

TESIS

**MODEL TEKNOLOGI RUMAH INSTAN BAJA
RINGAN SEBAGAI ALTERNATIF GUDANG PROYEK
YANG PRAKTIS DAN EKONOMIS**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

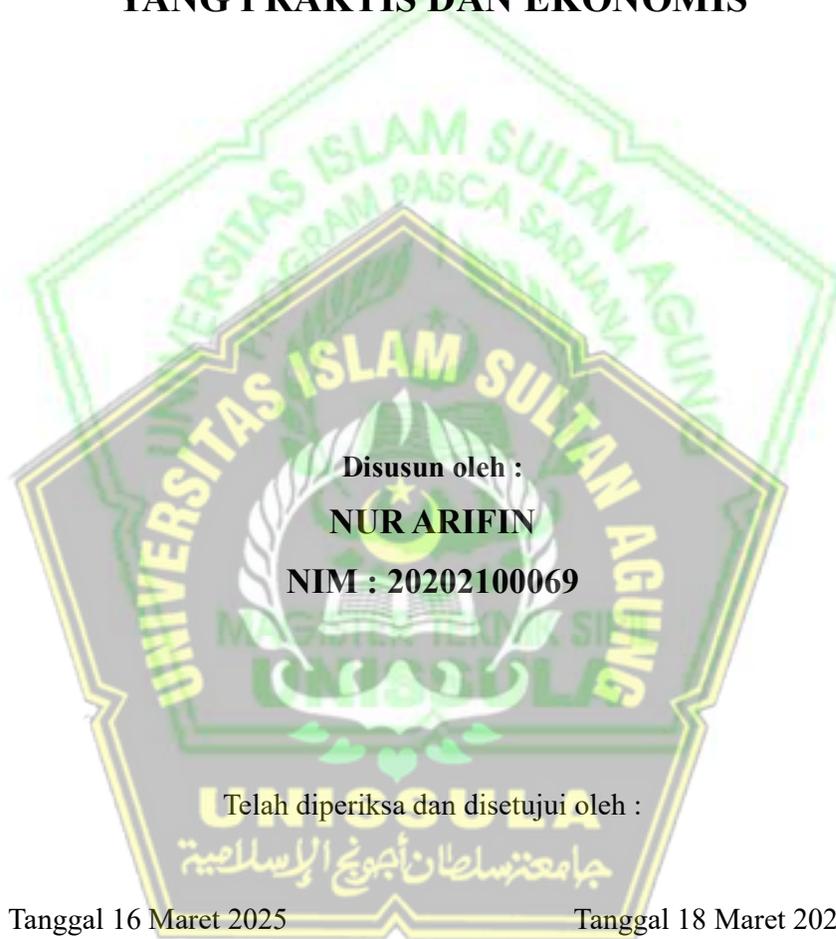
NUR ARIFIN

NIM : 20202100069

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**MODEL TEKNOLOGI RUMAH INSTAN BAJA
RINGAN SEBAGAI ALTERNATIF GUDANG PROYEK
YANG PRAKTIS DAN EKONOMIS**



Disusun oleh :
NUR ARIFIN
NIM : 20202100069

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

جامعته سلطان أبجونغ الإسلامية

Tanggal 16 Maret 2025

Tanggal 18 Maret 2025

Pembimbing I,

Pembimbing II

Dr. Ir. Kartono Wibowo, M.M., M.T.

NIK. 210291015

Dr. Juny Andry Sulisty, S.T., M.T.

NIK. 210222097

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**MODEL TEKNOLOGI RUMAH INSTAN BAJA
RINGAN SEBAGAI ALTERNATIF GUDANG PROYEK
YANG PRAKTIS DAN EKONOMIS**

Disusun oleh :

NUR ARIFIN

NIM : 20202100069

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal

(21 Maret 2025)

Tim Penguji :

1. Ketua
(Dr. Ir. Juni Andry Sulisty, S.T., M.T.)
2. Anggota
(Ir. Moh. Faiqun Ni'am M.T., Ph. D.)
3. Anggota
(Dr. Rifqi Brilyant Arif, S.T., M.T.)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Magister Teknik (MT) Semarang

Semarang, 21 Maret 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Ir. Antonius, M.T.,

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T.

NIK. 210200031

MOTTO

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا
لَّهُمْ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ ﴿١١٠﴾

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik. (Q.S Al Imron 110)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, yang telah memberikan kekuatan, Kesehatan dan kesempatan untuk menyelesaikan tesis ini. Tesis ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta, H. Solichin (Alm) dan Hj. Siti Widayati (Almh).
2. Hj. Sri Marheniwati, istri tercinta dan ketiga anak saya yang selalu memberikan dukungan, kesabaran dan doa.
3. Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, M.M., M.T selaku Pembimbing I atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan tesis ini.
4. Dr. Juni Andry Sulisty, S.T., M.T selaku Pembimbing I atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan tesis ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen lingkungan Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Rekan-rekan program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang tahun Angkatan 49 yang selalu kompak memberikan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih atas semua kontribusi yang menyempurnakan tesis ini.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya bidang Teknik sipil memberikan inspirasi untuk penelitian – penelitian selanjutnya.

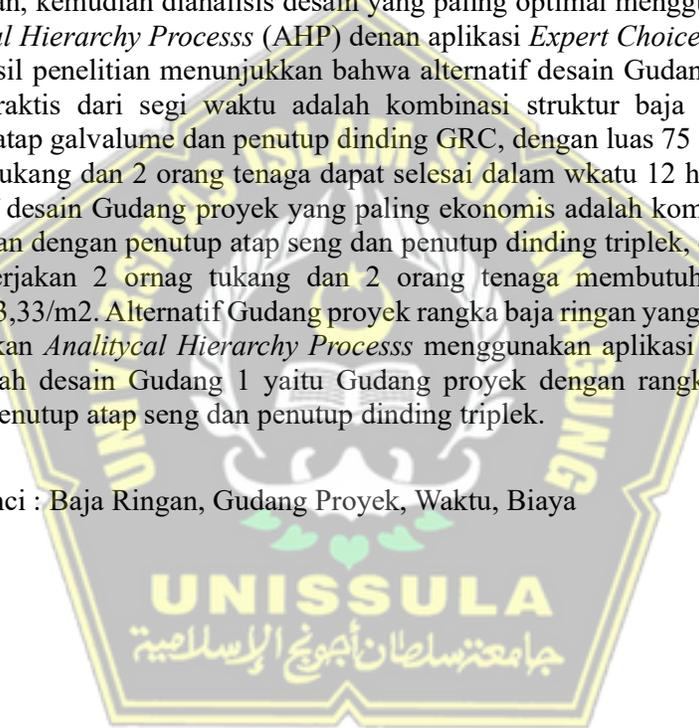
ABSTRAK

Gudang proyek memiliki peran krusial dalam mendukung kelancaran konstruksi, terutama dalam manajemen material agar proyek berjalan efisien dari segi waktu dan biaya. Namun, metode konvensional dalam pembangunan gudang proyek sering kali tidak optimal karena durasi pengerjaan yang lama dan biaya tinggi. Studi ini menawarkan alternatif model gudang proyek berbasis teknologi rumah instan dengan struktur baja ringan yang lebih cepat dibangun dan lebih ekonomis dibandingkan metode konvensional. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis desain Gudang proyek yang praktis dan ekonomis.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan deskriptif kualitatif untuk menganalisis aspek mutu, biaya, dan waktu pembangunan gudang proyek. Data diperoleh melalui analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) serta kajian terhadap kombinasi material yang optimal. Dari hasil analisis waktu dan biaya yang didapatkan, kemudian dianalisis desain yang paling optimal menggunakan metode *Analitycal Hierarchy Process* (AHP) dengan aplikasi *Expert Choice v.11*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif desain Gudang proyek yang paling praktis dari segi waktu adalah kombinasi struktur baja ringan dengan penutup atap galvalume dan penutup dinding GRC, dengan luas 75 m², dikerjakan 2 orang tukang dan 2 orang tenaga dapat selesai dalam waktu 12 hari. Sedangkan alternatif desain Gudang proyek yang paling ekonomis adalah kombinasi struktur baja ringan dengan penutup atap seng dan penutup dinding triplek, dengan luas 75 m², dikerjakan 2 orang tukang dan 2 orang tenaga membutuhkan biaya Rp 1.204.433,33/m². Alternatif Gudang proyek rangka baja ringan yang paling optimal berdasarkan *Analitycal Hierarchy Process* menggunakan aplikasi *Expert Choice v.11* adalah desain Gudang 1 yaitu Gudang proyek dengan rangka baja ringan, dengan penutup atap seng dan penutup dinding triplek.

Kata Kunci : Baja Ringan, Gudang Proyek, Waktu, Biaya



ABSTRACT

Project warehouses have a crucial role in supporting the smooth construction process, especially in material management so that the project runs efficiently in terms of time and cost. However, conventional methods in the construction of project warehouses are often not optimal due to the long duration of work and high costs. This study offers an alternative project warehouse model based on instant house technology with a light steel structure that is faster to build and more economical than conventional methods. The purpose of this research is to analyze the design of a practical and economical project warehouse.

This study uses quantitative and qualitative descriptive approaches to analyze the quality, cost, and time aspects of project warehouse construction. Data was obtained through the analysis of the unit price of work (AHSP) and the study of the optimal combination of materials. From the results of the analysis of time and cost obtained, the most optimal design is then analyzed using the Analytical Hierarchy Process (AHP) with the Expert Choice v.11 application.

The results show that the most practical alternative to the design of the project warehouse in terms of time is a combination of light steel structure with galvalume roof covering and GRC wall covering, with an area of 75 m², worked by 2 craftsmen and 2 workers can be completed in 12 days. While the most economical alternative design of the project warehouse is a combination of light steel structures with zinc roof covers and plywood wall coverings, with an area of 75 m², done by 2 craftsmen and 2 workers at a cost of Rp 1,204,433.33/m². The most optimal alternative for the light steel frame project warehouse based on the Analytical Hierarchy Process using Expert Choice v.11 is Design 1, which is a warehouse project with a light steel frame, with a roof cover made of galvanized iron and wall coverings of plywood.

Keywords : Light Steel, Project Warehouse, Time, Cost

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Arifin, S.T.

NIM : 20202100069

Dengan ini saya nyatakan bahwa tesis yang berjudul :

Model Teknologi Rumah Instan Baja Ringan sebagai Alternatif Gudang Proyek yang Praktis dan Ekonomis

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan Tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 21 Maret 2025



Nur Arifin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, serta shalawat dan salam semogra tercurah kepada Nabi Muhammad SAW atas tauladan pada umat untuk senantiasa sabar, ikhlas dan berdoa dalam berikhtiar. Penyusunan tesis yang berjudul “**Model Teknologi Rumah Instan Baja Ringan sebagai Alternatif Gudang Proyek yang Praktis dan Ekonomis**” dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, masukan dan motivasi dari berbagai pihak, untuk itu padakeempatan ini penulis haturkan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Prof. Dr. Ir. Antonius M.T. , Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universita Islam Sultan Agung Semarang.
3. Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, M.M., M.T selaku Pembimbing I atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan tesis ini.
4. Dr. Juni Andry Sulisty, S.T., M.T selaku Pembimbing I atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan tesis ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen lingkungan Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih atas semua kontribusi yang menyempurnakan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa semua yang tertuang dalam tesis ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun sistematika penulisannya. Oleh karena itu kritik yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan tesis ini.

Semarang, Maret 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
MOTTO.....	Error! Bookmark not defined.v
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.x
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konstruksi Baja Ringan.....	5
2.2 Kelebihan dan Kekurangan Baja Ringan	7
2.3 Tegangan Leleh, kekuatan Tarik dan Kurva Tegangan – Regangan pada Baja Ringan	8
2.4 Kekhusuan Perencanaan Material Baja Ringan	9
2.5 Batang Tekan.....	9
2.6 Teori Tekuk Euler	9
2.7 Kondisi Batas <i>Cold Formed Steel</i>	10
2.8 Profil Baja Ringan	11
2.9 Gudang Proyek	13
2.10 Proyek	15
2.11 <i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	17
2.12 Landasan Teori	22
2.13 Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Bentuk Penelitian.....	<u>26</u>
3.2 Lokasi Penelitian.....	26
3.3 Tahapan Penelitian.....	277
3.4 Metode Pengumpulan Data	29

3.5 Metode Pengolahan Data	32
3.6 Metode Analisis Data.....	32
3.7 Alur Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengumpulan Data	35
4.2 Analisis Data	35
4.3 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	66



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan	26
Tabel 4.1 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 1	34
Tabel 4.2 Analisis Volume Gudang Alternatif 1	35
Tabel 4.3 Harga Satuan Material Alternatif 1	36
Tabel 4.4 Harga Satuan Tenaga Alternatif 1	37
Tabel 4.5 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 2	42
Tabel 4.6 Analisis Volume Gudang Alternatif 2	43
Tabel 4.7 Harga Satuan Material Alternatif 2	44
Tabel 4.8 Harga Satuan Tenaga Alternatif 2	45
Tabel 4.9 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 3	50
Tabel 4.10 Analisis Volume Gudang Alternatif 3	51
Tabel 4.11 Harga Satuan Material Alternatif 3	52
Tabel 4.12 Harga Satuan Tenaga Alternatif 3	52
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Analisis	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Baja Ringan	5
Gambar 2.2 Profil C75/075	12
Gambar 2.3 Profil Reng Model U 32.045	13
Gambar 2.4 Profil Reng Asimetris	13
Gambar 2.5 Landasan Teori	17
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 4.1 Gambar Potongan Struktur Baja Ringan Gudang Proyek.....	30
Gambar 4.2 Denah Gudang Proyek	31
Gambar 4.3 Tampak Depan Gudang Proyek.....	31
Gambar 4.4 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 1	32
Gambar 4.5 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 1.....	33
Gambar 4.6 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 1	33
Gambar 4.7 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 1	34
Gambar 4.8 RAB AKternatif Desain Gudang 1	38
Gambar 4.9 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 1	39
Gambar 4.10 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 2	40
Gambar 4.11 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 2.....	41
Gambar 4.12 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 2	41
Gambar 4.13 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 2	42
Gambar 4.14 RAB AKternatif Desain Gudang 2.....	46
Gambar 4.15 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 2	47
Gambar 4.16 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 3	48
Gambar 4.17 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 3.....	49
Gambar 4.18 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 3	49
Gambar 4.19 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 3	50
Gambar 4.20 RAB AKternatif Desain Gudang 3.....	54
Gambar 4.21 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 3	55
Gambar 4.22 Data Responden pada <i>Expert Choice v. 11</i>	58
Gambar 4.23 Input dan Perhitungan Bobot antar Kriteria	59
Gambar 4.24 Hasil Perhitungan Bobot antar Kriteria.....	59

Gambar 4.25 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek Berdasarkan Kriteria Waktu	60
Gambar 4.26 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek Berdasarkan Kriteria Biaya	61
Gambar 4.27 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek Berdasarkan Kesleuruhan Kriteria	62
Gambar 4.28 Rekapitulasi <i>Expert Choice v. 11</i>	62
Gambar 4.29 Grafik <i>Relatife Priority</i>	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data AHSP Kabupaten Demak Tahun 2024.....	62
Lampiran 2 RAB Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak.....	183
Lampiran 3 S Curve Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga	197
Lampiran 4 Harga Material KAbupaten Demak 2024	199
Lampiran 5 Harga Tenaga Kabupaten Demak Tahun 2024	213
Lampiran 6 Dokumentasi Gudang Proyek.....	215
Lampiran 7 Kuesioner <i>Expert Choice</i>	217





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi menghasilkan berbagai perkembangan metode pembuatan rumah. Salah satunya adalah produk rumah instan yang telah dikembangkan kementerian PUPR. Berbagai macam rumah instan yang ada di Indonesia antara lain RISHA (Rumah Instan Sederhana Sehat), RUSPIN (Rumah Sistem Panel Instan), RIKa (Rumah Instan Kayu), RISBA (Rumah Instan Struktur Baja) dan RISBARI. Teknologi yang diterapkan pada pembuatan rumah instan di atas merupakan perwujudan pembangunan rumah dengan sistem modular dengan konsep yang membagi sistem menjadi bagian – bagian kecil (modul) yang dapat dirakit menjadi produk lebih besar dan berbeda – beda. Desain bangunan rumah dengan sistem modular ini dapat diubah – ubah atau dikembangkan sesuai dengan kebutuhan penghuninya.

Berbagai macam rumah instan sederhana yang ada di Indonesia, yaitu RISHA, RUSPIN, RIKa, RISBA dan RISBARI hanya menunjukkan desain strukturnya saja. Pengisi komponen rumah lainnya berupa lantai, dinding ataupun atap belum ditentukan, artinya dapat dilaksanakan dengan berbagai bahan, yang tentunya masing-masing perlu waktu dan biaya yang berbeda. Dalam rangka menghasilkan desain yang dapat memberikan gambaran pembangunan rumah yang lebih utuh, maka sangat membantu jika dapat ditemukan pengembangan desain yang sudah ada dengan tambahan komponen rumah lainnya yang praktis dan ekonomis. Bangunan merupakan bagian dari kehidupan manusia yang tidak dapat dipisahkan dari kegiatan hidup manusia. Kebutuhan akan bangunan menjadikan masyarakat berupaya untuk membangun bangunan baik Gedung, rumah, atau sarana dan prasarana untuk meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat. Pembangunan sendiri tidak terlepas dari proses pembangunannya yang melibatkan banyak aspek. Dimulai dari segi teknis, perihal ekonomi, dan waktu pengerjaannya. Hadirnya teknologi rumah instan dalam teknologi pembangunan sangat membantu proses pembangunan yang ada sekarang ini. Pembangunan dapat lebih cepat selesai dengan menggunakan teknologi rumah instan. Ada beberapa

model rumah instan sederhana yang ada di Indonesia. RISHA dan RUSPIN menggunakan material struktur beton bertulang, RIKO menggunakan struktur kayu, RISBA menggunakan struktur baja, dan RISBARI menggunakan struktur Baja Ringan.

Pembangunan rumah instan di Indonesia sejauh ini masih digunakan untuk membangun kembali rumah – rumah di daerah yang mengalami bencana, seperti tanah longsor maupun gempa bumi. Keefektifan dan keefisienan pembangunan rumah instan dari segi biaya dan waktu menjadikan rumah instan sebagai pilihan yang tepat sebagai solusi pembangunan kembali daerah yang mengalami bencana.

Pada penelitian sebelumnya, telah dianalisis biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk membangun sebuah rumah instan RISBARI yang dipadukan dengan berbagai jenis material penutup atap dan dinding. Hasil yang didapatkan adalah Biaya pelaksanaan rumah instan, untuk rumah tipe 36 dengan 2 tukang dan 2 tenaga, yang paling ekonomis (sedikit) adalah Risbari ++ dinding GRC dengan atap genteng dan plafond GRC, dengan biaya per m² sebesar Rp. 1.534.968,00 atau 60 % dari biaya rumah dengan struktur beton dan dinding bata + plester + aci. (Wibowo, 2023).

Gudang material atau gudang proyek pada suatu proyek konstruksi merupakan sebuah bangunan vital dalam proses pembangunan konstruksi. Dalam industri konstruksi, pengelolaan material memiliki peran krusial dalam kesuksesan proyek. Efisiensi dalam manajemen material menjadi faktor utama untuk menjamin ketersediaannya dalam jumlah yang memadai dan pada waktu yang tepat. Aspek ini sangat menentukan kelancaran proyek pembangunan, yang mencakup berbagai tahap seperti perencanaan desain, pengadaan, penyimpanan, distribusi, hingga pemanfaatan material. Setiap fase memiliki tantangan tersendiri yang harus diatasi guna memastikan proyek berjalan secara optimal dan efisien. Adanya teknologi konstruksi baja ringan yang dikembangkan dalam pembangunan rumah instan, peneliti berpikir untuk meneliti penerapan konstruksi baja ringan pada pembangunan gudang proyek yang dikombinasikan dengan berbagai bahan material lain sampai mendapatkan kombinasi yang efektif dan efisien dalam membangun gudang proyek. Pentingnya gudang proyek dalam sebuah proses pembangunan menjadikannya dibutuhkan secepat mungkin dibangun dan dapat

segera digunakan.

Penelitian ini akan memanfaatkan aplikasi Expert Choice versi 11 untuk menganalisis data guna menentukan pekerjaan gudang proyek yang paling optimal. Metode analisis yang diterapkan adalah Analytic Hierarchy Process (AHP), yang memungkinkan evaluasi dan pemilihan alternatif berdasarkan berbagai kriteria yang telah ditetapkan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana alternatif desain gudang proyek rangka baja ringan yang paling praktis dari segi waktu?
2. Bagaimana alternatif desain gudang proyek rangka baja ringan yang paling ekonomis?
3. Bagaimana alternatif desain Gudang proyek rangka baja ringan yang paling praktis dan ekonomis (optimal) berdasarkan AHP (*Analitycal Hierarchy Process*)?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan penelitian

Sebagai dasar pelaksanaan penelitian harus dilandasi tujuan yang ingin dicapai, sebagai berikut :

- a. Menganalisis alternatif desain gudang proyek rangka baja ringan yang paling efektif dari segi waktu.
- b. Menganalisis alternatif desain gudang proyek rangka baja ringan yang paling ekonomis.
- c. Menganalisis alternatif desain Gudang proyek rangka baja ringan yang paling praktis dan ekonomis (optimal) berdasarkan AHP (*Analitycal Hierarchy Process*).

