....                             | 77  |
| Gambar 4. 14 Light Lip Channels .....                                         | 80  |
| Gambar 4. 15 Penampang Light Lip Channels.....                                | 80  |
| Gambar 4. 16 Penampang Plastis sumbu x Light Lip Channels.....                | 81  |
| Gambar 4. 17 Penampang Plastis sumbu y Light Lip Channels.....                | 81  |
| Gambar 4. 18 BMD Gording hasil pembebanan ultimate .....                      | 84  |
| Gambar 4. 19 BMD Gording hasil pembebanan ultimate .....                      | 86  |
| Gambar 4. 20 Ikatan Angin .....                                               | 87  |
| Gambar 4. 21 Penampang Plastis Sumbu x Profil Iron Wide Flange (IWF).....     | 89  |
| Gambar 4. 22 Penampang Plastis Sumbu y Profil Iron Wide Flange (IWF).....     | 89  |
| Gambar 4. 23 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                  | 90  |
| Gambar 4. 24 <i>Deflection DL + LL SAP2000v14</i> .....                       | 95  |
| Gambar 4. 25 Tampak 1 Depan Gudang.....                                       | 95  |
| Gambar 4. 26 Tampak 2 Depan Gudang.....                                       | 95  |
| Gambar 4. 27 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                  | 96  |
| Gambar 4. 28 Profil IWF.....                                                  | 96  |
| Gambar 4. 29 Penentuan Titik Panjang Efektif Kolom (K) .....                  | 97  |
| Gambar 4. 30 Nomogram Diagram <i>Sidesway Frame Inhabited</i> .....           | 98  |
| Gambar 4. 31 Gaya Dalam <i>SAP2000v14</i> .....                               | 104 |
| Gambar 4. 32 <i>Splice IWF</i> .....                                          | 105 |
| Gambar 4. 33 <i>Splice IWF</i> .....                                          | 106 |
| Gambar 4. 34 Tumpu pada pelat sayap profil .....                              | 107 |
| Gambar 4. 35 Blok geser pada pelat sayap profil.....                          | 108 |
| Gambar 4. 36 Beban eksentris dan konsentris ekivalen pada grup baut .....     | 109 |
| Gambar 4. 37 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                  | 111 |
| Gambar 4. 38 <i>Apex Bolt</i> .....                                           | 112 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 39 Tampak Depan.....                                              | 113 |
| Gambar 4. 40 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 115 |
| Gambar 4. 41 Tampak Samping .....                                           | 116 |
| Gambar 4. 42 Tampak Potongan .....                                          | 116 |
| Gambar 4. 43 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000</i> .....                   | 120 |
| Gambar 4. 44 Distribusi Gaya Pada Pelat Landas .....                        | 122 |
| Gambar 4. 45 Tampak Atas Konfigurasi Pelat Landas dan Pedestal .....        | 124 |
| Gambar 4. 46 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 127 |
| Gambar 4. 47 Gambar Detail Kolom Pedestal .....                             | 128 |
| Gambar 4. 48 Diagram Interaksi Kolom .....                                  | 138 |
| Gambar 4. 49 Gambar Detail Kolom Pedestal .....                             | 139 |
| Gambar 4. 50 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 143 |
| Gambar 4. 51 Tampak Samping Penampang Profil <i>Castellated Beam</i> .....  | 143 |
| Gambar 4. 52 Penampang Plastis Sumbu x Profil <i>Castellated Beam</i> ..... | 144 |
| Gambar 4. 53 Penampang Plastis Sumbu y Profil <i>Castellated Beam</i> ..... | 144 |
| Gambar 4. 54 Tampak 1 Depan Gudang .....                                    | 149 |
| Gambar 4. 55 Tampak 2 Depan Gudang .....                                    | 149 |
| Gambar 4. 56 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 150 |
| Gambar 4. 57 Profil IWF.....                                                | 150 |
| Gambar 4. 58 Penentuan Titik Panjang Efektif Kolom (K) .....                | 151 |
| Gambar 4. 59 Nomogram Diagram <i>Sidesway Frame Inhabited</i> .....         | 152 |
| Gambar 4. 60 Gaya Dalam <i>SAP2000v14</i> .....                             | 152 |
| Gambar 4. 63 Tumpu Pelat.....                                               | 153 |
| Gambar 4. 64 Blok geser pada pelat sambungan.....                           | 153 |
| Gambar 4. 65 Beban eksentris dan konsentris ekivalen pada grup baut.....    | 154 |
| Gambar 4. 66 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 158 |
| Gambar 4. 67 <i>Apex Bolt</i> .....                                         | 159 |
| Gambar 4. 68 Potongan .....                                                 | 160 |
| Gambar 4. 69 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 163 |
| Gambar 4. 70 Tampak Samping .....                                           | 163 |
| Gambar 4. 71 Potongan .....                                                 | 164 |
| Gambar 4. 72 Gaya Dalam Hasil <i>Output SAP2000v14</i> .....                | 167 |