2. Manfaat Penelitian :

- a. Secara Praktis

Penelitian ini akan menghasilkan informasi tentang manajemen mutu, manajemen waktu dan manajemen biaya

mengenai perancangan dan pembangunan gudang proyek yang efektif dan ekonomis.

b. Secara Teoritis dan Metodologi

Hasil penelitian ini akan bermanfaat dalam memperkuat teori dan menambah pengetahuan tentang efektifitas dan efiseinsi pembangunan gudang proyek.

1.4 Batasan Masalah

Lingkup permasalahan pada peneitian ini dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Penelitian ini berfokus pada rencana anggaran biaya dan kurva s yang digunakan untuk mendirikan gudang proyek dengan berbagai kombinasi material dinding dan penutup atap.
2. Penelitian ini berfokus pada studi kasus gudang proyek Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Kabupaten Demak.
3. Penelitian ini berfokus pada analisis biaya dan waktu, tidak termasuk perhitungan struktur.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam rangka penyusunan penelitian ini, untuk memastikan bahwa pembahasan dapat difokuskan pada inti permasalahan dan memudahkan proses penyelesaian, penulis merancang sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Keaslian Penelitian, Tujuan dan Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan Konsep konstruksi baja ringan dan pembangunan gudang.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisi tentang Bentuk Penelitian, Tahapan Penelitian, Variabel Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Metode Pengolahan dan Analisis Data, Bagan Alir Penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas hasil dari analisis data dan penjelasannya

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

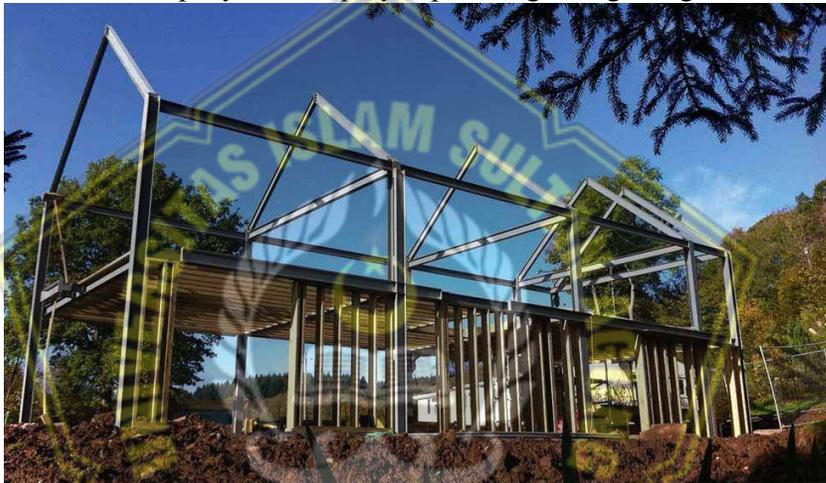
Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian ke depannya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Baja Ringan

Kemajuan teknologi telah memberikan dampak positif bagi perkembangan sektor konstruksi. Salah satu inovasi yang populer adalah penggunaan baja ringan dalam konstruksi atap. Rangka atap baja ringan dirancang untuk mempermudah proses perakitan dan pembangunan. Dengan sistem pabrikasi yang efisien dan praktis, rangka kuda-kuda atap baja ringan mampu memenuhi kebutuhan akan efisiensi waktu dalam penyelesaian proyek pembangunan gedung.



Gambar 2.1 Konstruksi Baja Ringan

Sumber : sinergia.id (2021)

Penggunaan baja ringan semakin meningkat seiring dengan tingginya permintaan terhadap material yang lebih ringan, kuat, ekonomis, tahan lama, dan mudah diaplikasikan. Namun, karena baja ringan menggunakan pelat yang lebih tipis, efek tekuk lokal pada badan dan flens penampang menjadi lebih signifikan dibandingkan dengan baja konvensional. Oleh karena itu, rumus perencanaan yang berlaku untuk baja biasa (hot rolled steel) perlu disesuaikan, sebagaimana yang telah ditetapkan oleh AISI dan berbagai lembaga lainnya.

Tekuk (buckling) merupakan fenomena di mana suatu struktur kehilangan kemampuan untuk mempertahankan bentuk aslinya akibat gaya tekan aksial pada suatu batang. Secara mendasar, konsekuensi dari tekuk berkaitan dengan masalah geometris, di mana terjadi lendutan besar yang menyebabkan perubahan bentuk

struktur. (Ruus, 2017)

Karena pelat yang digunakan sangat tipis dan dibentuk melalui proses penggilingan dingin, penampang dapat dibuat dalam berbagai bentuk yang lebih optimal. Saat ini, terdapat beragam jenis baja canai dingin yang tersedia. Untuk meningkatkan kekuatan tekan penampang dan mengurangi kecenderungan mengalami tekuk, salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan memodifikasi bentuk geometri penampang menggunakan pengaku memanjang, yang dikenal sebagai pengaku tengah (Intermediate stiffener). (Ruus, 2017).

Baja merupakan jenis material konstruksi yang unsur utamanya terdiri dari besi (Fe), yang penggunaannya telah dimulai sejak ribuan tahun sebelum Masehi. Penemuan baja terjadi melalui proses penempaan dan pemanasan, di mana besi bercampur dengan karbon selama pembakaran, menghasilkan material dengan kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan besi murni.

Dalam dunia konstruksi, baja sering disebut sebagai baja struktural atau baja bangunan. Komposisinya didominasi oleh besi (Fe) dengan kadar minimal 98%, serta mengandung sejumlah kecil unsur lain seperti karbon (C), mangan (Mn), silikon (Si), tembaga (Cu), fosfor (P), dan belerang (S), yang berperan dalam meningkatkan sifat mekanisnya.

Baja ringan dibuat dari Carbon Steel, yaitu baja yang mengandung beberapa elemen utama dengan persentase maksimum sebagai berikut: 1,70% karbon, 1,65% mangan, 0,60% silikon, dan 0,60% tembaga. Karbon adalah unsur kimia dengan tingkat oksidasi 7,6423 dan bersama dengan mangan berperan penting dalam meningkatkan kekuatan baja murni. Penambahan kadar karbon dapat meningkatkan yield stress, tetapi sekaligus mengurangi sifat daktilitas baja.

Baja ringan termasuk dalam kategori high tensile steel G-550 dengan minimum yield strength 5500 kg/m², mengikuti standar bahan seperti ASTM A792, JIS G3302, dan SGC 570. Untuk melindungi baja mutu tinggi dari korosi, diperlukan lapisan pelindung (coating) yang memadai. Jenis coating yang umum digunakan pada baja ringan meliputi galvanized, galvalume, serta zincalume dan ZAM yang dikembangkan sejak 1985. Lapisan pelindung ini terdiri dari 96% zinc, 6% aluminium, dan 3% magnesium. (Iden Wildensyah, 2013)

Profil baja ringan (cold formed steel) merupakan jenis profil baja dengan

ketebalan relatif tipis dan rasio lebar terhadap ketebalannya yang sangat besar. Karena karakteristik ini, pembentukan profil dilakukan melalui proses pembentukan dingin (cold forming process), di mana pelat atau lembaran baja dibentuk menjadi profil yang diinginkan menggunakan rolling press atau bending brake machines pada suhu ruangan. Umumnya, ketebalan pelat baja yang digunakan dalam proses ini berkisar sekitar 0,3 mm. (Yu, 2000)

Penggunaan baja cold-formed berbeda dari baja canai panas, karena memiliki struktur yang lebih ringan dibandingkan dengan baja konvensional. Karena karakteristik ini, baja cold-formed sering disebut sebagai baja ringan oleh masyarakat umum.

Konstruksi baja ringan tidak memerlukan tambahan struktur pendukung, sebab bobotnya lebih ringan dibandingkan kayu, sehingga rangka bangunan tetap mampu menahan beban dengan baik. Namun, pemilihan material penutup dinding dan atap perlu diperhatikan—semakin berat material atap, maka jarak antar rangka kuda-kuda harus semakin rapat untuk memastikan kestabilan struktur. Perhitungan kuda-kuda baja ringan berbeda dengan kayu, karena cenderung memiliki jarak yang lebih rapat. Semakin besar beban yang harus ditanggung, semakin pendek pula jarak antar kuda-kuda yang diperlukan.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Baja Ringan

Adapun kelebihan dari baja ringan (Iden Wildensyah; 2013) adalah :

- a. Bobot ringan
- b. Baja ringan bersifat tidak membesarkan api (non – combustible)
- c. Tidak bisa dimakan rayap
- d. Pemasangan rangka baja relative lebih cepat apabila dibandingkan material kayu
- e. Baja ringan nyaris tidak mempunyai nilai muai dan susut, jadi tidak berubah karena panas dan dingin.

Dan kekurangan baja ringan adalah :

- a. Harga lebih mahal

- b. Membutuhkan tenaga ahli Instalasi baja ringan memerlukan tenaga kerja yang terlatih dan berpengalaman, karena kesalahan dalam pemasangan dapat berdampak pada kerusakan struktural serta berkurangnya kekuatan rangka. Oleh sebab itu, penggunaan baja ringan harus dilakukan oleh pekerja yang memiliki keahlian khusus dalam teknik pemasangan, guna memastikan struktur tetap kokoh dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
- c. Kinerja termal dan akustik yang lebih rendah Baja ringan memiliki kemampuan isolasi termal dan akustik yang kurang optimal dibandingkan bahan konstruksi lain, seperti kayu. Hal ini dapat berdampak pada efisiensi energi dan kenyamanan akustik dalam sebuah bangunan. Namun, dengan perkembangan teknologi, tantangan ini dapat diatasi melalui penggunaan isolasi tambahan, yang membantu meningkatkan performa termal dan mengurangi gangguan suara, sehingga lingkungan dalam bangunan tetap nyaman.
- d. Dapat berkarat
- e. Kurang efektif sebagai pelindung suara. Baja ringan memiliki kepadatan yang rendah, sehingga kurang efektif dalam meredam suara.

Profil baja ringan dibentuk dari pelat-pelat baja yang telah jadi melalui proses pembentukan dalam kondisi atmosfer normal (tanpa pemanasan), sehingga disebut sebagai light gage cold-formed steel. Ketebalan pelat yang digunakan dalam pembentukan profil ini kurang dari 3/6 inci, membuatnya lebih ringan dibandingkan baja konvensional.

Di pasaran, terdapat berbagai jenis profil kuda-kuda rangka atap baja ringan, seperti profil topi (Hat section), profil C section, profil Z section, dan profil Hollow. Setiap jenis profil memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri serta perbedaan dalam metode pemasangannya. (Purwanto, 2017)

2.3 Tegangan leleh, Kekuatan Tarik, dan Kurva Tegangan – Regangan pada baja Ringan

Kekuatan batang struktural baja ringan ditentukan oleh titik leleh (yield point)

atau kekuatan leleh dari baja, kecuali pada daerah sambungan atau dalam kondisi di mana tekuk lokal elastis maupun tekuk global menjadi faktor kritis.

Istilah tegangan leleh (yield stress) merujuk pada baik titik leleh maupun kekuatan leleh baja ringan. Rentang kekuatan leleh baja ringan bervariasi antara 165 MPa hingga 552 MPa. (Yu, 2000)

2.4 Kekhususan Perencanaan Material Baja Ringan

Sebagai bagian dari sistem struktur dinding tipis, profil baja ringan (cold-formed steel) memiliki karakteristik khusus dalam perencanaannya. Bentuk geometri penampang berpengaruh besar terhadap perilaku serta kekuatannya dalam menahan beban. Bahkan, sedikit perubahan pada bentuk penampang dapat menyebabkan perbedaan signifikan dalam daya dukung elemen struktur tersebut.

Dengan memberikan tekukan pada profil sehingga membentuk penampang corrugated, kinerja strukturnya dapat meningkat secara drastis dibandingkan dengan profil penampang yang relatif datar tanpa tekukan atau modifikasi bentuk tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa optimasi geometri sangat penting dalam menentukan efisiensi dan kekuatan baja ringan dalam aplikasi konstruksi

2.5 Batang Tekan

Baja ringan memiliki batang tekan, yaitu elemen struktural yang hanya menerima gaya tekan aksial. Gaya ini bekerja sepanjang sumbu longitudinal melalui sentroid dari penampang dan dapat dirumuskan sebagai $f=PA$, di mana f dianggap merata pada seluruh penampang. (Segui, 2007).

Parameter material seperti F_y (yield strength) dan F_u (ultimate strength) berperan dalam menentukan kekuatan batang tarik, namun pada batang tekan, hanya F_y yang relevan, karena F_u tidak pernah tercapai dalam kondisi tekan. Selain material, kekuatan batang tekan juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti konfigurasi bentuk fisik atau geometri, yang berperan dalam stabilitas dan daya dukung struktur. Parameter geometri yang berpengaruh meliputi:- Luas penampang (A)

- Pengaruh bentuk penampang terhadap kekakuan lentur (I_{min})
- Panjang batang dan kondisi pertambatan atau tumpuan, yang diwakili oleh panjang efektif (KL)

Ketiganya dapat diringkas lagi menjadi satu parameter tunggal yaitu, rasio kelangsingan batang ($KL r_{min}/\sqrt{I_{min}}$), dimana $r_{min} = \sqrt{I_{min}/A}$ adalah radius girasi pada arah tekuk.

2.6 Teori Tekuk Euler

Rumus Euler menghubungkan parameter geometri (L,A,I) ; material (E), dan beban aksial tekan P sesaat sebelum tekuk (P_{cr}). Rumus tekuk kolom yang terkenal itu adalah :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(KL)^2}$$

Pendekatan Euler berlaku pada batang tekan dalam kondisi elastis dengan kelangsingan tinggi ($\lambda > 110$, batang panjang), di mana elemen mengalami tekuk sebelum mencapai tegangan leleh.

Untuk kelangsingan sedang ($\lambda < 110$, batang sedang), akan terjadi tekuk inelastis, yaitu sebagian penampang mengalami leleh sebelum tekuk terjadi. Sementara itu, pada batang pendek ($\lambda < 20$), seluruh penampang mengalami leleh secara menyeluruh sebelum terjadi tekuk. (Setiawan, 2008).

2.7 Kondisi Batas *Cold Formed Steel*

Salah satu tantangan utama dalam desain cold-formed steel adalah mencegah tekuk pada setiap elemen struktur. Hal ini terjadi karena rasio antara lebar dan ketebalan elemen yang besar, menyebabkan tegangan yang memicu tekuk terjadi pada nilai yang relatif rendah dibandingkan tegangan leleh (F_y) saat menerima beban tekan. Oleh karena itu, perhatian khusus diperlukan dalam perencanaan geometri dan penggunaan pengaku untuk meningkatkan stabilitas elemen struktural.

Dalam elemen batang tekan, terdapat dua batas utama yang menentukan kegagalannya: **yielding** dan **tekuk keseluruhan (overall buckling)**.

- **Yielding** merupakan kegagalan yang lebih umum terjadi pada kolom pendek dan kompak. Ketika kolom mengalami yielding, seluruh bagian kolom kehilangan kapasitas menahan beban dan mengalami deformasi permanen.

- **Tekuk keseluruhan (overall buckling)** lebih sering terjadi pada kolom yang relatif panjang. Dalam kondisi ini, kolom tidak langsung mengalami kegagalan akibat tegangan leleh, tetapi justru melengkung atau mengalami deformasi lateral akibat instabilitas struktur sebelum mencapai batas **yield stress**.

Dengan demikian, pemilihan desain dan penguatan elemen sangat penting untuk mengoptimalkan daya tahan kolom terhadap kedua jenis kegagalan ini.

Tekuk pada elemen batang tekan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor utama adalah rasio kelangsingan, yang diperoleh dari perbandingan antara panjang elemen batang tekan (L) dan radius girasi minimum (r_y). Rasio ini berperan penting dalam menentukan kecenderungan elemen mengalami instabilitas.

Selain itu, terdapat faktor lain yang memengaruhi tekuk, yaitu:

- a. Kondisi ujung (end condition) elemen, yang menentukan bagaimana elemen berinteraksi dengan struktur sekitarnya.
- b. Eksentrisitas beban, yaitu ketidaksempurnaan dalam distribusi gaya tekan yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan.
- c. Ketidaksempurnaan material, seperti cacat produksi atau deformasi awal elemen sebelum menerima beban.

Dalam cold-formed steel, terdapat tiga jenis utama tekuk yang perlu diperhatikan:

- a. Tekuk lokal – Terjadi pada bagian tertentu dari penampang, seperti flens atau badan elemen, tanpa mempengaruhi keseluruhan struktur.
- b. Tekuk distorsional – Melibatkan deformasi lebih kompleks, di mana bagian penampang mengalami distorsi akibat beban tekan.
- c. Tekuk global – Memengaruhi seluruh elemen batang tekan, biasanya terjadi pada kolom panjang dengan rasio kelangsingan tinggi.

Memahami berbagai jenis tekuk ini sangat penting dalam desain struktural agar elemen dapat dirancang dengan penguatan yang sesuai guna meningkatkan kestabilan dan daya dukungnya.

2.8 Profil Baja Ringan

Baja ringan adalah jenis baja berkualitas tinggi yang memiliki karakteristik

ringan dan tipis, namun tetap memiliki kekuatan yang setara dengan baja konvensional. Meskipun memiliki ketebalan yang lebih kecil, baja ringan memiliki **kekuatan tarik hingga 550 MPa**, sedangkan baja berat berkisar **300 MPa** (Puri, 2013). Tegangan tarik ini berfungsi sebagai kompensasi atas bentuknya yang tipis.

Terdapat beberapa jenis baja ringan yang diklasifikasikan berdasarkan nilai **tegangan tariknya (tensile strength)**. Menurut Selleng (2018), tegangan tarik baja ringan disesuaikan dengan **fungsi akhirnya**:

- Untuk **produk struktural**, seperti rangka atap baja ringan, diperlukan baja dengan tegangan tarik tinggi, seperti **G550**.
- Sementara itu, untuk **produk peralatan rumah tangga**, digunakan baja ringan dengan tegangan tarik lebih rendah (**G300, G250, dll**), karena sifatnya yang lebih lentur dan mudah dibentuk.

Karena memiliki tingkat kualitas dan kekuatan tarik yang tinggi, baja ringan umumnya lebih tipis dan lebih ringan dibandingkan baja konvensional. Baja **G550** merujuk pada baja dengan **kekuatan tarik sebesar 550 MPa**, yang hanya dapat dibuktikan melalui uji kualitas di laboratorium (Selleng, 2018).

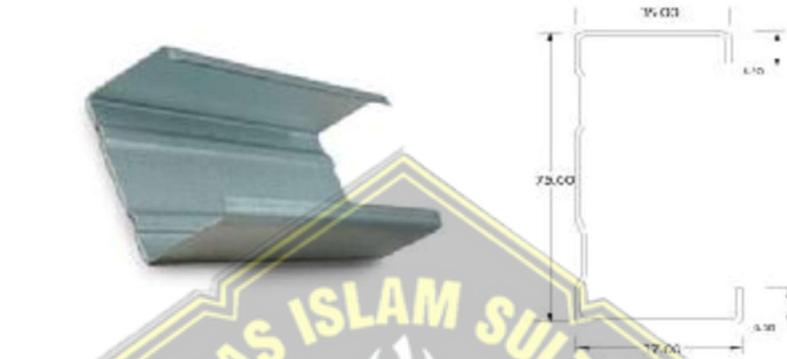
Standar umum untuk bahan struktural yang berfungsi menanggung beban menentukan bahwa **ketebalan lapisan aluminium zinc** tidak boleh kurang dari **150 gram/m² (AZ 150)**, sedangkan untuk **lapisan zinc (galvanis)** harus memiliki ketebalan minimal **200 gram/m² (Z 200)**.

Ketahanan baja ringan sangat bergantung pada **ketebalan lapisan anti-karatnya**, karena lapisan ini berperan dalam melindungi baja dari korosi dan memperpanjang umur pakainya. Di Indonesia, baja ringan umumnya memiliki ketebalan berkisar antara **0,4 mm hingga 1 mm**, sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi teknis konstruksi.

Menurut (Wildensyah 2010) Rangka atap baja ringan memiliki beberapa elemen yaitu kuda-kuda, gording/reng dan jurai. Kuda-kuda merupakan struktur utama dalam konstruksi atap baja ringan. Kuda-kuda terbagi atas beberapa bagian, antara lain: (Purwanto 2019) top chord (elemen atas), bottom chord (elemen bawah) dan web adalah elemen yang tersusun secara vertikal dan diagonal yang terhubung pada chord. Jarak pemasangan antar kuda-kuda ditentukan berdasarkan penutup atap yang digunakan. Semakin berat bobot atap

yang digunakan maka semakin dekat jarak antar kuda-kuda baja ringan tersebut (Nugroho and Budi Setiawan 2018). Ada beberapa macam bentuk profil baja ringan yang umum digunakan, antara lain :

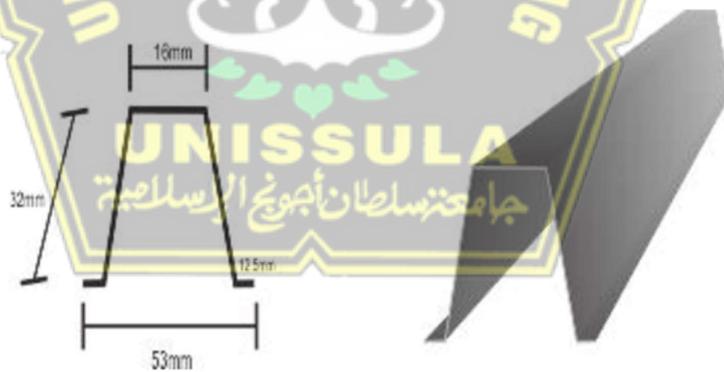
a. Profil C



Gambar 2.2 Profil C75/075

Pada kuda – kuda dapat digunakan sebagai *top chord*, *bottom chord* dan *web*.

b. Profil U terbalik



Gambar 2.3 Profil Reng Model U 32/045

Dapat digunakan sebagai top chord dan bottom chord pada kuda – kuda, sebagai bracing serta sebagai gording apabila menggunakan atap metal longspan.

c. Profil Hollow

Profil ini jarang sekali digunakan pada kuda – kuda. Biasanya digunakan

sebagai rangka untuk partisi.

- d. Profil reng asimetris yang berfungsi sebagai reng.



Gambar 2.4 Profil reng asimetris

2.9 Gudang Proyek

Gudang proyek memiliki peran krusial dalam berbagai jenis pekerjaan konstruksi. Fasilitas ini digunakan untuk menyimpan material, peralatan, serta perlengkapan lainnya yang diperlukan selama proses pembangunan. Dengan adanya gudang proyek, efisiensi kerja dapat ditingkatkan karena material tersedia dengan baik dan dapat diakses dengan mudah tanpa harus menunggu pengiriman tambahan.

Pelaksanaan pekerjaan di lapangan akan lebih optimal jika didukung dengan perencanaan gudang yang tepat. Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan suatu proyek dari segi kualitas dan waktu mencakup:

- Lokasi Gudang: Penempatan gudang harus strategis, dekat dengan area kerja agar distribusi material berjalan lancar.
- Manajemen Inventaris: Sistem pencatatan bahan bangunan dan alat harus jelas untuk menghindari kekurangan stok atau pemborosan.
- Keamanan dan Perlindungan: Gudang harus memiliki sistem keamanan yang baik untuk mencegah pencurian atau kerusakan material akibat cuaca atau faktor lainnya.

Dengan pengelolaan gudang yang baik, proyek konstruksi dapat berjalan

lebih efisien, meningkatkan kualitas hasil kerja, serta mengurangi risiko keterlambatan dalam pembangunan.

Menurut Gwynne Richards (2011), gudang adalah fasilitas tetap yang dirancang untuk mencapai tingkat pelayanan optimal dengan biaya total yang paling rendah.

Manajemen pergudangan bertujuan untuk mengontrol aktivitas di dalam gudang guna meningkatkan efisiensi operasional. Dengan sistem pengelolaan yang baik, dapat diperoleh manfaat seperti:

- Pengurangan biaya operasional, termasuk biaya penyimpanan dan distribusi.
- Proses pengambilan dan penyimpanan barang yang lebih efisien, sehingga aliran barang lebih lancar.
- Kemudahan dan keakuratan dalam pencatatan stok barang, yang memungkinkan pengelolaan inventaris lebih sistematis dan terhindar dari kesalahan data.

Dengan implementasi sistem pergudangan yang efektif, bisnis dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia..

Dalam sistem gudang proyek, terdapat dua jenis sistem penyimpanan utama: fixed location system dan floating location system.

1. Fixed Location System Menurut Arnold (2008), sistem ini menetapkan lokasi tertentu untuk setiap jenis barang yang disimpan, sehingga barang tidak dapat dicampur dengan barang lain yang berbeda jenis. Dengan metode ini, penyimpanan barang menjadi lebih teratur dan memudahkan proses pencarian. Sistem ini biasanya digunakan dalam gudang kecil dengan jumlah barang yang tidak terlalu banyak.
2. Floating Location System Berbeda dengan fixed location, sistem floating location memungkinkan barang disimpan di lokasi yang berbeda-beda dalam gudang. Tidak ada penentuan lokasi tetap, sehingga pemanfaatan ruang menjadi lebih fleksibel dan efisien. Arnold (2008) menjelaskan bahwa barang dapat diletakkan di mana saja, selama lokasinya diperbarui dalam sistem pencatatan, sehingga tetap dapat dilacak dengan akurat.

Kedua sistem ini memiliki keunggulan masing-masing tergantung pada kebutuhan operasional gudang. Fixed location lebih cocok untuk penyimpanan barang dengan jumlah tetap dan sistem yang terstruktur, sementara floating location lebih efektif untuk gudang dengan rotasi stok tinggi dan kebutuhan ruang yang dinamis.

Sebuah prosedur operasi yang standar atau biasa disingkat SOP sangatlah dibutuhkan dalam dunia industri. SOP yang sudah dibentuk haruslah diteliti dan dibandingkan dengan keadaan sesungguhnya di lapangan, guna memastikan semua kegiatan berjalan sesuai standar (Tompkins and Smith, 1998).

Standar Operasional Prosedur (SOP) tidak selalu harus berbentuk dokumen tertulis. Salah satu alternatif bentuk SOP adalah bulletin form, sebagaimana dijelaskan oleh Rahardjo dan Rahardjo (2013). Dalam penelitiannya, mereka mengungkapkan bahwa bulletin form dapat berfungsi sebagai pedoman bagi operator mesin dalam menjalankan tugasnya sehari-hari. Dengan adanya panduan yang jelas melalui metode ini, stabilitas peningkatan yield yang telah dicapai dapat terjaga, bahkan memiliki potensi untuk terus meningkat.

Pada umumnya, konstruksi Gudang proyek dibangun menggunakan material yang kokoh, murah dan cepat waktu pengerjaannya. Daripada menggunakan struktur beton, biasanya Gudang menggunakan struktur kayu dan dinding papan yang nantinya lebih mudah saat dibongkar.

2.10 Proyek

Proyek merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk mencapai sasaran tertentu dengan batasan waktu, sumber daya, serta persyaratan yang telah ditetapkan. Menurut Suharto Iman (1997), terdapat tiga indikator utama yang menentukan keberhasilan suatu proyek, yaitu:

1. Waktu (Time) – Proyek harus diselesaikan sesuai jadwal yang telah direncanakan, termasuk tahapan pelaksanaan dan tenggat waktu akhir.
2. Biaya (Cost) – Pengelolaan anggaran proyek harus sesuai dengan perencanaan awal, menghindari pembengkakan biaya yang tidak terduga.
3. Mutu (Quality) – Hasil proyek harus memenuhi standar kualitas yang ditetapkan serta sesuai dengan spesifikasi teknis dan kebutuhan pengguna.

Ketiga faktor ini menjadi acuan utama dalam mengevaluasi efektivitas serta efisiensi pelaksanaan proyek. Manajemen proyek yang baik akan memastikan keseimbangan optimal antara waktu, biaya, dan mutu untuk mencapai hasil yang maksimal.

Tiga aspek terakhir berkaitan dengan pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan cakupan yang telah direncanakan. Mengingat kompleksitas tugas, signifikansi proyek, serta tingkat pengambilan keputusan yang diperlukan, manajemen proyek menjadi elemen yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek.

Menurut Project Management Institute (1996), manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, alat, dan teknik dalam berbagai aktivitas proyek guna memenuhi atau bahkan melampaui kebutuhan serta harapan para stakeholder.

Sementara itu, Kezner, Harold (1995) menjelaskan bahwa manajemen proyek mencakup proses perencanaan, pengaturan, pengarahan, dan pengawasan terhadap sumber daya perusahaan dalam jangka waktu yang relatif singkat, dengan tujuan untuk mencapai hasil yang spesifik dan terukur. Dengan pendekatan yang sistematis, manajemen proyek membantu memastikan proyek berjalan efektif, efisien, serta sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

Dalam mencapai tujuan proyek, terdapat tiga batasan utama yang harus diperhatikan, yaitu biaya (anggaran), jadwal, dan mutu. Ketiga aspek ini berfungsi sebagai parameter penting bagi penyelenggara proyek dan sering dikaitkan dengan sasaran utama proyek.

Batasan ini dikenal sebagai triple constraint, yaitu:

1. Anggaran

Dalam pelaksanaan proyek, pengelolaan biaya menjadi aspek krusial yang harus diperhatikan agar tidak melebihi anggaran yang telah ditetapkan. Pada proyek berskala besar dengan dana yang signifikan serta jadwal pengerjaan yang berlangsung selama bertahun-tahun, anggaran tidak hanya ditetapkan untuk keseluruhan proyek, tetapi juga dibagi berdasarkan komponen-komponen tertentu atau periode waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan.

Dengan pembagian anggaran seperti ini, setiap tahap proyek harus

diselesaikan sesuai dengan alokasi dana yang telah ditetapkan untuk periode tersebut. Hal ini bertujuan untuk memastikan efisiensi penggunaan sumber daya dan menghindari pembengkakan biaya yang dapat mempengaruhi kelangsungan proyek. Pengawasan dan evaluasi secara berkala juga diperlukan untuk memastikan bahwa anggaran tetap terkontrol dan sesuai dengan perencanaan awal. Jika ada kendala dalam pengelolaan biaya, maka penyesuaian strategi harus dilakukan tanpa mengorbankan kualitas proyek.

2. Jadwal

Proyek harus diselesaikan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan, karena jika melampaui batas yang direncanakan, dapat menimbulkan berbagai dampak negatif. Keterlambatan proyek dapat menyebabkan pembengkakan biaya, gangguan dalam operasional bisnis, serta menurunkan kepercayaan pihak terkait seperti investor, kontraktor, dan pemilik proyek. Selain itu, jadwal yang tidak terkendali juga dapat berdampak pada penurunan kualitas hasil kerja, karena penyesuaian mendadak yang mungkin dilakukan untuk mengejar target penyelesaian. Oleh karena itu, manajemen waktu yang efektif sangat penting dalam memastikan proyek berjalan sesuai rencana dan mencapai hasil optimal.

3. Mutu

Produk atau hasil dari suatu kegiatan harus sesuai dengan spesifikasi dan kriteria yang telah ditetapkan, sehingga mampu menjalankan fungsi yang diharapkan. Konsep ini sering disebut sebagai "fit for the intended use", yang berarti bahwa produk tersebut telah memenuhi standar kualitas dan persyaratan operasional yang diperlukan agar dapat berfungsi secara optimal sesuai tujuannya. Dengan memenuhi spesifikasi ini, produk dapat memberikan manfaat maksimal bagi pengguna serta memastikan keandalan dan efisiensi dalam penerapannya.

Pengendalian proyek merupakan proses yang mencakup **pengukuran**, **evaluasi**, dan **perbaikan** terhadap kinerja proyek guna memastikan keberjalanannya sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Dalam proyek konstruksi, terdapat **tiga aspek utama** yang harus selalu diawasi dan diukur, yaitu:

1. **Kemajuan (Progress)** – Perbandingan antara capaian proyek dengan

kesepakatan dalam kontrak yang telah disetujui.

2. **Pembiayaan** – Evaluasi terhadap alokasi dana dan kesesuaian penggunaan anggaran dengan perencanaan awal.
3. **Mutu hasil pekerjaan** – Penyesuaian kualitas pekerjaan dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan.

Dengan menerapkan pengendalian yang sistematis, proyek dapat berjalan secara efisien, menghindari penyimpangan dari rencana awal, serta memastikan hasil akhir sesuai dengan standar yang diharapkan. (Istimawan Dipohusodo, 1995:407).

Perkiraan biaya memiliki peran penting dalam proyek, terutama dalam menentukan besarnya dana yang dibutuhkan untuk pembangunan. Selain itu, perkiraan biaya juga berfungsi dalam perencanaan dan pengendalian sumber daya, memungkinkan proyek berjalan lebih efektif. Namun, karena sifatnya sebagai estimasi, nilai yang diperoleh tidak selalu 100% akurat atau sepenuhnya sesuai dengan perencanaan awal. Oleh karena itu, pengelolaan dan pemantauan anggaran secara berkala tetap diperlukan agar proyek tetap berada dalam kendali. (Iman Suharto, 1997: 126).

Metode yang digunakan dalam pengendalian proyek adalah Metode Pengendalian Biaya dan Waktu Terpadu atau yang dikenal sebagai Earned Value. Metode ini berfungsi untuk menganalisis kecenderungan varian waktu dan varian biaya dalam suatu periode tertentu selama proyek berlangsung. Dengan pendekatan ini, manajer proyek dapat mengukur kinerja proyek secara objektif, mengidentifikasi penyimpangan dari rencana awal, serta mengambil tindakan korektif jika diperlukan. (Iman Suharto, 1997). Rencana Anggaran Biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan peralatan. RAB memiliki peran yang sangat penting pada penyelenggaraan proyek. RAB disusun berdasarkan pada perkiraan biaya komponen – komponennya dengan memperhatikan factor waktu pelaksanaan pekerjaan.

2.11 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas Lorie Saaty pada tahun 1998 di Wharton Business School sebagai pendekatan

dalam menentukan ranking atau urutan prioritas dari berbagai alternatif dalam penyelesaian suatu permasalahan.

Dalam kehidupan sehari-hari, individu sering kali harus memilih di antara berbagai opsi. Oleh karena itu, diperlukan penentuan prioritas serta uji konsistensi terhadap pilihan yang dibuat.

Dalam situasi yang kompleks, pengambilan keputusan tidak hanya dipengaruhi oleh satu faktor, tetapi melibatkan beragam faktor, dengan berbagai jenjang dan kepentingan yang saling berinteraksi. AHP membantu dalam menyusun keputusan yang lebih terstruktur dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang relevan. Dengan metode ini, keputusan dapat dibuat lebih objektif dan sistematis, terutama dalam bidang manajemen, bisnis, dan teknik.

Pada prinsipnya, Analytic Hierarchy Process (AHP) merupakan teori umum dalam pengukuran yang bertujuan untuk menentukan skala rasio, baik melalui perbandingan berpasangan yang bersifat diskrit maupun kontinu. Perbandingan ini dapat diperoleh dari ukuran aktual atau skala dasar yang mencerminkan kekuatan preferensi dan perasaan relatif terhadap suatu pilihan.

AHP memiliki perhatian khusus terhadap aspek konsistensi, pengukuran, serta ketergantungan, baik dalam maupun di luar kelompok elemen struktural yang dianalisis. Metode ini juga didasarkan pada landasan aksiomatik yang terdiri dari beberapa prinsip utama untuk memastikan validitas hasil pengambilan Keputusan :

- a. *Reciprocal Comparison* adalah konsep dalam Analytic Hierarchy Process (AHP) yang menyatakan bahwa matriks perbandingan berpasangan harus memiliki sifat kebalikan. Artinya, jika suatu elemen A dianggap kali lebih penting dibandingkan elemen B, maka B memiliki kepentingan sebesar $1/k$ dibandingkan dengan A. Dengan kata lain, hubungan antar elemen dalam matriks harus selalu bersifat resiprokal, sehingga nilai perbandingan tetap konsisten dan logis dalam analisis keputusan. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap perbandingan dalam AHP tetap proporsional dan mengikuti struktur yang jelas, sehingga pengambilan keputusan menjadi lebih terukur dan sistematis. *Homogeneity*, yang mengandung arti kesamaan dalam melakukan perbandingan. Misalnya, tidak dimungkinkan membandingkan

jeruk dengan bola tenis dalam hal rasa, akan tetapi lebih relevan jika membandingkan dalam hal berat.

- b. *Dependence*, yang berarti setiap jenjang (*level*) mempunyai kaitan (*complete hierarchy*) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (*incomplete hierarchy*).
- c. *Expectation*, yang artinya menonjolkan penilaian yang bersifat ekspektasi dan *preferensi* dari pengambilan keputusan. Penilaian dapat merupakan data kuantitatif maupun yang bersifat kualitatif. Dalam menyelesaikan persoalan dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP), beberapa prinsip dasar yang harus dipahami antara lain :

1) *Decomposition*

Decomposition adalah proses memecah atau membagi permasalahan kompleks menjadi unsur-unsurnya dalam bentuk hirarki pengambilan keputusan, di mana setiap elemen dalam struktur tersebut saling berhubungan.

Untuk memperoleh hasil yang akurat, pemecahan dilakukan hingga unsur-unsur terkecil yang tidak dapat dipecah lebih lanjut, sehingga terbentuk beberapa tingkatan dalam proses penyelesaian masalah.

Struktur hirarki keputusan dalam *decomposition* dapat dikategorikan menjadi dua jenis:

Complete Hierarchy – Suatu hirarki keputusan disebut *complete* jika setiap elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan dengan seluruh elemen di tingkat berikutnya.

Incomplete Hierarchy – Sebaliknya, hirarki disebut *incomplete* jika tidak semua elemen pada suatu tingkat memiliki hubungan dengan elemen-elemen di tingkat berikutnya.

Pendekatan *decomposition* ini sangat berguna dalam pengambilan keputusan kompleks, karena memungkinkan analisis yang lebih terstruktur dan memudahkan pemecahan masalah secara sistematis. *Comparative Judgement*

Dilakukan dengan membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya.

2) *Synthesis of Priority*

Dilakukan dengan menggunakan *eigen vector method* untuk mendapatkan bobot relatif bagi unsur – unsur pengambilan keputusan.

3) *Logical Consistency*

Merupakan karakteristik penting AHP. Hal ini dicapai dengan mengagregasikan seluruh *eigen vector* yang diperoleh. Konsistensi memiliki dua makna, yang pertama bahwa obyek – obyek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai keragaman dan relevansinya dan yang kedua adalah tingkat hubungan antar obyek – obyek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

Tahapan pengambilan keputusan dalam metode Analytic Hierarchy Process (AHP) mencakup beberapa langkah sistematis untuk memastikan analisis yang akurat dan objektif:

1. **Menentukan masalah dan solusi** – Mendefinisikan persoalan serta hasil yang ingin dicapai.
2. **Menyusun struktur hirarki** – Dimulai dengan tujuan utama, diikuti oleh kriteria, sub-kriteria, dan alternatif pilihan yang akan diprioritaskan.
3. **Membentuk matriks perbandingan berpasangan** – Menentukan kontribusi relatif setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang ada di tingkat lebih tinggi berdasarkan penilaian pembuat keputusan.
4. **Menormalkan data** – Melakukan normalisasi dengan membagi setiap nilai dalam matriks perbandingan berpasangan dengan total nilai dalam setiap kolom.
5. **Menghitung nilai eigen vector dan menguji konsistensi** – Jika hasil tidak konsisten, maka pengambilan data atau preferensi harus diulang. Nilai eigen vector maksimal dapat dihitung menggunakan **Matlab** atau secara manual.
6. **Mengulangi proses perbandingan dan normalisasi** – Langkah sebelumnya diterapkan pada seluruh tingkatan dalam hirarki.

7. **Menghitung eigen vector dari matriks perbandingan** – Nilai eigen vector digunakan sebagai bobot tiap elemen dalam pengambilan keputusan.
8. **Mensintesis pilihan dan menentukan prioritas** – Memilih elemen yang memiliki bobot paling tinggi hingga mencapai tujuan akhir.
9. **Menguji konsistensi hirarki** – Memastikan struktur keputusan tetap logis dan tidak mengalami ketidakkonsistenan yang berlebihan.

Metode ini membantu dalam membuat keputusan yang lebih terstruktur dan sistematis, terutama dalam situasi kompleks dengan banyak faktor yang harus dipertimbangkan.

Susunan prioritas elemen adalah dengan menyusun perbandingan berpasangan, yaitu membandingkan dalam bentuk berpasangan seluruh elemen untuk setiap sub hirarki. Perbandingan tersebut ditransformasikan dalam bentuk matriks.

Nilai a_{11} adalah nilai perbandingan elemen A_1 (baris) terhadap A_1 (kolom) yang menyatakan hubungan :

Seberapa jauh tingkat kepentingan A_1 (baris) terhadap kriteria C dibandingkan dengan A_1 (kolom) atau.

Seberapa jauh dominasi A_i (baris) terhadap A_i (kolom).

Seberapa banyak sifat kriteria C terdapat pada A_1 (baris) dibandingkan dengan A_1 (kolom)

Uji Konsistensi Indeks dan Rasio

Salah satu keunggulan Analytic Hierarchy Process (AHP) dibandingkan model pengambilan keputusan lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak dalam penilaian. Dalam metode ini, setiap faktor dapat dinilai secara independen tanpa harus selalu memiliki hubungan langsung dengan faktor lainnya, sehingga memungkinkan kebebasan dalam pengumpulan pendapat.

Namun, tingkat ketidakkonsistenan yang terlalu tinggi dalam hasil yang diberikan oleh responden dapat mempengaruhi akurasi analisis. Oleh karena itu, jika ditemukan derajat ketidakkonsistenan yang cukup besar, maka sering kali diperlukan pengulangan wawancara terhadap responden yang sama guna memperoleh data yang lebih konsisten dan valid dalam pengambilan keputusan. Dengan cara ini, hasil analisis tetap mempertahankan objektivitas tanpa

memaksakan konsistensi penuh dalam setiap penilaian.

Rasio Konsistensi (CR) merupakan batas ketidak konsistenan (Saaty, 2000).