|                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 4. 73 Distribusi Gaya Pada Pelat Landas.....                   | 168 |
| Gambar 4. 74 Tampak Atas Pelat Landas dan Pedestal .....              | 170 |
| Gambar 4. 75 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14.....                  | 174 |
| Gambar 4. 76 Gambar Detail Kolom Pedestal .....                       | 175 |
| Gambar 4. 77 Digram Interkasi Kolom.....                              | 185 |
| Gambar 4. 78 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14.....                  | 186 |
| Gambar 4. 79 Tampak Depan Portal <i>Space Truss</i> Profil Tees ..... | 189 |
| Gambar 4. 80 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14.....                  | 189 |
| Gambar 4. 81 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 193 |
| Gambar 4. 82 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 194 |
| Gambar 4. 83 Titik Berat dan <i>Shear Center</i> Profil Tees .....    | 194 |
| Gambar 4. 84 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 198 |
| Gambar 4. 85 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 198 |
| Gambar 4. 86 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 202 |
| Gambar 4. 87 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 202 |
| Gambar 4. 88 Titik Berat dan <i>Shear Center</i> Profil Tees .....    | 203 |
| Gambar 4. 89 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                 | 207 |
| Gambar 4. 90 Profil IWF.....                                          | 207 |
| Gambar 4. 91 Penentuan Titik Panjang Efektif Kolom (K) .....          | 208 |
| Gambar 4. 92 <i>Nomogram Diagram Sidesway Frame Inhabited</i> .....   | 209 |
| Gambar 4. 93 Konfigurasi Rafter Variasi III.....                      | 216 |
| Gambar 4. 94 Konfigurasi Rafter Variasi III.....                      | 216 |
| Gambar 4. 95 Detail Batang Ab .....                                   | 217 |
| Gambar 4. 96 Jarak Bersih Sambungan Sisi Atas .....                   | 218 |
| Gambar 4. 97 Jarak Bersih Sambungan Sisi Bawah .....                  | 219 |
| Gambar 4. 98 Konfigurasi Detail C.....                                | 220 |
| Gambar 4. 99 Konfigurasi Detail D .....                               | 222 |
| Gambar 4. 100 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                | 224 |
| Gambar 4. 101 Distribusi Gaya Pada Pelat landas .....                 | 226 |
| Gambar 4. 102 Tampak Atas Pelat Landas dan Pedestal .....             | 227 |
| Gambar 4. 103 Gaya Dalam Hasil Output SAP2000v14 .....                | 231 |
| Gambar 4. 104 Detail Kolom Pedestal .....                             | 232 |
| Gambar 4. 105 Diagram Interaksi Kolom .....                           | 241 |
| Gambar 4. 106 Detail Kolom Pedestal .....                             | 242 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....                                                          | 4   |
| Tabel 2. 2 Karakteristik Mekanis Baja Berdasarkan Mutunya.....                                | 8   |
| Tabel 2. 3 .Karakteristik Mekanis Baja Struktural Secara Umum.....                            | 8   |
| Tabel 2. 4 Karakteristik Mekanis Baja Berdasarkan <i>ASTM</i> .....                           | 9   |
| Tabel 2. 5 Rasio Tebal terhadap Lebar.....                                                    | 17  |
| Tabel 2. 6 SNI 1727 - 2020 .....                                                              | 21  |
| Tabel 2. 7 Kategori Resiko.....                                                               | 23  |
| Tabel 2. 8 Klasifikasi situs berdasarkan nilai rata – rata dari $V_s$ , $N$ , dan $S_u$ ..... | 26  |
| Tabel 2. 9 Faktor keutamaan gempa $I_e$ (SNI 1726 – 2019).....                                | 27  |
| Tabel 2. 10 Kategori Desain Seismik berdasarkan SDS (SNI 1726 – 2019) .....                   | 28  |
| Tabel 2. 11 Kategori Desain Seismik berdasarkan $S_{DI}$ (SNI 1726 – 2019) .....              | 28  |
| Tabel 2. 12 Koefisien Situs, $F_a$ (SNI 1726 – 2019).....                                     | 29  |
| Tabel 2. 13 Koefisien Situs, $F_v$ (SNI 1726 – 2019).....                                     | 29  |
| Tabel 2. 14 Koefisien Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ .....                               | 30  |
| Tabel 2. 15 Koefisien Beban Angin .....                                                       | 32  |
| Tabel 2. 16 Klasifikasi Elemen Tekan Komponen Struktur yang Memikul Lentur .<br>.....         | 38  |
| Tabel 4. 1 Rekapitulasi Beban Angin Pada .....                                                | 65  |
| Tabel 4. 2 Nilai Respon Spektra Desain.....                                                   | 67  |
| Tabel 4. 3 Berat Struktur .....                                                               | 72  |
| Tabel 4. 4 Gaya Geser Dasar .....                                                             | 73  |
| Tabel 4. 5 Gaya Geser Dasar Statik vs Dinamik .....                                           | 73  |
| Tabel 4. 6 <i>Participating Mass Ratio Output SAP2000v14</i> .....                            | 74  |
| Tabel 4. 7 <i>Story Drift</i> Arah x.....                                                     | 74  |
| Tabel 4. 8 <i>Story Drift</i> Arah y.....                                                     | 75  |
| Tabel 4. 9 Momen Pada Gording .....                                                           | 79  |
| Tabel 4. 10 Rekapitulasi tegangan kritis .....                                                | 99  |
| Tabel 4. 11 Rekapitulasi Momen Nominal.....                                                   | 102 |
| Tabel 4. 12 Properti baut dalam grup (kolom kiri).....                                        | 109 |
| Tabel 4. 13 gaya geser dibaut (P) (kolom kiri).....                                           | 110 |
| Tabel 4. 14 kapasitas momen sambungan .....                                                   | 114 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 4. 15 kapasitas momen sambungan .....                  | 119 |
| Tabel 4. 16 Rangkuman kuat batas angkur terhadap tarik ..... | 125 |
| Tabel 4. 17 Rangkuman kuat batas angkur terhadap geser ..... | 126 |
| Tabel 4. 18 regangan tulangan dengan variasi C.....          | 256 |
| Tabel 4. 19 gaya dengan variasi C.....                       | 257 |
| Tabel 4. 20 Rekapitulasi Momen Nominal.....                  | 156 |
| Tabel 4. 21 properti baut dalam grup (kolom kiri) .....      | 156 |
| Tabel 4. 22 gaya geser dibaut (P) (kolom kiri).....          | 157 |
| Tabel 4. 23 kapasitas momen sambungan .....                  | 161 |
| Tabel 4. 24 kapasitas momen sambungan .....                  | 165 |
| Tabel 4. 25 Rangkuman kuat batas angkur terhadap tarik ..... | 172 |
| Tabel 4. 26 Rangkuman kuat batas angkur terhadap geser ..... | 174 |
| Tabel 4. 27 regangan tulangan dengan variasi C.....          | 201 |
| Tabel 4. 28 gaya dengan variasi C.....                       | 262 |
| Tabel 4. 29 Rekapitulasi tegangan kritis .....               | 210 |
| Tabel 4. 30 Rekapitulasi Momen Nominal.....                  | 213 |
| Tabel 4. 31 Rangkuman kuat batas angkur terhadap tarik ..... | 229 |