CR dirumuskan sebagai indeks konsistensi (RI)

Persamaan Consistency Ratio adalah :

$$CR = CI/RI$$

Dengan nilai RI berdasarkan nilai indeks Random

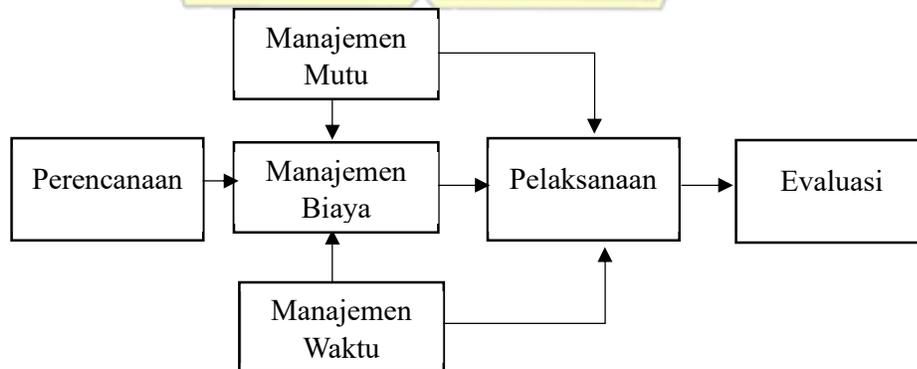
Dengan nilai CI didapat rumus

$$CI = ((\lambda_{\max} - n)) / ((n - 1))$$

Di mana n adalah banyaknya kriteria λ_{\max} adalah penjumlahan dari hasil jumlah kolom dikali eigen vector ternormalisasi.



2.12 Landasan Teori



Gambar 2.5 Landasan Teori

2.13 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan

NO	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN	HASIL
1	Studi Kuat Geser Panel Kayu Vertikal dengan Perkuatan Single Bracing Tulangan Baja Akibat Pembebanan Monotonik (Fanny Monika, Ali Awaludin, 2017)	meneliti pengaruh penambahan bracing tulangan baja terhadap kekuatan lateral	Panel dengan bracing dari tulangan polos memiliki tahanan lateral yang lebih besar dibandingkan panel yang tidak diperkuat. Hal ini terjadi karena adanya struktur tambahan yang membantu meningkatkan ketahanan terhadap gaya lateral, seperti beban angin atau gempa. Dengan bracing yang tepat, deformasi panel dapat dikurangi, sehingga meningkatkan stabilitas dan daya tahan struktural secara keseluruhan
2	RISBARI : <i>An Alternative House Model for The 2018 Lombok Earthquake</i> (Ali Awaludin, 2019)	<i>evaluate its lateral strength capacity</i>	<i>Summarized the lateral resistance and durability aspects of RISBARI as well as implementation plan at site based on 5M construction management principles: manpower, materials, machines, methods, and money.</i>
3	Analisis Frekuensi Alami Rumah Instan Baja (RISBA) dan Rumah Instan Baja Ringan (RISBARI) (Reza fajar Pratama, 2021)	Mencari besar frekuensi alami, perbandingan antara nilai frekuensi alami, perilaku bentuk model getaran struktur frekuensi alami	frekuensi alami pada RISBA pada model adalah 5.0497 Hz, RISBARI pada model adalah 8,141 Hz

NO	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN	HASIL
		pada struktur RISBA dan RISBARI	
4	Kekuatan Lateral Dinding Cold Formed Steel Strap Braced pada Rumah Instan Sehat Baja Ringan (Abdul Kadir, 2021)	Menganalisa Kekuatan Lateral Dinding Cold Formed Steel Strap Braced pada Rumah Instan Sehat Baja Ringan	hubungan beban dan perpindahan lateral pada dinding CFS strap braced dengan penutup/sheathing mengalami peningkatan kekakuan awal, beban yield, beban ultimate dengan masing-masing nilai sebesar 200,00%, 103,38%, 128,87% terhadap dinding rangka CFS strap braced tanpa penutup/sheathing.
5	Model Teknologi RISBARI + Sebagai Alternatif Rumah Instan yang Praktis dan Ekonomis (Kartono Wibowo, 2022)	Mendapatkan alternatif desain RISBARI + yang praktis dan ekonomis	desain RISBARI + GRC adalah desain yang paling ekonomis dan praktis dibandingkan RISBARI +papan, RISBARI +aluminium + PVC dan rumah konvensional struktur beton dinding bata. Dengan tipe yang sama yaitu tipe 36 dan dikerjakan oleh 2 tukang dan 2 tenaga, RISBARI+GRC membutuhkan biaya 1.454.888/m2 dan selesai dalam waktu 30 hari
6	Model Teknologi RISBARI ++ Sebagai Alternatif Rumah Instan yang Praktis dan Ekonomis (Eko Muliawan Satrio, 2023)	Menganalisis alternative desain risbari ++ yang paling efektif dan efisien	Biaya pelaksanaan rumah instan, untuk rumah tipe 36 dengan 2 tukang dan 2 tenaga, yang paling ekonomis (sedikit) adalah Risbari ++ dinding GRC dengan atap genteng dan plafond GRC, dengan biaya per m2 sebesar Rp. 1.534.968,00 atau 60 % dari biaya rumah dengan struktur beton dan dinding bata + plester + aci.

NO	JUDUL PENELITIAN	TUJUAN	HASIL
7	Analisis Perbandingan Rangka Atap Kayu terhadap Mutu, Biaya dan Waktu (Rahayu, 2015)	Menganalisis mutu rangka atap baja ringan dan rangka atap kayu	<p>mutu kuat tarik material baja ringan lebih baik dari pada material kayu. Biaya pemasangan rangka atap baja ringan lebih murah</p> <p>pemasangan rangka atap kayu lebih banyak membutuhkan pekerja dan waktu pemasangan lebih lama, dari pada pemasangan rangka atap baja ringan.</p>
8	Pengaruh Bentuk Badan Profil Baja Ringan Terhadap Kuat Tekan (Kezia Ruus, 2017)	Mengetahui pengaruh modifikasi bentuk badan profil terhadap kemampuan tekan profil. Memperoleh besarnya peningkatan kemampuan tekan akibat adanya perubahan bentuk badan profil C kanal	<p>Berdasarkan analisis eigen buckling menggunakan finite element model, diketahui bahwa modifikasi bentuk badan profil dapat mengurangi tekuk lokal, sehingga mampu meningkatkan kemampuan tekan struktur.</p> <p>Persentase peningkatan beban kritis yang diamati adalah: Short column mengalami peningkatan sebesar 1.46% - 2.16%, Intermediate column meningkat dalam rentang 0.08% - 1%, Long column mengalami peningkatan sebesar 0.1% - 0.12%.</p> <p>Dari seluruh analisis rasio kelangsingan yang dilakukan, profil C3 menunjukkan peningkatan beban kritis paling signifikan dibandingkan profil lainnya. Hal ini menegaskan bahwa desain profil yang dioptimalkan dapat berkontribusi pada stabilitas struktural yang lebih baik</p>

Pada tabel 2.1 diatas menjelaskan bahwa penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah tempat penelitian dan objek penelitian. Sebelumnya hanya diteliti dan dianalisis pembangunan rumah tinggal menggunakan konstrukis baja ringan. Dalam penelitian ini akan diterapkan pada pembangunan gudang proyek.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif kualitatif.

Menurut Sujarweni (2014) penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang dapat dicapai (diperoleh) dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau cara lain dari kuantifikasi (pengukuran). Metode kuantitatif digunakan didalam penelitian ini karena penelitian bersifat penilaian dengan data yang akan dicapai adalah data kuantitatif berupa rencana anggaran biaya dan kurva s terhadap Pembangunan Gudang Proyek RSUD Sunan Kalijaga Demak.

Menurut Sujarweni (2014), penelitian deskriptif bertujuan untuk mengetahui nilai masing-masing variabel secara independen, tanpa melakukan perbandingan atau menghubungkan variabel satu dengan yang lain.

Sementara itu, berdasarkan Bogdan dan Taylor yang dikutip oleh Lexy J. Moleong (2007), pendekatan kualitatif adalah metode penelitian yang menghasilkan data deskriptif, berupa kata-kata tertulis atau lisan dari individu serta perilaku yang diamati.

Dalam konteks penelitian ini, metode deskriptif kualitatif digunakan untuk mengumpulkan informasi secara lengkap mengenai pembangunan Gudang Proyek RSUD Sunan Kalijaga Demak, sehingga analisis yang dilakukan dapat lebih mendalam dan sesuai dengan situasi di lapangan.

3.2 Lokasi Penelitian

Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Sunan Klajaga Demak. Adapun data umum proyek ini adalah :

Nama Proyek	: Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Sunan Kalijaga Demak
Lokasi Proyek	: Jl. KeSultan Fattah , Kecamatan Bintoro, Kabupaten Demak, Jawa Tengah

3.3 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Tahapan persiapan adalah studi literatur terkait sistem manajemen konstruksi swakelola. Kemudian pada tahapan persiapan juga melakukan observasi terkait lokasi penelitian. Kemudian, melakukan perizinan terkait penelitian yang dilakukan.

a. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan dengan cara observasi dan wawancara singkat terkait pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Sunan Kalijaga Demak tujuannya untuk mendapatkan berbagai masalah.

b. Identifikasi Masalah

Hasil identifikasi masalah yang didapat dari studi pendahuluan kemudian dilakukan pembahasan dan pengecekan terkait masalah yang ada untuk digunakan sebagai topik penelitian. Setelah topik ditentukan kemudian melakukan studi literatur terkait topik tersebut.

c. Persiapan Instrumen penelitian

Instrumen yang dilakukan yaitu kamera, perekam suara, gambar-gambar penunjang dan pertanyaan-pertanyaan yang digunakan dalam menggali data.

d. Menganalisis RAB dan kurva S

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan yang dimaksud adalah melakukan penelitian. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data dari tempat penelitian. Data yang dikumpulkan dengan cara melakukan wawancara dan observasi sesuai dengan data yang dibutuhkan.

a. Tahap pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui sumber data utama dari proyek pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Sunan Kalijaga Demak. Proses pengumpulan data pada dasarnya merupakan satu Langkah

dalam mengumpulkan data-data sebagai masukan untuk pemecahan masalah sehingga tujuan penelitian dapat dicapai. Pengumpulan data menggunakan :

1) Wawancara

Wawancara dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab dengan pihak manajemen .

2) Observasi

Observasi dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung kelapangan pada proyek yang diamati, misalnya proses pelaksanaan dan pengawasan yang digunakan.

3) Penelitian kepustakaan

Penelitian kepustakaan merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi terkait teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan dalam suatu penelitian. Studi kepustakaan ini dilakukan dengan mengacu pada berbagai literatur, bahan kuliah, serta media lainnya yang relevan.

Tujuan utama dari metode ini adalah untuk mendapatkan gambaran teori dasar yang dapat dijadikan sebagai landasan ilmiah dalam penelitian, sehingga hasil yang diperoleh memiliki akurasi dan validitas akademik. Dengan pendekatan kepustakaan, peneliti dapat merumuskan argumen yang lebih kuat berdasarkan referensi yang telah terdokumentasi sebelumnya.

Sumber data yang digunakan berupa:

1) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung berupa data hasil wawancara dengan pihak manajemen swakelola dan observasi lapangan dengan pengamatan secara langsung.

2) Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur serta pengamatan fenomena lapangan yang terkait dengan pelaksanaan proyek. Data ini mencakup informasi umum tentang proyek, arsip perusahaan konstruksi, dokumen kontrak, serta berbagai literatur

dan media yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian. Dengan adanya data sekunder, analisis dapat dilakukan secara lebih mendalam berdasarkan referensi yang telah terdokumentasi sebelumnya. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian dilakukan pengolahan data dengan membuat RAB dan *S curve*. RAB dan *s curve* yang dianalisis adalah kebutuhan Pembangunan Gudang secara keseluruhan dengan kombinasi penutup atap dan dinding yang berbeda. Langkah pengolahan dan analisis data adalah sebagai berikut :

- a. Membuat denah atau model Gudang dengan luasan 75 m².
- b. Merencanakan biaya dan *s curve* alternatif material Gudang 1 dengan struktur baja ringan, dinding triplek dan penutup atap seng.
- c. Merencanakan biaya dan *s curve* alternatif material Gudang 2 dengan struktur baja ringan, dinding GRC dan penutup atap galvalum.
- d. Merencanakan biaya dan *s curve* alternatif material Gudang 3 dengan struktur baja ringan, dinding seng dan penutup atap asbes.
- e. Membandingkan hasil analisis biaya dan *s curve* ketiga alternatif untuk mendapatkan biaya yang paling ekonomis dan *s curve* yang paling praktis atau paling cepat.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah tahap penting dalam penelitian yang bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari **data primer** dan **data sekunder**:

- **Data primer** diperoleh langsung dari sumber utama melalui metode seperti wawancara dengan narasumber, observasi lapangan, atau survei kepada responden. Data ini memberikan informasi yang bersifat aktual dan spesifik sesuai dengan kebutuhan penelitian.
- **Data sekunder** merupakan data yang berasal dari dokumen-dokumen yang telah dipublikasikan atau dilaporkan sebelumnya. Data ini dapat berupa

laporan penelitian terdahulu, arsip perusahaan, jurnal akademik, atau literatur yang relevan dengan topik yang diteliti.

Dengan menggabungkan kedua jenis data ini, penelitian dapat memperoleh perspektif yang lebih komprehensif serta meningkatkan akurasi dan validitas hasil yang diperoleh.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan metode deskriptif kualitatif. Dalam Penelitian ini peneliti bersama tim akan memulai mengumpulkan data dan informasi yang dibutuhkan dari narasumber yang terlibat dalam pembangunan proyek konstruksi yang akan diteliti. Yang menjadi narasumber dalam penelitian ini adalah Tim Penyedia Jasa Konstruksi dan Tim Konsultan Manajemen Konstruksi.

Terdapat beberapa metode pengumpulan data dan informasi yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Macam Data

Macam data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data Primer didapat melalui wawancara dan data sekunder seperti data dokumentasi dan studi kepustakaan yang didapat saat proses pelaksanaan berlangsung, sehingga data yang terkumpul lebih terukur.

a. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini yaitu :

- 4) Data AHSP Kabupaten Demak tahun 2024
- 5) Rab Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak
- 6) *S curve* Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak
- 7) Harga material dari toko material dan distributor material
- 8) Harga tenaga di Kabupaten Demak
- 9) Hasil kuesioner

b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini yaitu :

- 1) Studi Pustaka
- 2) Dokumentasi beberapa Gudang proyek yang ada di beberapa proyek sebelum Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak

2. Wawancara

Metode pengumpulan data dengan wawancara termasuk dalam kumpulan data primer dan merupakan cara yang tepat dan efisien yang dapat digunakan dalam penelitian ini karena dalam pelaksanaannya peneliti dapat secara langsung berhadapan dengan narasumber yang terlibat langsung dalam proses pelaksanaan konstruksi. Wawancara adalah proses percakapan dengan maksud mengkonstruksi mengenai orang, kejadian, kegiatan, dan sebagainya yang dilakukan oleh pewawancara dan yang diwawancarai.

Langkah yang akan dilakukan dalam pengumpulan data melalui wawancara meliputi:

- a) Melakukan wawancara terhadap Tim Penyedia Jasa Konstruksi dan Tim Konsultan Manajemen Konstruksi. Pertanyaan wawancara didapatkan dari daftar simak penilaian kinerja tahap pelaksanaan konstruksi serta ditambah dengan kendala dalam pelaksanaan dan penyajian data penilaian. Pertanyaan juga dapat bersifat fleksibel sesuai alur pembicaraan.
- b) Pelaksanaan wawancara dilakukan serentak ataupun individu dalam suatu forum resmi maupun tidak resmi yang diadakan oleh Peneliti. Hasil wawancara didapat dalam bentuk notulensi ataupun catatan-catatan yang nantinya akan diolah oleh peneliti.
- c) Data yang didapat kemudian akan di analisis sesuai dengan metode pengolahan data yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

3. Dokumentasi

Dokumentasi termasuk dalam kumpulan data sekunder dan merupakan teknik tanpa interaksi yang dilakukan peneliti agar data yang diperoleh semakin tepat dan maksimal. Data ini diperoleh dengan cara melakukan pengamatan berkas administrasi pelaksanaan pembangunan konstruksi dari narasumber terkait untuk menentukan hasil penelitian.

4. Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan yaitu mengumpulkan bahan yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti dalam penelitian ini untuk memperoleh data sekunder dengan membaca, mempelajari dan memahami literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah dalam penelitian ini sebagai landasan teori yang kuat untuk mempertanggung jawabkan penelitian ini

5. Sumber data

Sumber data adalah suatu subyek dari mana data diperoleh yang diperlukan untuk menunjang terlaksananya penelitian yang akan dilakukan. Sumber data yang digunakan diperoleh dari data manajemen yang terlibat saat proses pembangunan, sehingga materi yang dihasilkan lebih tepat.

6. Populasi

Pengumpulan data untuk suatu penelitian di dapat dari populasi. Populasi dapat berupa benda, peristiwa dan individu yang dapat dijadikan sumber data dalam penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah bukti dokumentasi yang tersedia dalam proses Pembangunan. Populasi dalam penelitian ini meliputi Pembangunan di provinsi Jawa Tengah dalam kurun waktu 2023 dan 2024.

7. Sampel

Sampel penelitian diperlukan peneliti untuk memperoleh data. Sampel penelitian ini merupakan bagian dari populasi. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan Teknik *Simple Random Sampling* (teknik sampel acak sederhana). Dalam penelitian ini akan diambil 3 sampel yaitu Pembangunan Gudang pada proyek di Kota Semarang, Kabupaten Demak dan Kabupaten Kudus.

8. Data Responden

Responden pada penelitian ini adalah para pelaku pekerjaan konstruksi yang ahli dalam bidangnya. Para responden juga membantu dalam proses penelitian sebagai pendamping maupun sebagai narasumber. Jumlah responden yang diperlukan dalam penelitian ini minimal 4 orang dengan masing-masing bidang penguasaan yang berbeda. 2 responden yang merupakan tukang dan 2 orang lainnya adalah pemborong. Dengan demikian penelitian akan relevan dan tidak berada diluar batasan penelitian.

3.5 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini mengadopsi paradigma analisis data interaktif dan berkembang sejak tahap pengumpulan data hingga analisis data. Proses tersebut mencakup reduksi data, penyimpanan data, dan analisis data yang dilakukan pada tahap akhir penelitian. Peneliti mengelola data yang masih

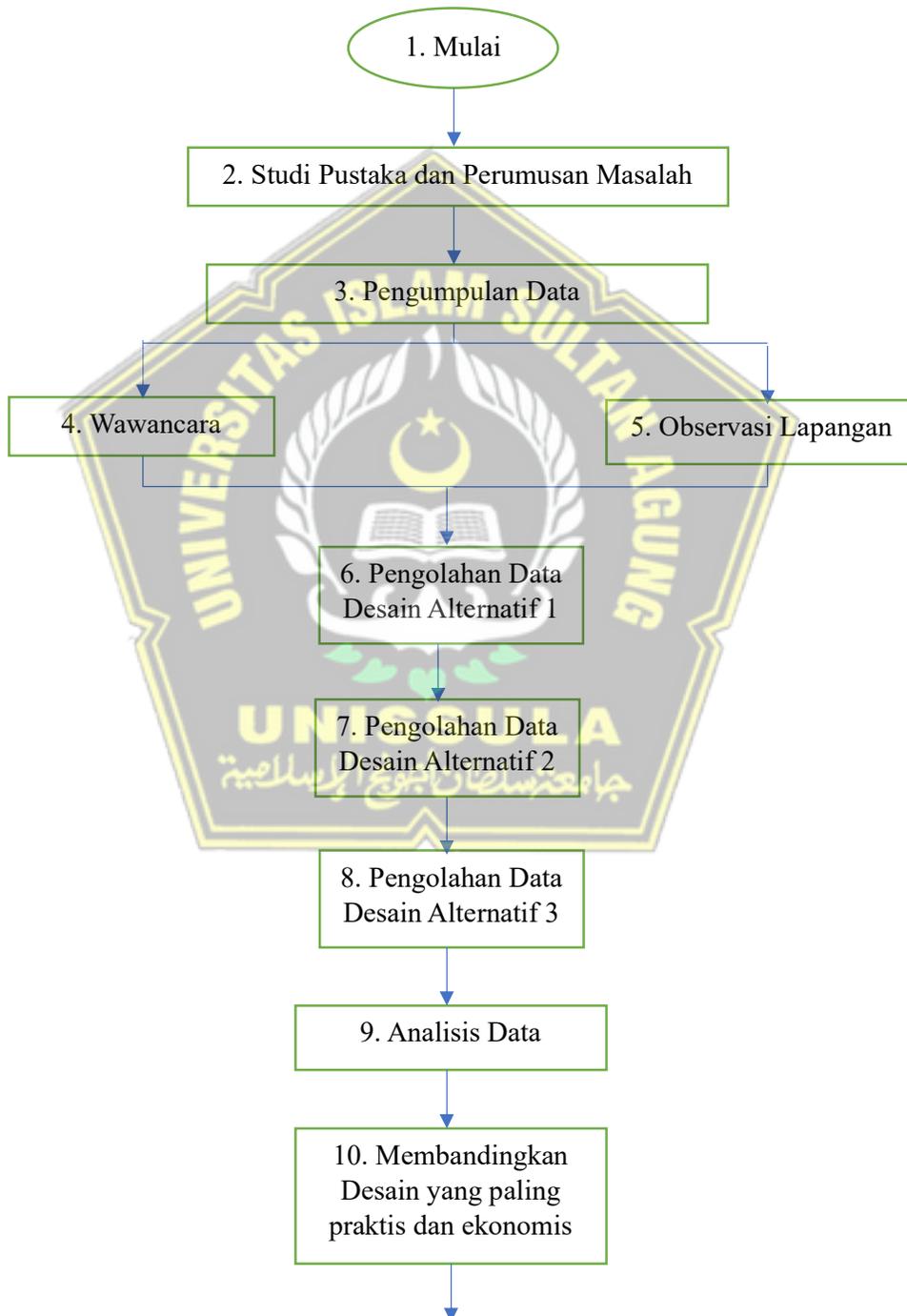
berbentuk setengah jadi, telah diatur secara tertulis, dan memiliki alur yang jelas terkait dengan topik penelitian. Matriks digunakan sebagai alat untuk menyajikan data yang nantinya akan digunakan dalam penarikan kesimpulan (Nurman, 2021)

3.6 Metode Analisa Data

Analisa yang dilakukan adalah analisis deskriptif kualitatif terhadap data-data yang telah dikumpulkan, Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis data yang menyangkut mutu, biaya, dan waktu proyek. Semua sumber data yang telah dikumpulkan dilakukan pengolahan dan dianalisis. Berikut langkah analisis data yang akan dilakukan :

- a. Membuat denah atau model Gudang dengan luasan 75 m^2 .
- b. Merencanakan biaya dan s curve alternatif material Gudang 1 dengan struktur baja ringan, dinding triplek dan penutup atap seng.
- c. Merencanakan biaya dan s curve alternatif material Gudang 2 dengan struktur baja ringan, dinding GRC dan penutup atap galvalum.
- d. Merencanakan biaya dan s curve alternatif material Gudang 3 dengan struktur baja ringan, dinding seng dan penutup atap asbes.
- e. Membandingkan hasil analisis biaya dan s curve ketiga alternatif untuk mendapatkan biaya yang paling ekonomis dan s curve yang paling praktis atau paling cepat dengan aplikasi *Expert Choice v. 11*.

3.7 Bagan Alur



11. Selesai

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada perencanaan waktu dan biaya meliputi data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini meliputi :

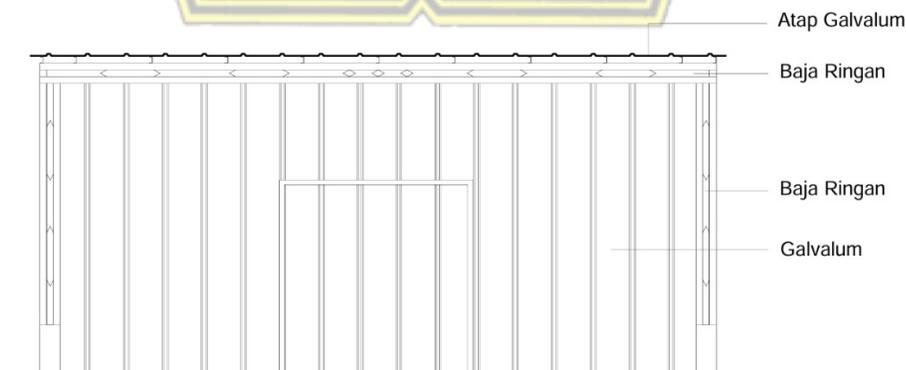
- a. Data AHSP Kabupaten Demak tahun 2024 (lampiran 1)
- b. Rab Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak (Lampiran 2)
- c. *S curve* Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak (Lampiran 3)
- d. Harga material dari toko material dan distributor material (Lampiran 4, tabel 4.3, tabel 4.7 dan tabel 4.11)
- e. Harga tenaga di Kabupaten Demak (Lampiran 5, tabel 4.4, tabel 4.8 dan tabel 4.12)
- f. Hasil kuesioner (lampiran 7)

Sedangkan Data Sekunder dalam penelitian ini yaitu :

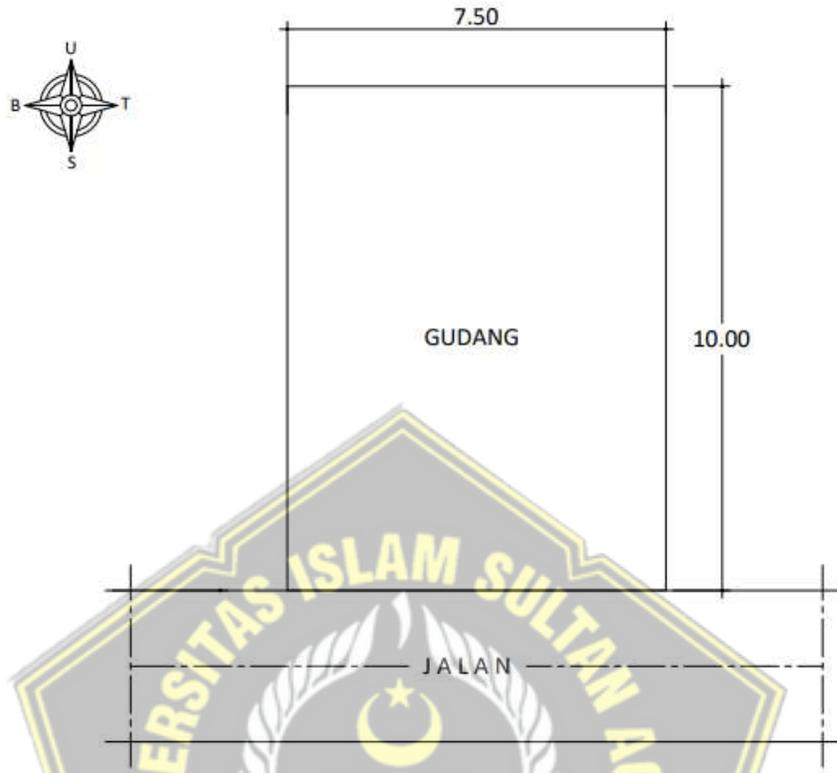
- a. Studi Pustaka (bab 2)
- b. Dokumentasi beberapa Gudang proyek yang ada di beberapa proyek sebelum Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga Demak (lampiran 6)

4.2 Analisis Data

Gudang proyek yang dianalisis memiliki ukuran 75 m². Gambar 4.1 menunjukkan contoh desain struktur Gudang proyek yang menggunakan baja ringan.



Gambar 4.1 Gambar Potongan Struktur Baja Ringan Gudang Proyek



Gambar 4.2 Denah Gudang Proyek



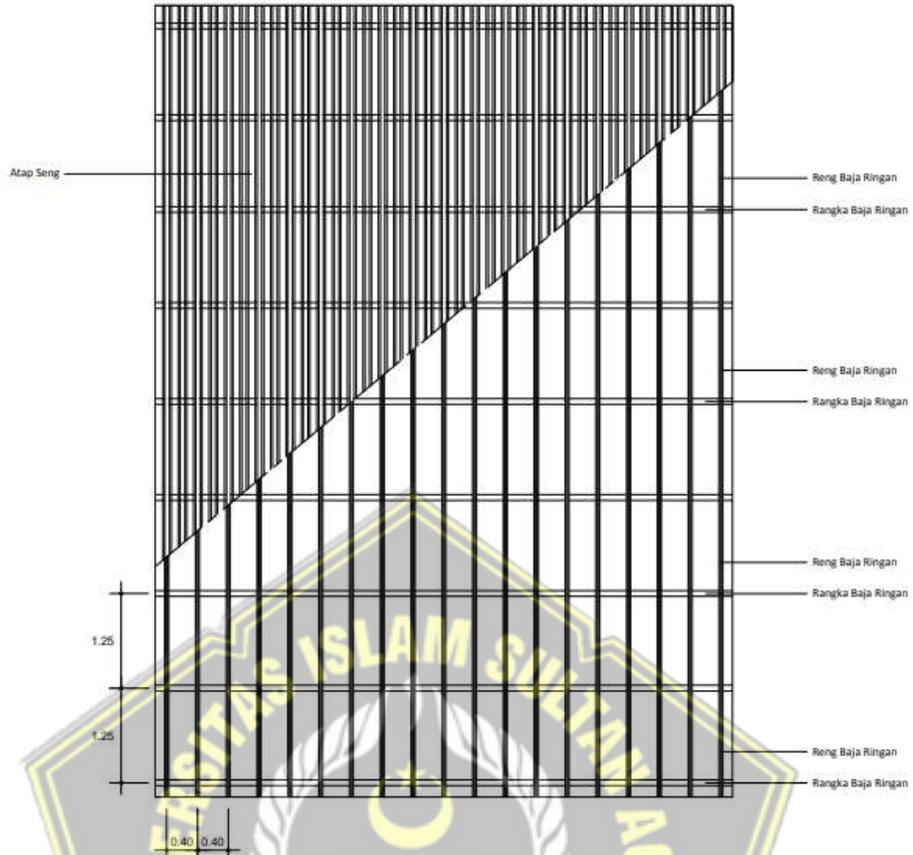
Gambar 4.3 Tampak Depan Gudang Proyek

Berdasarkan data yang diperoleh, maka diolah dalam Ms. Excel untuk memperhitungkan biaya dan waktu sebagai berikut :

- a. Alternatif Desain Gudang 1 (Struktur Baja Ringan, Dinding Triplek dan Penutup Atap Seng)



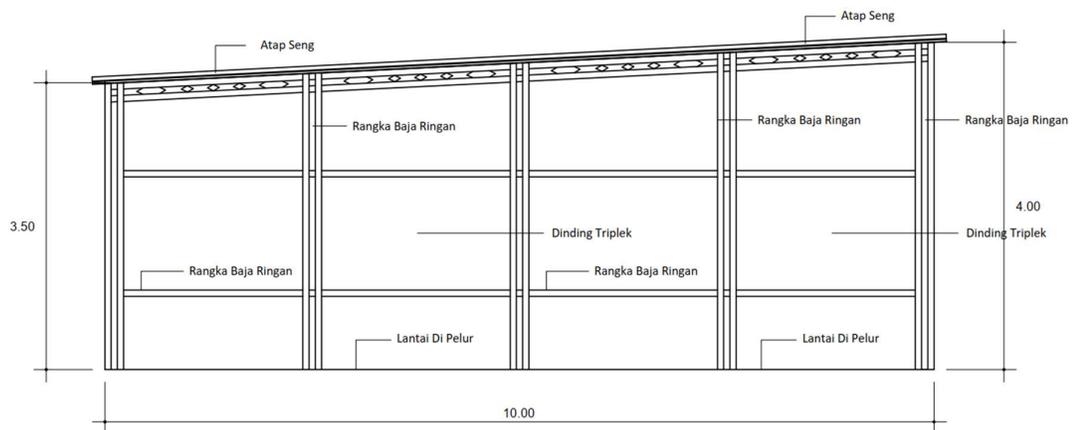
Gambar 4.4 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 1



Gambar 4.5 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 1



Gambar 4.6 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 1



Gambar 4.7 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 1

1) Spesifikasi Teknik

Berdasarkan hasil wawancara dengan tenaga dan perencanaan pada Proyek Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga seperti yang terlampir pada RAB RSUD Sunan Kalijaga pada lampiran 2, didapatkan spesifikasi teknik yang secara umum digunakan untuk membangun gudang proyek. Untuk alternatif gudang proyek 1 didapatkan spesifikasi teknik sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 1

No	Material	Spesifikasi
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASO)
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm
3	Seng	Seng gelombang tebal 0,5 mm x 80 cm x 180 cm
4	Triplek	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm

No	Material	Spesifikasi
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75
6	Daun Pintu	Triplek kayu 244 cm x 122 cm
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,6 mm
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5
9	Lampu	LED 50 Watt
10	Saklar	Saklar Engkel Broco

2) Analisis Volume

Berdasarkan Gambar 4.1, 4.2 dan 4.3, berikut perhitungan volume alternatif Gudang proyek 1.

Perhitungan volume :

- a. Lokasi kegiatan = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- b. Bowplank = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 35 \text{ m}$
- c. Struktur Baja ringan = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 + (3 \times 6) + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 105 \text{ m}$
- d. Lantai = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- e. Rangka Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- f. Penutup Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- g. Penutup dinding = $(10 \times 3 \times 2) + (7,5 \times 4 \times 2) = 112,5 \text{ m}^2$

Tabel 4.2 Analisis Volume Gudang Alternatif 1

NO	URAIAN	VOLUME	SAT
A PEKERJAAN STRUKTUR			
I PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	75,00	M2
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls
III PEKERJAAN STRUKTUR			
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M
B PEKERJAAN FINISHING			
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI			
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING			
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2
2	Pek. Penutup atap seng	75,00	M2
3	Pek. Penutup Dinding Triplek	122,50	M2
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA			
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Ttk
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh
3	Pek. Down light	3,00	Bh

3) Dasar Harga

Dasar harga yang digunakan adalah dasar harga dari AHSP Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus dan Kota Semarang Tahun 2023 – 2024. Data lengkap AHSP, harga material dan tenaga seperti pada lampiran 1, lampiran 4 dan lampiran 5.

Table 4.3 Harga Satuan Material Alternatif 1

No	Material	Spesifikasi	Harga Satuan
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASSO)	Rp 120.000,-/batang
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm	Rp 760.000,-/ m ³
3	Seng	Seng gelombang tebal 0,3 mm x 80 cm x 180 cm BJLS	Rp 80.000,-/lembar
4	Triplek	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm	Rp 60.000,-/lembar
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75	Rp 120.000,-/batang
6	Daun Pintu	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm	Rp 60.000,-/lembar
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,5 mm	Rp 127.000,-/m ²
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5	Rp 13.000,-/m
9	Lampu	LED 50 Watt	Rp 190.000,-/buah
10	Saklar	Saklar Engkel Broco	Rp. 13.000,-/buah

Table 4.4 Harga Satuan Tenaga Alternatif 1

NO				NAMA/ JENIS BARANG	SATUAN	UPAH INDEX BUPATI 2024
B	3	*	*	Pekerja Bangunan :		
B	3	1	*	Mandor	Hari	135.000
B	3	2	*	Tukang batu	Hari	125.000
B	3	3	*	Kepala tukang batu	Hari	130.000
B	3	4	*	Tukang kayu	Hari	125.000
B	3	5	*	Kepala tukang kayu	Hari	130.000
B	3	6	*	Tukang besi	Hari	125.000
B	3	7	*	Kepala tukang besi	Hari	130.000
B	3	8	*	Tukang cat	Hari	125.000
B	3	9	*	Kepala tukang cat	Hari	130.000
B	3	10	*	Tukang listrik	Hari	135.000
B	3	11	*	Tukang las	Hari	135.000
B	3	12	*	Tukang gali	Hari	115.000
B	3	13	*	Pekerja	Hari	115.000
B	3	14	*	Tenaga kerja terampil	Hari	115.000
B	3	15	*	Tenaga kerja tak terampil	Hari	100.000
B	3	16	*	Operator terampil	Hari	135.000
B	3	17	*	Operator semi terampil	Hari	100.000
B	3	18	*	Operator tak terampil	Hari	100.000
B	3	19	*	Pembantu operator	Hari	115.000
B	3	20	*	Masinis	Hari	130.000
B	3	21	*	Stokker	Hari	125.000
B	3	22	*	Sopir	Hari	135.000
B	3	23	*	Jaga malam	Hari	125.000
B	3	24	*	Mekanik terampil	Hari	135.000
B	3	25	*	Kernet/Pembantu sopir	Hari	115.000
B	3	26	*	Tenaga kerja pembersihan sungai/saluran	Hari	125.000
B	3	27	*	Tenaga penjaga pintu air	Hari	115.000

4) Analisis RAB

Analisis RAB menggunakan AHSP pada lampiran 1 dengan data harga material dan tukang pada lampiran 4 dan lampiran 5.

Berikut hasil analisis RAB untuk alternatif Gudang proyek 1.

NO	URAIAN	VOLUME	SAT	HARGA MATERIAL	JUMLAH HARGA	UPAH PEKERJA	JUMLAH UPAH PEKERJA	JUMLAH TOTAL	BOBOT
A PEKERJAAN STRUKTUR									
I PEKERJAAN PERSIAPAN									
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	75,00	M2			35.000,00	2.625.000,00	2.625.000,00	2,91
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'	35.000,00	1.225.000,00	35.000,00	1.225.000,00	2.450.000,00	2,71
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls	500.000,00	500.000,00		-	500.000,00	0,55
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls	500.000,00	500.000,00		-	500.000,00	0,55
				JUMLAH	2.225.000,00	JUMLAH	3.850.000,00	6.075.000,00	6,73
III PEKERJAAN STRUKTUR									
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M	30.000,00	3.150.000,00	175.000,00	18.375.000,00	21.525.000,00	23,83
				JUMLAH	3.150.000,00	JUMLAH	18.375.000,00	21.525.000,00	23,83
B PEKERJAAN FINISHING									
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI									
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2	250.000,00	18.750.000,00	107.000,00	8.025.000,00	26.775.000,00	29,64
				JUMLAH	18.750.000,00	JUMLAH	8.025.000,00	26.775.000,00	29,64
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING									
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2	110.000,00	8.250.000,00	85.000,00	6.375.000,00	14.625.000,00	16,19
2	Pek. Penutup atap seng	75,00	M2	56.000,00	4.200.000,00	45.000,00	3.375.000,00	7.575.000,00	8,39
3	Pek. Penutup Dinding Triplek	122,50	M2	22.000,00	2.695.000,00	55.000,00	6.737.500,00	9.432.500,00	10,44
				JUMLAH	15.145.000,00	JUMLAH	16.487.500,00	31.632.500,00	35,02
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA									
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh	500.000,00	500.000,00	70.000,00	70.000,00	570.000,00	0,63
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh	400.000,00	800.000,00	70.000,00	140.000,00	940.000,00	1,04
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh	750.000,00	750.000,00	70.000,00	70.000,00	820.000,00	0,91
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh	500.000,00	1.000.000,00	70.000,00	140.000,00	1.140.000,00	1,26
				JUMLAH	3.050.000,00	JUMLAH	420.000,00	3.470.000,00	3,84
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK									
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Ttk	115.000,00	345.000,00	10.000,00	30.000,00	375.000,00	0,42
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh	13.000,00	39.000,00	10.000,00	30.000,00	69.000,00	0,08
3	Pek. Lampu	3,00	Bh	127.000,00	381.000,00	10.000,00	30.000,00	411.000,00	0,45
				JUMLAH	765.000,00	JUMLAH	90.000,00	855.000,00	0,95
TOTAL					43.085.000,00		47.247.500,00	90.332.500,00	100
BIAYA PER M2								1.204.433,33	

Gambar 4.8 RAB Alternatif Desain Gudang 1

Struktur baja ringan dengan kombinasi penutup atap seng dan penutup dinding triplek didapatkan biaya Rp 1.204.433,33 per M²

5) Analisis Waktu

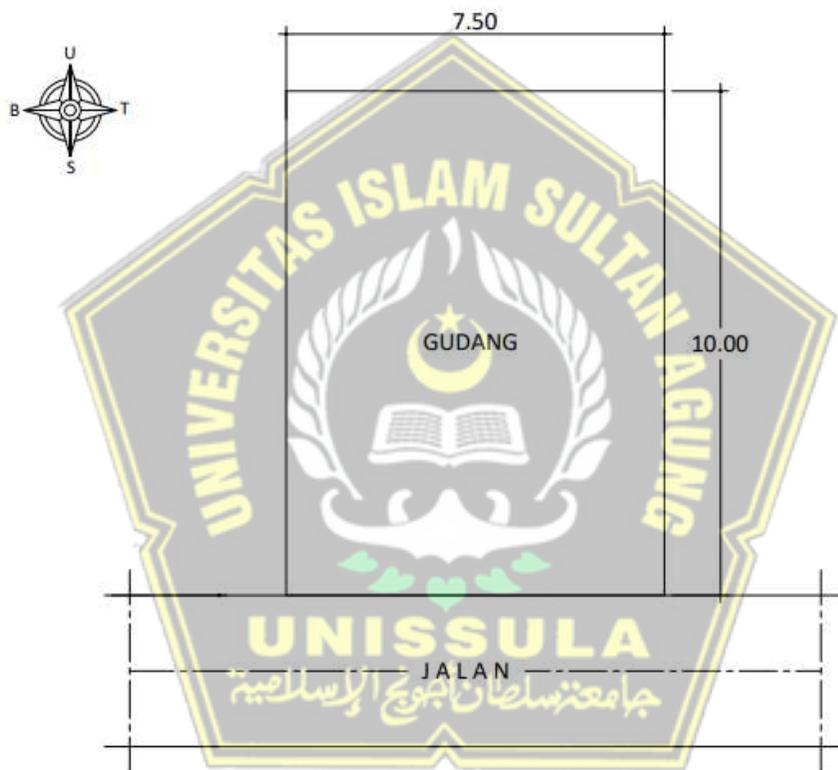
Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan tenaga dan target proyek, pengerjaan struktur baja ringan termasuk struktur atap dapat dikerjakan dalam waktu 4 hari untuk struktur baja ringan dan 3 hari untuk konstruksi atap.