| Tabel 4. 32 Rangkuman kuat batas angkur terhadap geser ..... | 230 |
| Tabel 4. 33 regangan tulangan dengan variasi C.....          | 264 |
| Tabel 4. 34 gaya dengan variasi C.....                       | 265 |
| Tabel 4. 35 Rekapitulasi RAB Portal Variasi I .....          | 247 |
| Tabel 4. 36 Rekapitulasi RAB Portal Variasi II.....          | 248 |
| Tabel 4. 37 Rekapitulasi RAB Portal Variasi III.....         | 248 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------|
| Lampiran 1  | : Tabel <i>Participating Mass Ratio Output SAP2000v14</i> |
| Lampiran 2  | : Tabel gaya dan regangan Kolom Pedestal Portal Variasi 1 |
| Lampiran 3  | : Gaya Geser Pada Sambungan <i>Castella</i>               |
| Lampiran 4  | : Tabel gaya dan regangan Kolom Pedestal Portal Variasi 2 |
| Lampiran 5  | : Tabel gaya dan regangan Kolom Pedestal Portal Variasi 3 |
| Lampiran 6  | : Gambar 3D Pemodelan Struktur Variasi I dan II           |
| Lampiran 7  | : Gambar 3D Pemodelan Struktur Variasi III                |
| Lampiran 8  | : Deformasi Struktur Struktur Variasi I dan II            |
| Lampiran 9  | : Deformasi Struktur Struktur Variasi III                 |
| Lampiran 10 | : BMD Portal Variasi 1 dan II                             |
| Lampiran 11 | : NFD Portal Variasi I dan II                             |
| Lampiran 11 | : SFD Portal Variasi I dan II                             |
| Lampiran 12 | : NFD Aksial Portal Variasi III                           |
| Lampiran 13 | : Gambar Denah Variasi I, II dan III                      |
| Lampiran 14 | : Gambar Portal As A Variasi I                            |
| Lampiran 15 | : Gambar Portal As B Variasi I                            |
| Lampiran 16 | : Gambar Portal As A Variasi II                           |
| Lampiran 17 | : Gambar Portal As B Variasi II                           |
| Lampiran 18 | : Gambar Portal As A Variasi III                          |
| Lampiran 19 | : Gambar Portal As B Variasi III                          |
| Lampiran 20 | : Gambar Sambungan Detail A Variasi I                     |
| Lampiran 21 | : Gambar Sambungan Detail B Variasi I                     |
| Lampiran 22 | : Gambar Sambungan Detail C Variasi I                     |
| Lampiran 23 | : Gambar Sambungan Detail A Variasi II                    |
| Lampiran 24 | : Gambar Sambungan Detail B Variasi II                    |
| Lampiran 25 | : Gambar Sambungan Detail C Variasi II                    |
| Lampiran 26 | : Gambar Sambungan Detail D Variasi I dan II              |
| Lampiran 27 | : Gambar Sambungan Detail A dan B Variasi III             |
| Lampiran 28 | : Gambar Sambungan Detail D Variasi III                   |
| Lampiran 29 | : Gambar Simpangan <i>Mode Shape</i>                      |
| Lampiran 30 | : Lampiran Perhitungan Simpangan                          |
| Lampiran 31 | : Kombinasi Pembebanan                                    |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi senantiasa mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebab konstruksi bangunan merupakan suatu hal yang sangat erat keterkaitannya dengan kehidupan sehari – hari. Adapun salah satu perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi adalah teknologi konstruksi menggunakan material baja, dimana ini bertujuan agar kualitas konstruksi tersebut semakin meningkat. [1] Agar didapatkan suatu infrastruktur bangunan yang efisien perlu adanya perencanaan struktur yang matang serta perencanaan struktur yang stabil, kuat, mampu layan, awet dan memenuhi tujuan – tujuan lainnya seperti halnya bangunan yang ekonomis dan kemudahan dalam pengerjaannya.

Pada konstruksi bangunan modern, struktur baja menjadi pilihan handal. Bagaimana tidak, baja adalah material yang rasio kekuatan terhadap beratnya relatif tinggi, sehingga konstruksinya jadi relative ringan. Baja juga hasil produk pabrik sehingga mutu terjaga ketat. oleh sebab itu sifat materialnya relatif homogen, dan cukup konsisten. dibanding jenis material lainnya. Konsekuensinya, elemen struktur baja umumnya langsing, baik dari segi penampang atau secara baja karena buatan pabrik maka ukurannya terbatas, sehingga perlu sistem sambungan untuk merangkainya menjadi satu kesatuan lebih besar.[2]

Salah satu struktur baja yang sering dijumpai adalah gudang atau *warehouse* yang banyak digunakan oleh perusahaan penyimpanan dan ritel. Dengan konfigurasi struktur yang didominasi oleh berat sendiri struktur maka pemakaian profil IWF atau *Wide Flange* khususnya pada rafter yang penulis rasa kurang efisien dari segi biaya. Sehingga penulis ingin mengajukan alternatif desain menggunakan baja *Castellated Beam* dan Rangka Batang pada rafter.

Sejalan dengan penjelasan diatas, maka dari itu penulis ingin melakukan analisis struktur dan desain gudang dengan material yang sama namun memakai profil rafter *Castellated Beam*, *Iwf* dan Rangka Batang serta tinjauan dari segi biaya, hal tersebut sebagai pertimbangan *owner* dalam pemilihan profil untuk efisiensi biaya konstruksi.

### 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar perbandingan rencana anggaran biaya struktur baja dengan rafter *Castellated Beam* , *Iwf* dan Rangka Batang ?
2. Bagaimana hasil dimensi ketiga variasi rafter ?
3. Variasi apa yang paling efisien terhadap biaya dan kemudahan dalam pelaksanaannya ?

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Profil rafter yang digunakan pada struktur yang di desain adalah *Castellated Beam* , *Iwf* dan rangka batang profil *Tee*
2. Perhitungan desain struktur baja menggunakan metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*)
3. Pada desain struktur gudang ini tidak melakukan perhitungan terhadap analisa waktu pekerjaanya.
4. penelitian ini hanya berfokus pada perhitungan struktur atas tidak dengan struktur bawah.
5. Analisis struktur dilakukan dengan pemodelan struktur menggunakan software *SAP2000v14*.
6. Perhitungan perencanaan ini disesuaikan dengan peraturan – peraturan sebagai berikut :
  - a. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729 : 2020)
  - b. Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726 : 2019)
  - c. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain (SNI 1727 : 2020)

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur atas bangunan gudang menggunakan struktur baja dengan profil diatas yang meliputi kolom, rafter serta sambungannya.
2. Mengetahui perbandingan biaya struktur portal gable dengan rafter *Castellated Beam*, *Iwf* dan rangka batang profil *Tee* sebagai pilihan untuk efisiensi biaya.

### 1.5. Manfaat Penelitian

#### 1.5.1. Manfaat Teoritis

1. Dapat mengetahui hasil desain dari profil yang berbeda.
2. Dapat mengetahui perbandingan biaya dengan pemilihan profil yang berbeda.