NO	URAIAN	JUMLAH TOTAL	BOBOT	HARI KE													
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A	PEKERJAAN STRUKTUR																
I	PEKERJAAN PERSIAPAN																
	1 Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	2.625.000,00	2,91	2,91													
	2 Pek. Pasang Bouwplank	2.450.000,00	2,71		1,36	1,36											
	3 Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	500.000,00	0,55			0,55											
	4 Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	500.000,00	0,55			0,55											
		6.075.000,00	6,73	2,91	1,36	2,46											
III	PEKERJAAN STRUKTUR																
	1 Pek. Struktur Baja Ringan	21.525.000,00	23,83		3,97	5,96	5,96	7,94									
		21.525.000,00	23,83		3,97	5,96	5,96	7,94									
B	PEKERJAAN FINISHING																
I	PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI																
	1 Pek. Pelur Lantai	26.775.000,00	29,64					5,93	10,25	13,46							
		26.775.000,00	29,64					5,93	10,25	13,46							
II	PEKERJAAN ATAP DAN DINDING																
	1 Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	14.625.000,00	16,19								3,24	7,56	5,40				
	2 Pek. Penutup atap seng	7.575.000,00	8,39									4,19	4,19				
	3 Pek. Penutup Dinding Triplek	9.432.500,00	10,44								2,09	8,35					
		31.632.500,00	35,02								2,09	11,59	11,75	9,59			
III	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA																
	1 Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	570.000,00	0,63													0,63	
	2 Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	940.000,00	1,04													1,04	
	3 Pek. Pengadaan Daun Pintu	820.000,00	0,91													0,91	
	4 Pek. Jendela dan kaca mati	1.140.000,00	1,26														1,26
		3.470.000,00	3,84													2,58	1,26
V	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																
	1 Pek. Instalasi Titik Lampu	375.000,00	0,42														0,42
	2 Pek. Saklar Engkel	69.000,00	0,08														0,08
	3 Pek. Lampu	411.000,00	0,45														0,45
		855.000,00	0,95														0,95
	TOTAL	90.332.500,00	100	2,91	5,33	8,42	5,96	13,87	10,25	15,55	11,59	11,75	9,59	2,58	1,26	0,95	
	BIAYA PER M2	1.204.433,33		2,91	8,23	16,65	22,61	36,48	46,73	62,28	73,87	85,62	95,21	97,79	99,05	100,00	

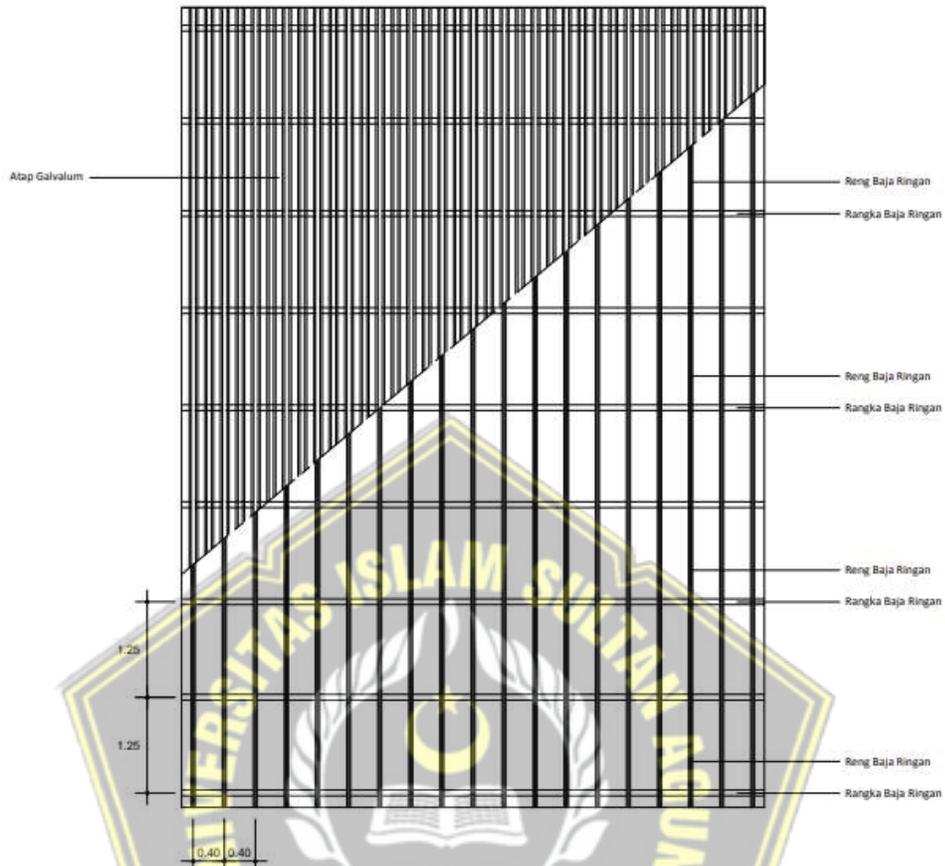
Gambar 4.9 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 1

Pekerjaan dilakukan oleh 2 orang tukang dan 2 orang tenaga. Setelah pemasangan struktur selesai dapat dimulai untuk pemasangan dinding dan atap. Informasi dari tukang dan tenaga, untuk pemasangan atap dibutuhkan waktu 3 hari dan dinding triplek 2 hari. Berdasarkan analisis di atas, pengerjaan Gudang alternatif 1 dapat diselesaikan dalam waktu 13 hari.

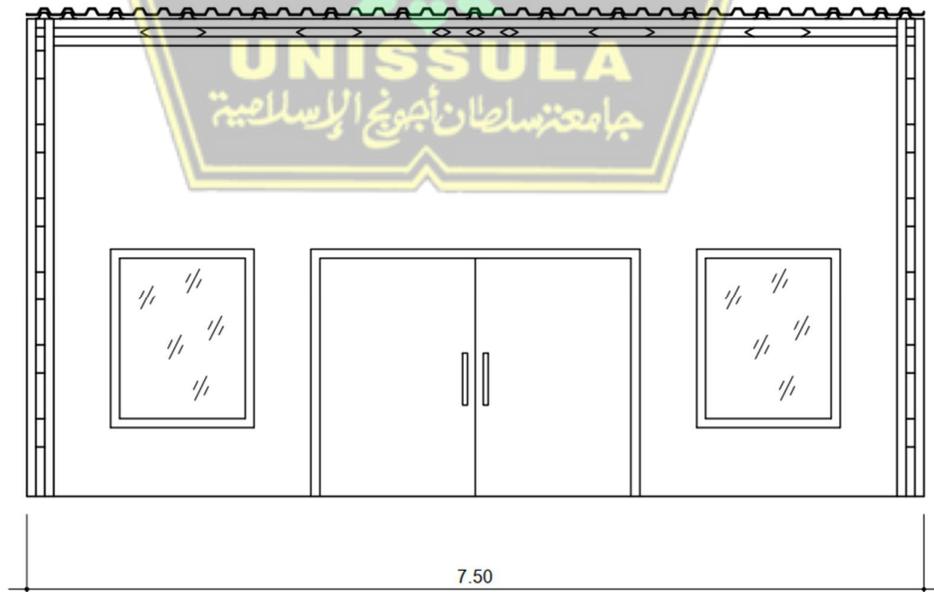
b. Alternatif Desain Gudang 1 (Struktur Baja Ringan, Dinding GRC dan penutup Atap Galvalum)



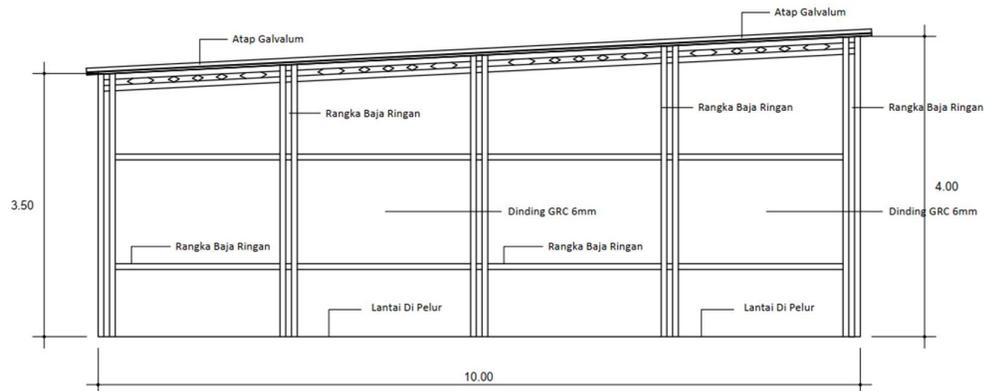
Gambar 4.10 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 2



Gambar 4.11 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 2



Gambar 4.12 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 2



Gambar 4.13 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 2

1) Spesifikasi Teknik

Berdasarkan hasil wawancara dengan tenaga dan perencanaan pada Proyek Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga seperti yang terlampir pada RAB RSUD Sunan Kaliaga pada lampiran 2, didapatkan spesifikasi teknik yang secara umum digunakan untuk membangun gudang proyek. Untuk alternatif gudang proyek 2 didapatkan spesifikasi teknik sebagai berikut :

Tabel 4.5 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 2

No	Material	Spesifikasi
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASO)
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm
3	GRC	GRC 6 mm x 1220 mm x 2440 mm
4	Galvalum	Galvalume Spandek 0,3 mm x 750 mm x 4 m AZ70
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75
6	Daun Pintu	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,5 mm
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5

No	Material	Spesifikasi
9	Lampu	LED 50 Watt
10	Saklar	Saklar Engkel Broco

2) Analisis Volume

Berdasarkan Gambar 4.1, 4.2 dan 4.7, berikut perhitungan volume alternatif Gudang proyek 2.

Perhitungan volume :

- a. Lokasi kegiatan = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- b. Bowplank = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 35 \text{ m}$
- c. Struktur Baja ringan = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 + (3 \times 6) + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 105 \text{ m}$
- d. Lantai = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- e. Rangka Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- f. Penutup Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- g. Penutup dinding = $(10 \times 3 \times 2) + (7,5 \times 4 \times 2) = 112,5 \text{ m}^2$



Tabel 4.6 Analisis Volume Gudang Alternatif 2

NO	URAIAN	VOLUME	SAT
A	PEKERJAAN STRUKTUR		
I	PEKERJAAN PERSIAPAN		
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	75,00	M2
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls
III	PEKERJAAN STRUKTUR		
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M
B	PEKERJAAN FINISHING		
I	PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI		
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2
II	PEKERJAAN ATAP DAN DINDING		
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2
2	Pek. Penutup atap Galvalum Spandek	75,00	M2
3	Pek. Penutup Dinding GRC 6 mm	122,50	M2
III	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA		
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh
V	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK		
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Ttk
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh
3	Pek. Down light	3,00	Bh

3) Dasar Harga

Dasar harga yang digunakan adalah dasar harga dari AHSP Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus dan Kota Semarang Tahun 2023 – 2024. Data lengkap AHSP, harga material dan tenaga seperti pada lampiran 1, lampiran 4 dan lampiran 5.

Berikut adalah dasar harga dari AHSP Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus dan Kota Semarang Tahun 2023 – 2024.

Table 4.7 Harga Satuan Material Alternatif 2

No	Material	Spesifikasi	Harga Satuan
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASSO)	Rp 120.000,- /batang
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm	Rp 760.000,-/ m ³
3	GRC	GRC 6 mm x 1220 mm x 2440 mm	Rp 110.000,- /lembar
4	Galvalum	Galvalume Spandek 0,3 mm x 750 mm x 4 m AZ70	Rp 49.000,-/m
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75	Rp 120.000,- /batang
6	Daun Pintu	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm	Rp 60.000,-/lembar
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,5 mm	Rp 127.000,-/m ²
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5	Rp 13.000,-/m
9	Lampu	LED 50 Watt	Rp 190.000,-/buah
10	Saklar	Saklar Engkel Broco	Rp. 13.000,-/buah

Table 4.8 Harga Satuan Tenaga Alternatif 2

NO				NAMA/ JENIS BARANG	SATUAN	UPAH INDEX BUPATI 2024
B	3	*	*	Pekerja Bangunan :		
B	3	1	*	Mandor	Hari	135.000
B	3	2	*	Tukang batu	Hari	125.000
B	3	3	*	Kepala tukang batu	Hari	130.000
B	3	4	*	Tukang kayu	Hari	125.000
B	3	5	*	Kepala tukang kayu	Hari	130.000
B	3	6	*	Tukang besi	Hari	125.000
B	3	7	*	Kepala tukang besi	Hari	130.000
B	3	8	*	Tukang cat	Hari	125.000
B	3	9	*	Kepala tukang cat	Hari	130.000
B	3	10	*	Tukang listrik	Hari	135.000
B	3	11	*	Tukang las	Hari	135.000
B	3	12	*	Tukang gali	Hari	115.000
B	3	13	*	Pekerja	Hari	115.000
B	3	14	*	Tenaga kerja terampil	Hari	115.000
B	3	15	*	Tenaga kerja tak terampil	Hari	100.000
B	3	16	*	Operator terampil	Hari	135.000
B	3	17	*	Operator semi terampil	Hari	100.000
B	3	18	*	Operator tak terampil	Hari	100.000
B	3	19	*	Pembantu operator	Hari	115.000
B	3	20	*	Masinis	Hari	130.000
B	3	21	*	Stokker	Hari	125.000
B	3	22	*	Sopir	Hari	135.000
B	3	23	*	Jaga malam	Hari	125.000
B	3	24	*	Mekanik terampil	Hari	135.000
B	3	25	*	Kernet/Pembantu sopir	Hari	115.000
B	3	26	*	Tenaga kerja pembersihan sungai/saluran	Hari	125.000
B	3	27	*	Tenaga penjaga pintu air	Hari	115.000

4) Analisis RAB

Analisis RAB menggunakan AHSP pada lampiran 1 dengan data harga material dan tukang pada lampiran 4 dan lampiran 5.

Berikut hasil analisis RAB untuk alternatif Gudang proyek 2.

NO	URAIAN	VOLUME	SAT	HARGA MATERIAL	JUMLAH HARGA	UPAH PEKERJA	JUMLAH UPAH PEKERJA	JUMLAH TOTAL	BOBOT
A PEKERJAAN STRUKTUR									
I PEKERJAAN PERSIAPAN									
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	75,00	M2			35.000,00	2.625.000,00	2.625.000,00	2,82
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'	35.000,00	1.225.000,00	35.000,00	1.225.000,00	2.450.000,00	2,63
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls	500.000,00	500.000,00		-	500.000,00	0,54
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls	500.000,00	500.000,00		-	500.000,00	0,54
				JUMLAH	2.225.000,00	JUMLAH	3.850.000,00	6.075.000,00	6,52
III PEKERJAAN STRUKTUR									
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M	30.000,00	3.150.000,00	175.000,00	18.375.000,00	21.525.000,00	23,09
				JUMLAH	3.150.000,00	JUMLAH	18.375.000,00	21.525.000,00	23,09
B PEKERJAAN FINISHING									
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI									
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2	250.000,00	18.750.000,00	107.000,00	8.025.000,00	26.775.000,00	28,72
				JUMLAH	18.750.000,00	JUMLAH	8.025.000,00	26.775.000,00	28,72
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING									
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2	110.000,00	8.250.000,00	85.000,00	6.375.000,00	14.625.000,00	15,69
2	Pek. Penutup atap Galvalum Spandek	75,00	M2	49.000,00	3.675.000,00	45.000,00	3.375.000,00	7.050.000,00	7,56
3	Pek. Penutup Dinding GRC 6 mm	122,50	M2	40.000,00	4.900.000,00	65.000,00	7.962.500,00	12.862.500,00	13,80
				JUMLAH	16.825.000,00	JUMLAH	17.712.500,00	34.537.500,00	37,04
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA									
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh	500.000,00	500.000,00	70.000,00	70.000,00	570.000,00	0,61
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh	400.000,00	800.000,00	70.000,00	140.000,00	940.000,00	1,01
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh	750.000,00	750.000,00	70.000,00	70.000,00	820.000,00	0,88
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh	500.000,00	1.000.000,00	70.000,00	140.000,00	1.140.000,00	1,22
				JUMLAH	3.050.000,00	JUMLAH	420.000,00	3.470.000,00	3,72
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK									
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Tik	115.000,00	345.000,00	10.000,00	30.000,00	375.000,00	0,40
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh	13.000,00	39.000,00	10.000,00	30.000,00	69.000,00	0,07
3	Pek. Down light	3,00	Bh	127.000,00	381.000,00	10.000,00	30.000,00	411.000,00	0,44
				JUMLAH	765.000,00	JUMLAH	90.000,00	855.000,00	0,92
TOTAL					44.765.000,00	JUMLAH	48.472.500,00	93.237.500,00	100
BIAYA PER M2									1.243.166,67

Gambar 4.14 RAB Alternatif Desain Gudang 2

Struktur baja ringan dengan kombinasi penutup atap galvalum spandek dan penutup dinding GRC 6 mm didapatkan biaya Rp 1.243.166,67 per M².

5) Analisis Waktu

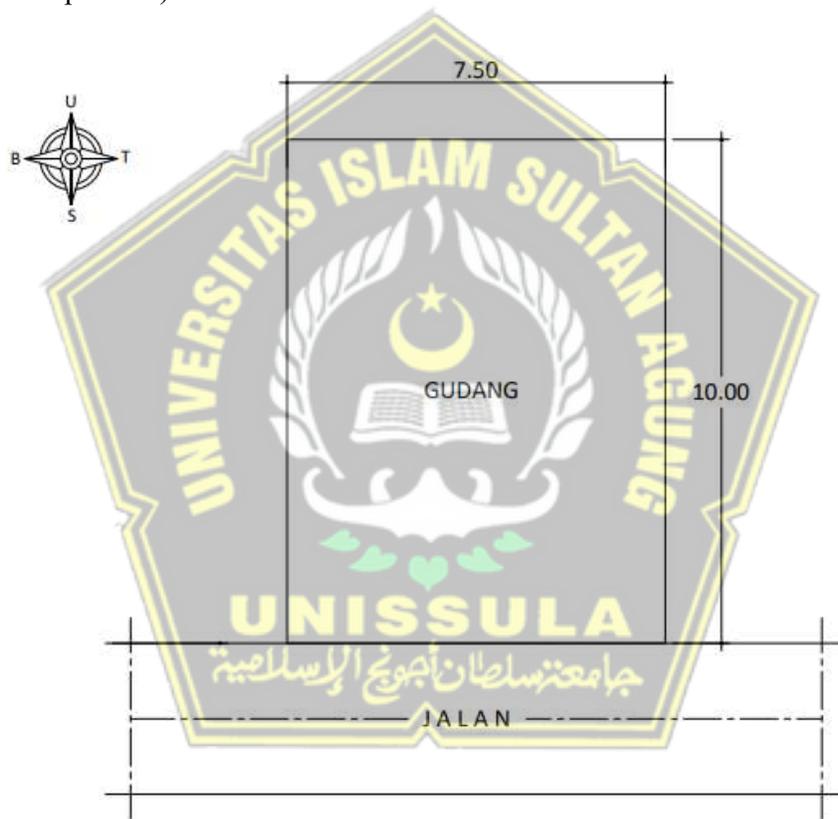
Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan tenaga dan target proyek, pengerjaan struktur baja ringan termasuk struktur atap dapat dikerjakan dalam waktu 4 hari untuk struktur baja ringan dan 3 hari untuk konstruksi atap.

NO	URAIAN	JUMLAH TOTAL	BOBOT	HARI KE															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
A PEKERJAAN STRUKTUR																			
I PEKERJAAN PERSIAPAN																			
	1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	2.625.000,00	2,82	2,82														
	2	Pek. Pasang Bouwplank	2.450.000,00	2,63		1,31	1,31												
	3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	500.000,00	0,54			0,54												
	4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	500.000,00	0,54			0,54												
			6.075.000,00	6,52	2,82	1,31	2,39												
III PEKERJAAN STRUKTUR																			
	1	Pek. Struktur Baja Ringan	21.525.000,00	23,09		3,85	5,77	5,77	7,70										
			21.525.000,00	23,09		3,85	5,77	5,77	7,70										
B PEKERJAAN FINISHING																			
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI																			
	1	Pek. Pelur Lantai	26.775.000,00	28,72					5,74	10,25	12,72								
			26.775.000,00	28,72					5,74	10,25	12,72								
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING																			
	1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	14.625.000,00	15,69								3,14	7,32	5,23					
	2	Pek. Penutup atap Galvalum Spandek	7.050.000,00	7,56								3,78	3,78						
	3	Pek. Penutup Dinding GRC 6 mm	12.862.500,00	13,80								2,76	11,04						
			34.537.500,00	37,04								2,76	17,95	11,10	5,23				
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA																			
	1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	570.000,00	0,61													0,61		
	2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	940.000,00	1,01													1,01		
	3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	820.000,00	0,88													0,88		
	4	Pek. Jendela dan kaca mati	1.140.000,00	1,22													1,22		
			3.470.000,00	3,72													3,72		
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																			
	1	Pek. Instalasi Titik Lampu	375.000,00	0,40														0,40	
	2	Pek. Saklar Engkel	69.000,00	0,07														0,07	
	3	Pek. Down light	411.000,00	0,44														0,44	
			855.000,00	0,92														0,92	
TOTAL			93.237.500,00	100	2,82	5,16	8,16	5,77	13,44	10,25	15,48	17,95	11,10	5,23	3,72	0,92			
BIAYA PER M2			1.243.166,67	2,82	7,98	16,13	21,91	35,35	45,60	61,08	79,03	90,13	95,36	99,08	100,00				

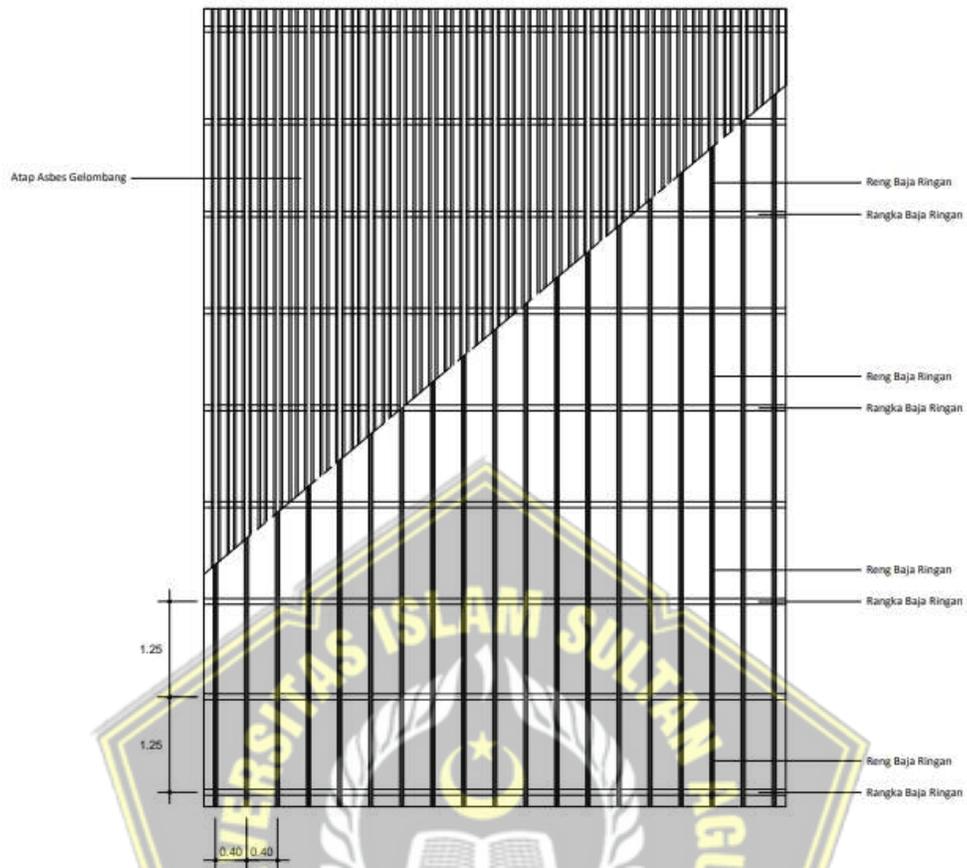
Gambar 4.15 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 2

Pekerjaan dilakukan oleh 2 orang tukang dan 2 orang tenaga. Setelah pemasangan struktur selesai dapat dimulai untuk pemasangan dinding dan atap. Informasi dari tukang dan tenaga, untuk pemasangan galvalum dibutuhkan waktu 2 hari dan dinding GRC 2 hari. Berdasarkan analisis di atas, pengerjaan Gudang alternatif 2 dapat diselesaikan dalam waktu 12 hari.