3. Dapat melakukan desain ulang struktur atas yang diharapkan dapat menjadi alternatif bagi perencanaan gudang dimasa yang akan datang.

#### **1.5.2. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian ini diharapkan secara praktis dapat menjadi masukan bagi para perencana atau instansi terkait dalam pengambilan keputusan untuk melakukan pembangunan gudang, secara matang dari segi kekuatan dan efisiensi biaya.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **1.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan dan penelitian diatas maka dapat ditarik kesimpulan untuk ketiga variasi yang direncanakan pada gudang dengan bentang 36 x 120 m dengan hasil dimensi diatas mumpuni dalam menahan beban tetap dan transien sesuai perhitungan SNI sebagai berikut :

a. Portal Variasi Rafter Baja Konvensional

Rafter : IWF 500 . 300

Kolom : H 400 . 400

Rencana Anggaran Biaya : Rp. 282.873.552

b. Portal Variasi Rafter Baja *Castella*

Rafter : IWF 450 . 200 menjadi 675 . 200

Kolom : H 400 . 400

Rencana Anggaran Biaya : Rp. 250.887.947

c. Portal Variasi Rangka Batang

T. 200 . 100

T. 175 . 175

T. 100 . 100

Kolom : H 400 . 400

Rencana Anggaran Biaya : Rp. 161.339.803

d. Dari hasil perhitungan untuk portal yang paling efisien terhadap rencana anggaran biaya adalah portal variasi rangka batang dan untuk kemudahan pelaksanaan adalah portal variasi rafter baja konvensional.

#### **1.2. Saran**

Pada penelitian selanjutnya untuk analisis struktur memakai analisis orde ke 2 yang memperhitungkan stabilitas geometri seperti *DAM (Direct Analisis Method)* agar hasil dimensi lebih baik lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. M. T. Haryono, “Perencanaan Alternatif Struktur Baja Gedung Ptiik Universitas Brawijaya Malang Mengacu Pada Sni 1729 : 2015 Firsty Adinda Firdauzy , Wisnumurti , Christinremayanti N Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Pendahuluan Seiring Berjalanny,” Vol. 37, 2015..[garuda.kemdikbud.go.id](http://garuda.kemdikbud.go.id)
- [2] B. Widodo, “Kontruksi Cerucuk - Matras Bambu Sebagai Perkuatan Tanah Dasar Yang Lunak Dengan Muka Air Tanah Tinggi Untuk Memikul Beban Timbunan,” 2023..[repository.unissula.ac.id](http://repository.unissula.ac.id)
- [3] M. D. Tabitha Denelli Tinangon, Vecky Yanny Gosal, “Analisis Yuridis Perjanjian Jaminan Resi Gudang Di Indonesia,” Vol. Ix, No. 12, Pp. 213–223, 2021..[ejournal.unsrat.ac.id](http://ejournal.unsrat.ac.id)
- [4] N. Aenin Isnah Taqiya Ashfa, “Perencanaan Bangunan Gudang Dengan Struktur Baja Pada Tanah Lunak Diajukan,” 2021..[repository.unissula.ac.id](http://repository.unissula.ac.id)
- [5] W. Dewobroto, “Struktur Baja. Perilaku, Analisis Dan Desain,” P. 758, 2015..[scholar.google.com](http://scholar.google.com)
- [6] H. Wijaya, “Studi Numerik Pola Geser Blok Alternatif Pada Sambungan Ujung Batang Tarik Profil T.” [journal.untar.ac.id](http://journal.untar.ac.id)
- [7] Badan Standardisasi Nasional, “Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural,” *Sni 1729-2020*, No. 8, Pp. 1–336, 2020..[bsn.go.id](http://bsn.go.id)
- [8] L. Lammirta, Levina, S.Tedianto, “Analisis Tegangan Dan Defleksi Pada Balok Kastela Dengan Bukaian Rhomb Menggunakan Metode Elemen Hingga,” Vol. 1, No. 1, Pp. 55–64, 2018..[www.academia.edu](http://www.academia.edu)
- [9] A. Setia Budi, “Studi Keandalan Struktur Jembatan Sungai Pappa Berdasarkan Beban Lalu Lintas,” Vol. 2507, No. 1, Pp. 1–9, 2020, [repository.poliupg.ac.id](http://repository.poliupg.ac.id)
- [10] H. K. Buwono, D. Tetap, T. Sipil, And U. Muhammadiyah, “Analisis

Konstruksi Gable Dengan Rafter Menggunakan Profil Baja Ihsanuddin,” Pp. 77–89.[jurnal.umj.ac.id](http://jurnal.umj.ac.id)

- [11] Standardisasi And Nasional Indonesia, “Sni 1727 : 2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain,” 2020. [bsn.go.id](http://bsn.go.id)
- [12] R. Laksono, N. Ray, And L. N. S. B. Wibowo, “Studi Optimalisasi Jembatan Tipe Rangka Batang Pada Sungai Sei Nyahing,” *J. Tek. Sipil*, Vol. 12, No. 2, Pp. 73–77, 2023, Doi: 10.36546/Tekniksipil.V12i2.828.
- [13] Standardisasi And N. Indonesia, “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung,” No. 8, 2020. [bsn.go.id](http://bsn.go.id)
- [14] D. Pu, “Pppurg\_1987.Pdf.” 1987. [bsn.go.id](http://bsn.go.id)
- [15] O. H. Murtianto, “Potensi Kerusakan Gempa Bumi Akibat Pergerakan Patahan Sumatera Di Sumatera Barat Dan Sekitarnya Oleh : Hendro Murtianto\*) Abstrak”.[ejournal.upi.edu](http://ejournal.upi.edu)
- [16] D. Linggasari, Vincent, And K. Xavira, “Konsep Perencanaan Konstruksi Baja Bangunan Gedung,” *Lintar.Untar.Ac.Id*, 2021, [lintar.untar.ac.id](http://lintar.untar.ac.id)
- [17] H. H. Campbell, “Specifications For Structural Steel,” *Trans. Am. Soc. Civ. Eng.*, Vol. 33, No. 1, Pp. 297–343, 1895, Doi: 10.1061/Taceat.0001170.[ascelibrary.org](http://ascelibrary.org)
- [18] F. S. Ibrahim, “Development Of Design Procedures For Steel Girder Bolted Splices,” No. 4, P. 2015, 2015.[search.proquest.com](http://search.proquest.com)
- [19] F. Cahyono, “Study Perbandingan Proyek Pembangunan Gedung Metode Pelaksanaan Precast Dengan Metode Konvensional Dilihat Dari Segi Waktu Dan Biaya (Study Kasus Proyek Asrama Balai Sungai Surakarta Teknologi N-Panel System).” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2010.[eprints.ums.ac.id](http://eprints.ums.ac.id)

- [20] Y. D. Glenn, R. Pangau, B. Pandaleke, And H. Dwi, “Analisis Dimensi Pelat Dasar (Base Plate) Pada Kolom Struktur Baja Yang Mampu Tahan Terhadap Efek Pray,” *J. Sipil Statik*, Vol. 4, No. Juni, Pp. 375–382, 2016.[ejournal.unsrat.ac.id](http://ejournal.unsrat.ac.id)
- [21] Fisher; James M., “Base Plate And Anchor Rod Design,” *Aisc Des. Ser.*, P. 73, 2006.[scholar.google.com](http://scholar.google.com)
- [22] Kementrian Pupr, “Permen Pupr No 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat,” *Kementrian Pupr*, Pp. 1–18, 2022.[jdih.pu.go.id](http://jdih.pu.go.id)