- a. Alternatif Desain Gudang 3 (Struktur Baja Ringan, Dinding Seng dan Penutup Atap Asbes)



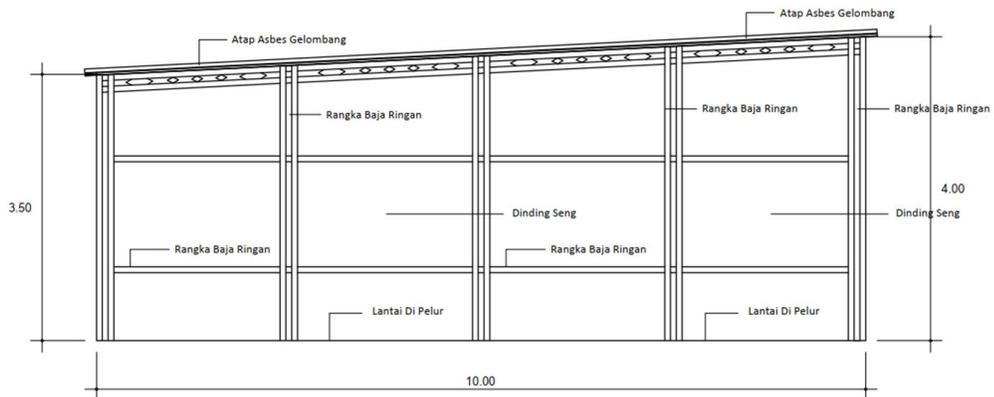
Gambar 4.16 Denah Lantai Alternatif Gudang Proyek 3



Gambar 4.17 Denah Atap Alternatif Gudang Proyek 3



Gambar 4.18 Tampak Depan Alternatif Gudang Proyek 3



Gambar 4.19 Gambar Potongan Gudang Proyek Alternatif 3

1) Spesifikasi Teknik

Berdasarkan hasil wawancara dengan tenaga dan perencanaan pada Proyek Pembangunan RSUD Sunan Kalijaga seperti yang terlampir pada RAB RSUD Sunan Kalijaga pada lampiran 2, didapatkan spesifikasi teknik yang secara umum digunakan untuk membangun gudang proyek. Untuk alternatif gudang proyek 3 didapatkan spesifikasi teknik sebagai berikut :

Tabel 4.9 Spesifikasi Teknik Material Gudang Alternatif 3

No	Material	Spesifikasi
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASSO)
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm
3	Seng	Seng gelombang tebal 0,25 mm x 80 cm x 180 cm
4	Asbes	Asbes Djabesmen Gelombang Besar 150 x x105 x 0,45 cm
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75
6	Daun Pintu	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,5 mm

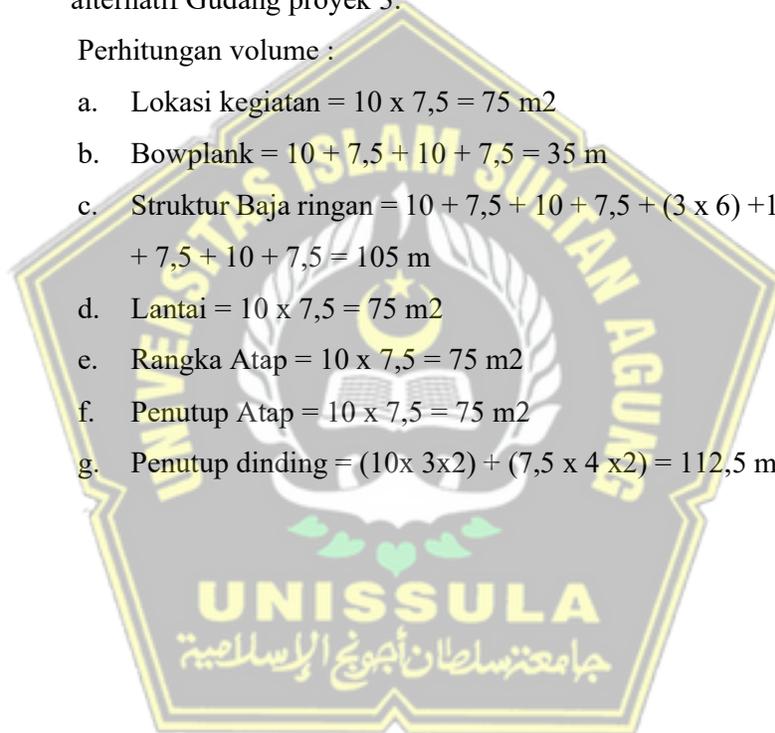
No	Material	Spesifikasi
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5
9	Lampu	LED 50 Watt
10	Saklar	Saklar Engkel Broco

2) Analisis Volume

Berdasarkan Gambar 4.1, 4.2 dan 4.10, berikut perhitungan volume alternatif Gudang proyek 3.

Perhitungan volume :

- a. Lokasi kegiatan = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- b. Bowplank = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 35 \text{ m}$
- c. Struktur Baja ringan = $10 + 7,5 + 10 + 7,5 + (3 \times 6) + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 + 10 + 7,5 = 105 \text{ m}$
- d. Lantai = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- e. Rangka Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- f. Penutup Atap = $10 \times 7,5 = 75 \text{ m}^2$
- g. Penutup dinding = $(10 \times 3 \times 2) + (7,5 \times 4 \times 2) = 112,5 \text{ m}^2$



Tabel 4.10 Analisis Volume Gudang Alternatif 3

NO	URAIAN	VOLUME	SAT
A PEKERJAAN STRUKTUR			
I PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	75,00	M2
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls
III PEKERJAAN STRUKTUR			
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M
B PEKERJAAN FINISHING			
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI			
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING			
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2
2	Pek. Penutup atap asbes Gelombang	75,00	M2
3	Pek. Penutup Dinding seng	122,50	M2
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA			
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK			
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Ttk
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh
3	Pek. Down light	3,00	Bh

3) Dasar Harga

Dasar harga yang digunakan adalah dasar harga dari AHSP Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus dan Kota Semarang Tahun 2023 – 2024. Data lengkap AHSP, harga material dan tenaga seperti pada lampiran 1, lampiran 4 dan lampiran 5.

Berikut adalah dasar harga dari AHSP Kabupaten Demak, Kabupaten Kudus dan Kota Semarang Tahun 2023 – 2024.

Table 4.11 Harga Satuan Material Alternatif 3

No	Material	Spesifikasi	Harga Satuan
1	Struktur Baja Ringan	Baja Ringan Kanal C 75 (Truss C75.75 TASO)	Rp 120.000,- /batang
2	Pelur Lantai	K 100 ketebalan 3 cm	Rp 760.000,-/ m ³
3	Seng	Seng gelombang tebal 0,25 mm x 80 cm x 180 cm	Rp 80.000,-/lembar
4	Asbes	Asbes Djabesmen Gelombang Besar 150 x x105 x 0,45 cm	Rp 46.000,-/lembar
5	Kusen	Baja Ringan Kanal C 75	Rp 120.000,- /batang
6	Daun Pintu	Triplek sengon 122 cm x 244 cm x 3 mm	Rp 60.000,-/lembar
7	Kaca Jendela	Kaca Bening 0,5 mm	Rp 127.000,-/m ²
8	Kabel Listrik	Kabel NYM 2 x 1,5	Rp 13.000,-/m
9	Lampu	LED 50 Watt	Rp 190.000,-/buah
10	Saklar	Saklar Engkel Broco	Rp. 13.000,-/buah

Table 4.12 Harga Satuan Tenaga Alternatif 3

NO				NAMA/ JENIS BARANG	SATUAN	UPAH INDEX BUPATI 2024
B	3	*	*	Pekerja Bangunan :		
B	3	1	*	Mandor	Hari	135.000
B	3	2	*	Tukang batu	Hari	125.000
B	3	3	*	Kepala tukang batu	Hari	130.000
B	3	4	*	Tukang kayu	Hari	125.000
B	3	5	*	Kepala tukang kayu	Hari	130.000
B	3	6	*	Tukang besi	Hari	125.000
B	3	7	*	Kepala tukang besi	Hari	130.000
B	3	8	*	Tukang cat	Hari	125.000
B	3	9	*	Kepala tukang cat	Hari	130.000
B	3	10	*	Tukang listrik	Hari	135.000
B	3	11	*	Tukang las	Hari	135.000
B	3	12	*	Tukang gali	Hari	115.000
B	3	13	*	Pekerja	Hari	115.000
B	3	14	*	Tenaga kerja terampil	Hari	115.000
B	3	15	*	Tenaga kerja tak terampil	Hari	100.000
B	3	16	*	Operator terampil	Hari	135.000
B	3	17	*	Operator semi terampil	Hari	100.000
B	3	18	*	Operator tak terampil	Hari	100.000
B	3	19	*	Pembantu operator	Hari	115.000
B	3	20	*	Masinis	Hari	130.000
B	3	21	*	Stokker	Hari	125.000
B	3	22	*	Sopir	Hari	135.000
B	3	23	*	Jaga malam	Hari	125.000
B	3	24	*	Mekanik terampil	Hari	135.000
B	3	25	*	Kernet/Pembantu sopir	Hari	115.000
B	3	26	*	Tenaga kerja pembersihan sungai/saluran	Hari	125.000
B	3	27	*	Tenaga penjaga pintu air	Hari	115.000

4) Analisis RAB

Analisis RAB menggunakan AHSP pada lampiran 1 dengan data harga material dan tukang pada lampiran 4 dan lampiran 5.

Berikut hasil analisis RAB untuk alternatif Gudang proyek 3.

NO	URAIAN	VOLUME	SAT	HARGA MATERIAL	JUMLAH HARGA	UPAH PEKERJA	JUMLAH UPAH PEKERJA	JUMLAH TOTAL	BOBOT
A	PEKERJAAN STRUKTUR								
I	PEKERJAAN PERSIAPAN								
1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kejiata	75,00	M2			35.000,00	2.625.000,00	2.625.000,00	2,83
2	Pek. Pasang Bouwplank	35,00	M'	35.000,00	1.225.000,00	35.000,00	1.225.000,00	2.450.000,00	2,64
3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	1,00	Ls	500.000,000	500.000,00		-	500.000,00	0,54
4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	1,00	Ls	500.000,000	500.000,00		-	500.000,00	0,54
				JUMLAH	2.225.000,00	JUMLAH	3.850.000,00	6.075.000,00	6,54
III	PEKERJAAN STRUKTUR								
1	Pek. Struktur Baja Ringan	105,00	M	30.000,00	3.150.000,00	175.000,00	18.375.000,00	21.525.000,00	23,19
				JUMLAH	3.150.000,00	JUMLAH	18.375.000,00	21.525.000,00	23,19
B	PEKERJAAN FINISHING								
I	PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI								
1	Pek. Pelur Lantai	75,00	M2	250.000,00	18.750.000,00	107.000,00	8.025.000,00	26.775.000,00	28,85
				JUMLAH	18.750.000,00	JUMLAH	8.025.000,00	26.775.000,00	28,85
II	PEKERJAAN ATAP DAN DINDING								
1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	75,00	M2	110.000,00	8.250.000,00	85.000,00	6.375.000,00	14.625.000,00	15,76
2	Pek. Penutup atap asbes Gelombang	75,00	M2	30.000,00	2.250.000,00	65.000,00	4.875.000,00	7.125.000,00	7,68
3	Pek. Penutup Dinding seng	122,50	M2	56.000,00	6.860.000,00	45.000,00	5.512.500,00	12.372.500,00	13,33
				JUMLAH	17.360.000,00	JUMLAH	16.762.500,00	34.122.500,00	36,76
III	PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA								
1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	1,00	Bh	500.000,00	500.000,00	70.000,00	70.000,00	570.000,00	0,61
2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	2,00	Bh	400.000,00	800.000,00	70.000,00	140.000,00	940.000,00	1,01
3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	1,00	Bh	750.000,00	750.000,00	70.000,00	70.000,00	820.000,00	0,88
4	Pek. Jendela dan kaca mati	2,00	Bh	500.000,00	1.000.000,00	70.000,00	140.000,00	1.140.000,00	1,23
				JUMLAH	3.050.000,00	JUMLAH	420.000,00	3.470.000,00	3,74
V	PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK								
1	Pek. Instalasi Titik Lampu	3,00	Ttk	115.000,00	345.000,00	10.000,00	30.000,00	375.000,00	0,40
2	Pek. Saklar Engkel	3,00	Bh	13.000,00	39.000,00	10.000,00	30.000,00	69.000,00	0,07
3	Pek. Down light	3,00	Bh	127.000,00	381.000,00	10.000,00	30.000,00	411.000,00	0,44
				JUMLAH	765.000,00	JUMLAH	90.000,00	855.000,00	0,92
TOTAL					45.300.000,00		47.522.500,00	92.822.500,00	100
BIAYA PER M2									1.237.633,33

Gambar 4.20 RAB Alternatif Desain Gudang 3

Struktur baja ringan dengan kombinasi penutup atap asbes gelombang dan penutup dinding seng didapatkan biaya Rp 1.237.633,33 per M².

5) Analisis Waktu

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan tenaga dan target proyek, pengerjaan struktur baja ringan termasuk struktur atap dapat dikerjakan dalam waktu 4 hari untuk struktur baja ringan dan 3 hari untuk konstruksi atap.

NO	URAIAN	JUMLAH TOTAL	BOBOT	HARI KE															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
A PEKERJAAN STRUKTUR																			
I PEKERJAAN PERSIAPAN																			
	1	Pek. Pembersihan sebelum dan sesudah Lokasi Kegiatan	2.625.000,00	2,83	2,83														
	2	Pek. Pasang Bouwplank	2.450.000,00	2,64		1,32	1,32												
	3	Pek. Penyediaan Air dan Listrik Kerja	500.000,00	0,54			0,54												
	4	Pek. Pembuatan Gambar As Built Drawing (ABD)	500.000,00	0,54			0,54												
			6.075.000,00	6,54	2,83	1,32	2,40												
III PEKERJAAN STRUKTUR																			
	1	Pek. Struktur Baja Ringan	21.525.000,00	23,19		3,86	5,80	5,80	7,73										
			21.525.000,00	23,19		3,86	5,80	5,80	7,73										
B PEKERJAAN FINISHING																			
I PEKERJAAN PASANGAN DAN LANTAI																			
	1	Pek. Pelur Lantai	26.775.000,00	28,85				5,77	10,25	12,83									
			26.775.000,00	28,85				5,77	10,25	12,83									
II PEKERJAAN ATAP DAN DINDING																			
	1	Pek. Rangka atap, usuk, reng baja ringan	14.625.000,00	15,76							3,15	7,35	5,25						
	2	Pek. Penutup atap asbes Gelombang	7.125.000,00	7,68								2,56	2,56	2,56					
	3	Pek. Penutup Dinding seng	12.372.500,00	13,33						2,67	10,66								
			34.122.500,00	36,76						2,67	13,81	9,91	7,81	2,56					
III PEKERJAAN PINTU DAN JENDELA																			
	1	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Pintu	570.000,00	0,61											0,61				
	2	Pek. Pengadaan & Pemasangan Kosen Jendela	940.000,00	1,01												1,01			
	3	Pek. Pengadaan Daun Pintu	820.000,00	0,88												0,88			
	4	Pek. Jendela dan kaca mati	1.140.000,00	1,23													1,23		
			3.470.000,00	3,74											0,61	1,90	1,23		
V PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK																			
	1	Pek. Instalasi Titik Lampu	375.000,00	0,40														0,40	
	2	Pek. Saklar Engkel	69.000,00	0,07														0,07	
	3	Pek. Down light	411.000,00	0,44														0,44	
			855.000,00	0,92														0,92	
TOTAL			92.822.500,00	100	2,83	5,18	8,19	5,80	13,50	10,25	15,49	13,81	9,91	7,81	3,17	1,90	1,23	0,92	
BIAYA PER M2			1.237.633,33	2,83	8,01	16,21	22,00	35,50	45,75	61,25	75,06	84,97	92,78	95,95	97,85	99,08	100,00	100,00	

Gambar 4.21 Analisis Waktu Pengerjaan Alternatif Gudang 3

Pekerjaan dilakukan oleh 2 orang tukang dan 2 orang tenaga. Setelah pemasangan struktur selesai dapat dimulai untuk pemasangan dinding dan atap. Informasi dari tukang dan tenaga, untuk pemasangan atap asbes dibutuhkan waktu 3 hari dan dinding seng 2 hari. Berdasarkan analisis di atas, pengerjaan Gudang alternatif 3 dapat diselesaikan dalam waktu 14 hari.



4.3 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Berdasarkan hasil pengolahan data di atas, didapatkan hasil sebagai berikut pada table 4.13 :

Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Analisis

Desain	Biaya/M²	Waktu
Alternatif 1	Rp 1.204.433,33	13 hari
Alternatif 2	Rp 1.243.1666,67	12 hari
Alternatif 3	Rp 1.237.633,33	14 hari

Kombinasi material penutup dinding Triplek dan penutup atap seng dapat dikerjakan dalam waktu 12 hari, dengan biaya Rp 1.204.433,33 /m² pada gudang proyek dengan struktur baja ringan.

Untuk mendapatkan gudang proyek rangka baja ringan yang paling optimal, digunakan metode AHP dengan aplikasi *Expert Choice v.11*. Data yang di input ke dalam aplikasi adalah hasil kuesioner dari 4 orang yang terdiri dari 2 orang tukang dan 2 orang pemborong. Kuesioner yang telah diisi oleh responden ada pada lampiran 7.

Berikut analisis dengan aplikasi *Expert Choice v.11*.

- a. Perbandingan kriteria untuk memilih desain gudang proyek.

Jawaban kuesioner dari responden terhadap kriteria gudang proyek rangka baja ringan kemudian di hitung pada aplikasi *Expert Choice v.11* dan diperoleh nilai bobot pada setiap kriteria. Berikut proses analisis *Expert Choice v.11*

File Edit Query Help

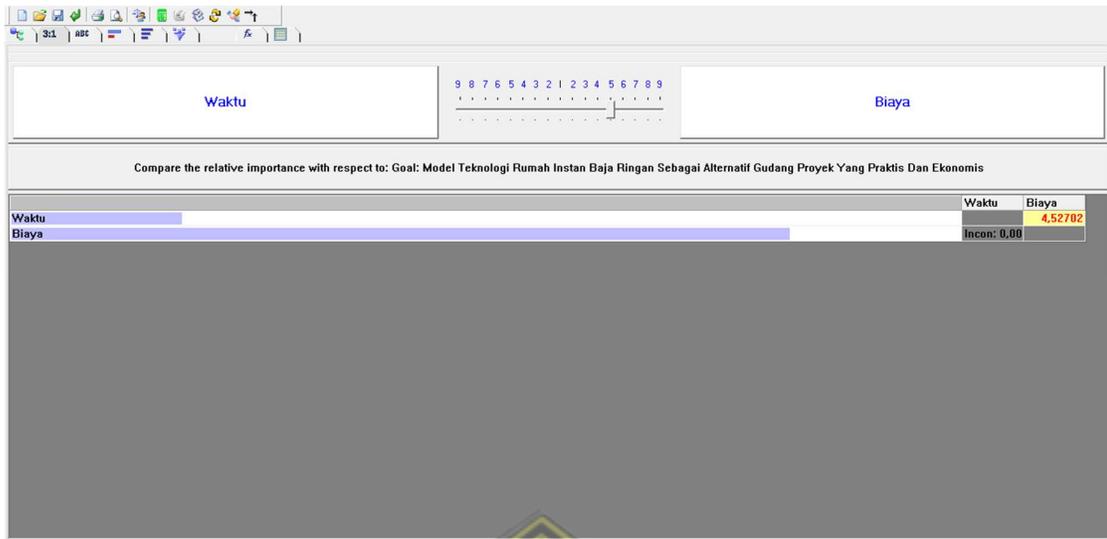
PID	PersonName	Combined	Email	Participating	Eval	Location	Weight	Keypad	Wave	Password	ProgressStatus	EvalCluster	Organization	LastChanged
0	Facilitator	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>										12/05/2007 00:47:09
1	Combined	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>										12/05/2007 09:19:00
2	JOKO	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					2	1			Tukang	12/05/2007 08:36:00
3	BEKAN	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					3	1			Tukang	12/05/2007 01:13:22
4	SUWARNO	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					4	1			Pemborong	12/05/2007 01:14:58
5	PARIDI	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>					5	1			Pemborong	12/05/2007 01:20:30

Select * from People order by PID

Queries: [v]

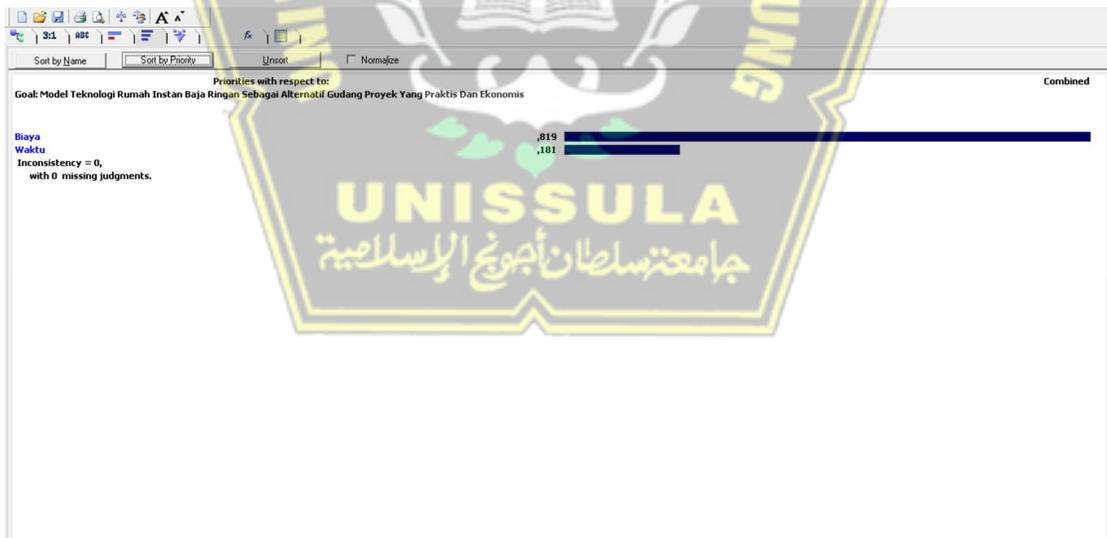
Revert Apply All Save Combine Individuals
 Close Particip. Delete

Gambar 4.22 Data Responden pada *Expert Choice v.11*



Gambar 4.23 Input dan Perhitungan Bobot antar Kriteria

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *Inconsistency* (CR) = 0,00. Jika nilai CR < 0,1 maka nilai perbandingannya dinyatakan konsisten. Sedangkan, jika nilai CR > 0,1, maka nilai perbandingan dinyatakan tidak konsisten. Setelah mendapatkan CR, kemudian dilanjutkan perhitungan pembobotan dengan hasil seperti Gambar 4.24.



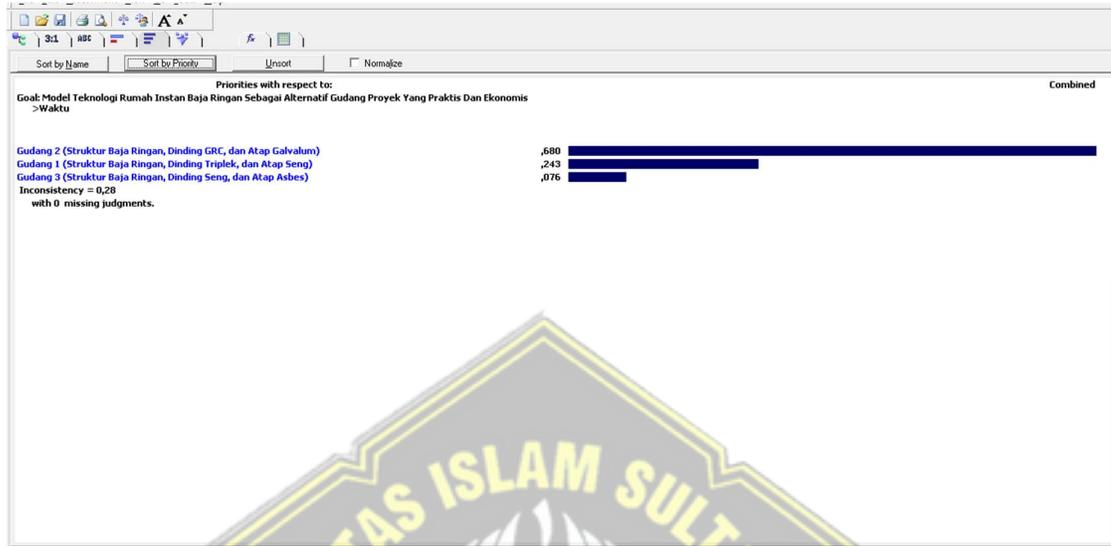
Gambar 4.24 Hasil Perhitungan Bobot antar Kriteria

Nilai CR = 0,00

Dari input di atas didapatkan nilai variabel biaya 81,9% dan nilai variabel waktu 10,1%. Hal ini menunjukkan bahwa biaya memiliki nilai yang lebih penting

dibandingkan variabel waktu.

b. Perbandingan gudang proyek rangka baja ringan berdasarkan kriteria.



Gambar 4.25 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek Berdasarkan Kriteria Waktu

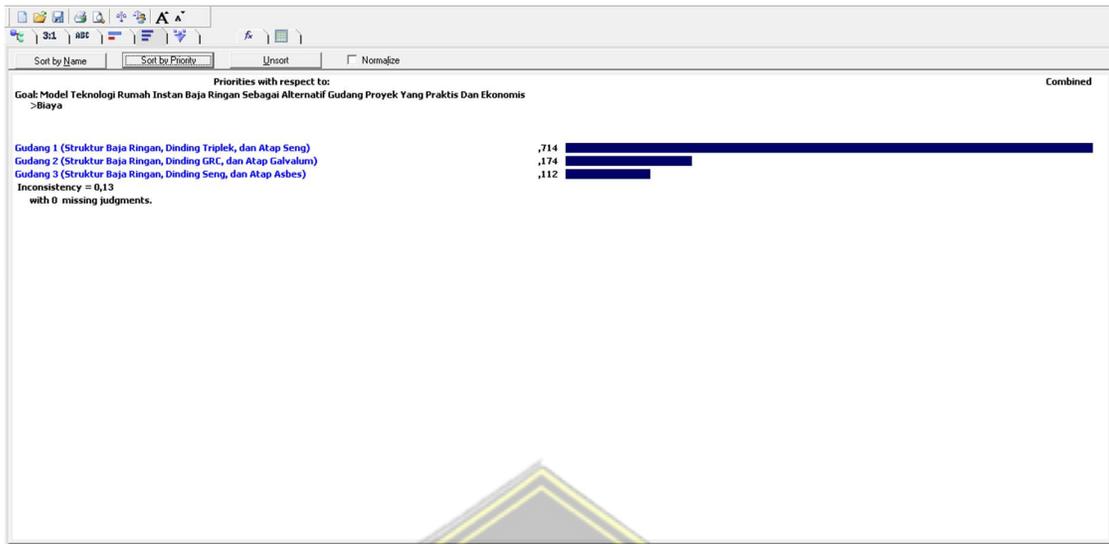
Hasil dari perhitungan perbandingan gudang proyek rangka baja ringan pada kriteria waktu menghasilkan CR 0,28 dengan prioritas sebagai berikut :

Gudang 1 = 68 %

Gudang 2 = 24,3 %

Gudang 3 = 7,6 %

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa desain yang diprioritaskan adalah gudang 1.



Gambar 4.26 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek

Berdasarkan Kriteria Biaya

Hasil dari perhitungan perbandingan gudang proyek rangka baja ringan pada kriteria biaya menghasilkan CR 0,13 dengan prioritas sebagai berikut :

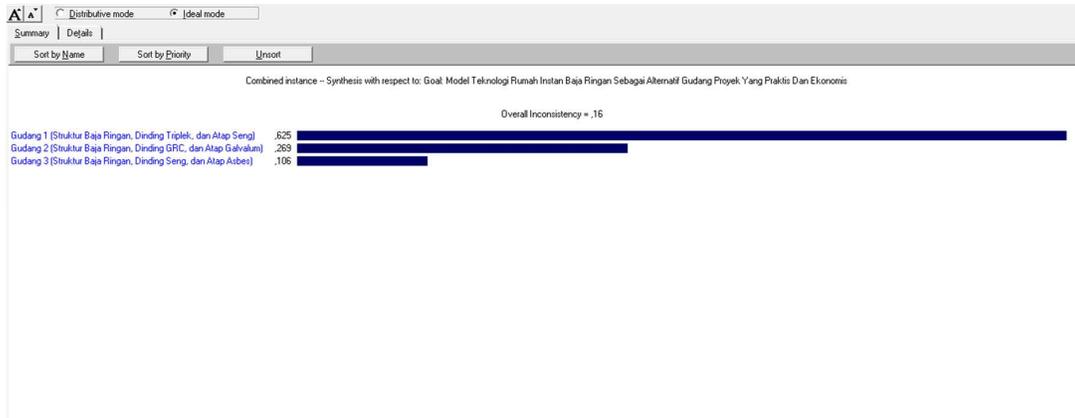
Gudang 1 = 71,4 %

Gudang 2 = 17,4 %

Gudang 3 = 11,2 %

Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa desain yang diprioritaskan adalah gudang 1.

Hasil keseluruhan dari perbandingan desain gudang proyek rangka baja ringan pada kriteria biaya dan waktu dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Hasil Perbandingan Desain Gudang Proyek Berdasarkan Keseluruhan Kriteria

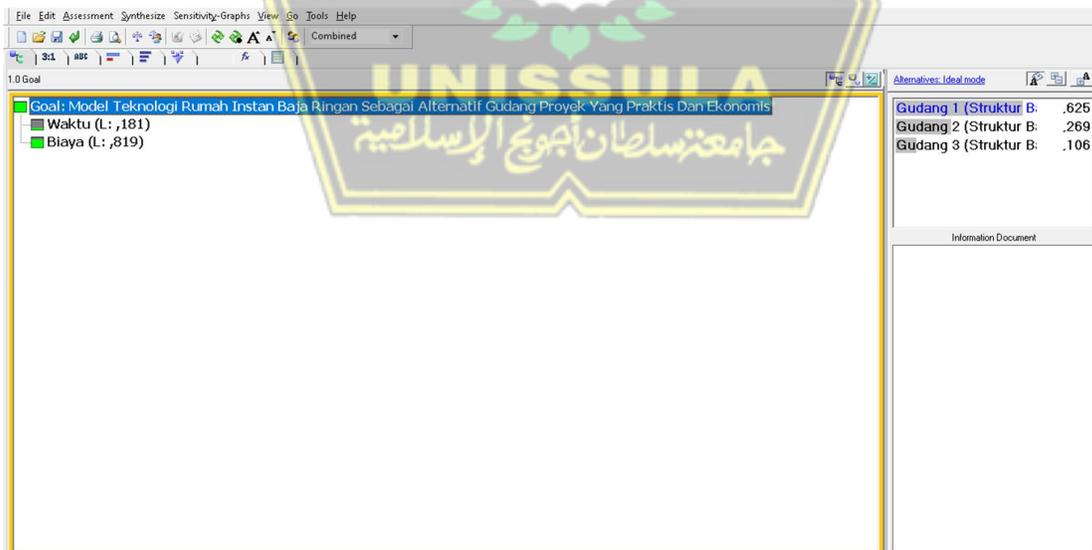
Prioritas desain gudang proyek adalah sebagai berikut :

Gudang 1 = 62,5%

Gudang 2 = 26,9%

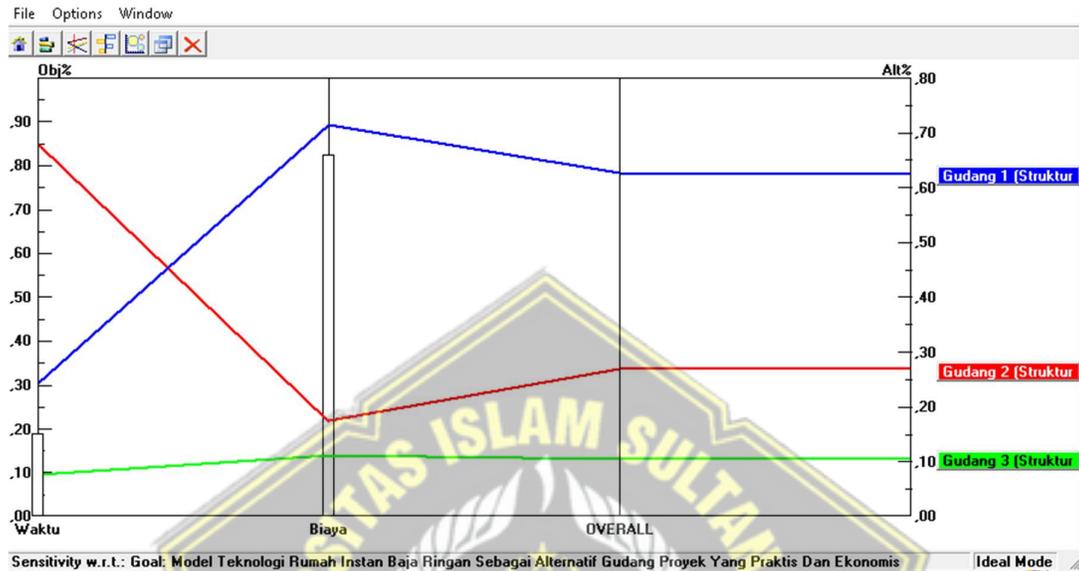
Gudang 3 = 10,6 %

Berdasarkan hasil pembobotan seluruh desain gudang proyek terhadap seluruh kriteria, desain yang paling optimal adalah desain Gudang 1. Pada Gambar 4.28 ditampilkan rekapitulasi *Expert Choice v.11* yang berisi tujuan, kriteria dan desain gudang proyek beserta bobot masing – masing kriteria dan desain gudang proyek.



Gambar 4.28 Rekapitulasi *Expert Choice v. 11*

Setelah menghitung hasil kuesioner dengan aplikasi *Expert Choice v.11*, maka akan muncul grafik prioritas hasil perhitungan dan desain gudang proyek rangka baja ringan. Dari grafik *relative priority* pada Gambar 4.29 dapat dibaca hasil keseluruhan perbandingan desain gudang proyek yang optimal.



Gambar 4.29 Grafik *Relative Priority*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan peneliti, dapat disimpulkan bahwa :

- a. Alternatif desain Gudang proyek yang paling praktis dari segi waktu adalah kombinasi struktur baja ringan dengan penutup atap galvalume dan penutup dinding GRC, dengan luas 75 m², dikerjakan 2 orang tukang dan 2 orang tenaga dapat selesai dalam waktu 12 hari.
- b. Alternatif desain Gudang proyek yang paling ekonomis adalah kombinasi struktur baja ringan dengan penutup atap seng dan penutup dinding triplek, dengan luas 75 m², dikerjakan 2 orang tukang dan 2 orang tenaga membutuhkan biaya Rp 1.204.433,33/m².
- c. Alternatif Gudang proyek rangka baja ringan yang paling optimal berdasarkan *Analitycal Hierarchy Process* menggunakan aplikasi *Expert Choice v.11* adalah desain Gudang 1 yaitu Gudang proyek dengan rangka baja ringan, dengan penutup atap seng dan penutup dinding triplek.

5.2 SARAN

Saran yang dapat peneliti sampaikan yaitu :

- a. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan desain dan ukuran yang lebih kompleks.
- b. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan kombinasi material lain.
- c. Penelitian ini dapat dikembangkan di daerah lain dengan menggunakan AHSP daerah masing – masing.
- d. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menganalisis struktur tiap alternatif desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, G.G.A. (2018). Disain RISBA Lombok : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Satuan Tugas Penanggulangan Bencana Satuan Tugas Pelaksana Penanggulangan Bencana Lombok
- Anggraini F. (2019). Strategi Percepatan Industrialisasi Produk Litbang Perumahan dan Pemukiman Guna Meningkatkan Pemanfaatan. 1:1-5
- Arnold, J. R. Tony. (2008). Introduction to Material Management, (6th ed). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Awaludin, A., Adiyuano, Y., & Mursyid, F. A. (2020, May). RISBARI: an alternative house model for the 2018 Lombok earthquake affected people. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 849, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.
- Husnah, Husnah, Novreta Ersy Darfia, and Fauzul Hidayat. "Analisis Struktur Rangka Baja Ringan Dan Baja Berat Dengan Aplikasi Bricscad." *Siklus: Jurnal Teknik Sipil* 5.2 (2019): 87-96.
- Hutchinson TC, W., Hegemier, G., Kamath, P., & Meacham, B. (2021). Earthquake and post-earthquake fire testing of a mid-rise cold-formed steel framed building. I: Building response and physical damage. *Journal of structural engineering*.
- Irawanto, E., vania Rahmawati, H., & Widayanti, B. H. (2020). Efektivitas Pembangunan Rumah Risha, Rika dan Riko (3R) Bagi Masyarakat Terdampak Gempa. *Jurnal Planoeearth*, 5(1), 20-24.
- Kadir, A., Satyarno, I., & Awaludin, A. (2021). KEKUATAN LATERAL DINDING COLD-FORMED STEEL STRAP BRACED PADA RUMAH INSTAN SEHAT BAJA RINGAN (RISBARI). *Civil Engineering, Environmental, Disaster & Risk Management Symposium (CEEDRiMS) Proceeding 2021*.
- Kementrian PUPR. (2019). Teknologi RUSPIN. Pusat Litbang Perumahan
- Kezner, H. 1982. Project Management For Executives. United States: Van Nostrand Reinhold Company
- Meiyalagan. M, 2010. Investigation on Cold – formed C Section Long Column with

- intermediate Stiffner & Corner Lips-under Axial Compression. International Journal of Applied Engineering Research, Dindigul. Vol.1 No.1
- Monika, F., Awaludin, A.,(2017). Studi Kuat Geser Panel Kayu Vertikal dengan Perkuatan Single Bracing Tulangan Baja Akibat Pembebanan Monotonik, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 6 Nomor 2.
- Pratama, R. F., Sutrisno, W., & Yasin, I. (2021). Analisis Frekuensi Alami Rumah Instan Baja (RISBA) Dan Rumah Instan Baja Ringan (RISBARI). *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 6(1), 47-53.
- Purwanto, H. (2017). Analisis Efisiensi Konstruksi Rangka Atap Baja Ringan. *Jurnal Deformasi*, 2(1), 26-36.
- Putra, M. R., Siswanto, A., & Teddy, L. (2020). PENERAPAN RUMAH SUSUN PANEL INSTAN PADA BANGUNAN TINGKAT RENDAH DI DAERAH RAWAN GEMPA DI KOTA BENGKULU. *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, 241-245.
- Rahardjo, B. (2017). Perancangan sistem manajemen gudang material penunjang di PT XYZ. *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 127-136.
- Rahayu, S. A., & Manalu, D. F. (2015, December). Analisis perbandingan rangka atap baja ringan dengan rangka atap kayu terhadap mutu, biaya dan waktu. In *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 3, No. 2, pp. 116-130).
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs In the Modern Warehouse*. London: Kogan Page
- Setiawan, A, 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan metode LFRD*, Erlangga.: Jakarta
- Soeharto, Imam.1998. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Sutrisno, W., Satyarno, I., Awaludin, A., Saputra, A., & Setiawan, A. F. (2022). Seismic Performance of Instant Steel Frame House for Post Earthquake Reconstruction. In *Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials* (pp. 81-97). Springer, Singapore.

- Tanto, D., Dewi, S. M., & Budio, S. P. (2012). Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja pada pengerjaan atap baja ringan di perumahan green hills malang. *Rekayasa Sipil*, 6(1), 69-82.
- Widayanti, B. H., Yuniarman, A., Lestari, S. A. P., & Yuniarti, S. R. (2020, February). The level of satisfaction in construction of post-earthquake houses in Tanjung Sub-district, North Lombok Regency. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 447, No. 1, p. 012028). IOP Publishing)
- Yu, W.W, 2000. *Cold-Formed Steel Design*, 3rd ed. John Wiley and Sons, New York.

