

TESIS

**ANALISIS PERBANDINGAN PEMBANGUNAN RUMAH DUA LANTAI
ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN SISTEM PANEL INSTAN
(STUDI KASUS : PROGRAM PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH)**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

NADIYATUL KHASANAH

NIM : 20202100036

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**ANALISIS PERBANDINGAN PEMBANGUNAN RUMAH DUA LANTAI
ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN SISTEM PANEL INSTAN
(STUDI KASUS : PROGRAM PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH)**

Disusun oleh :

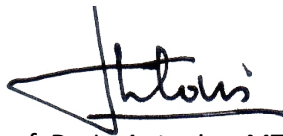
NADIYATUL KHASANAH

NIM : 20202100036

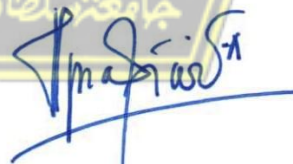
Telah disetujui oleh :

Tanggal,
Pembimbing I,

Tanggal,
Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT
NIK.210202033



Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT.
NIK. 210296020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS PERBANDINGAN PEMBANGUNAN RUMAH DUA LANTAI ANTARA METODE KONVENSIIONAL DAN SISTEM PANEL INSTAN (STUDI KASUS : PROGRAM PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH)

Disusun oleh :
NADIYATUL KHASANAH

NIM : 20202100036

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

23 Agustus 2025

Tim Penguji:

1. Ketua



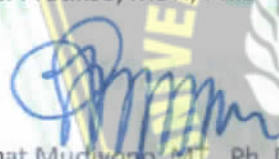
Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

2. Anggota



Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D

3. Anggota



Ir. Rachmat Mudiyo, MT., Ph. D

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Semarang, 28-08-2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Abdul Rochim, ST., MT

NIK. 210200031

MOTTO

1. Allah berfirman dalam Al-Quran Surah Al-Baqarah Ayat 280

وَإِنْ كَانَ ذُو عُسْرَةٍ فَنَظِرَةٌ إِلَىٰ مَيْسَرَةٍ ۚ وَأَنْ تَصَدَّقُوا خَيْرٌ لَّكُمْ إِنْ كُنْتُمْ تَعْلَمُونَ

Artinya: “Barangsiapa memudahkan urusan saudaranya, Allah akan memudahkan urusannya di dunia dan akhirat.”.

2. Allah berfirman dalam Al-Quran Surah Ali Imron ayat 110

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَّهُمْ ۚ مِنْهُمْ الْمُؤْمِنُونَ وَكَثَرُ هُمُ الْفَاسِقُونَ (١١٠)

Artinya: “Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik”.



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Saya dapat menyelesaikan Laporan Tesis ini, yang dengan penuh rasa syukur Saya persembahkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan ilmu yang berharga.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan keilmuannya telah memberikan arahan dan masukan berharga dalam penyelesaian Tesis ini.
3. Bapak Suratman dan Ibu Praptiningrum selaku orangtua yang menjadi *support system* selama penyelesaian Tesis ini.
4. Teman Kantor yang menjadi *support* data dalam penyelesaian tesis.
5. Para Dosen Dan Teman Seperjuangan, yang telah berbagi ilmu, pengalaman serta inspirasi selama Proses Penelitian Dan Penulisan Tesis ini.
6. Seluruh Pihak yang telah membantu, baik secara moril maupun materiil, dalam setiap tahap penyusunan Laporan Tesis ini.

Semarang, 2025

NADIYATUL KHASANAH
NIM : 20202100036

ABSTRAK

Kebutuhan akan hunian layak di Indonesia terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, khususnya bagi masyarakat berpenghasilan rendah (MBR). Pemerintah Provinsi Jawa Tengah mengembangkan inovasi berupa Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) Dua Lantai guna menjawab keterbatasan lahan dan efisiensi pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan Struktur menggunakan Perangkat Lunak SAP2000 dengan acuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019, membandingkan Biaya Dan Waktu Antara Metode Konvensional dan Metode RUSPIN. Metode yang digunakan adalah Kuantitatif dengan pendekatan studi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Dua Lantai Program “Tuku Lemah Oleh Omah” di Kota Surakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Struktur RUSPIN dua lantai memenuhi syarat bangunan tahan gempa, menunjukkan bahwa metode RUSPIN lebih efisien secara biaya dan waktu, dengan total biaya pembangunan sebesar Rp. 69.032.150, dan durasi satu bulan, dibandingkan Metode Konvensional dengan biaya Rp. 98.735.826, dan durasi dua bulan satu minggu. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan metode RUSPIN untuk pembangunan rumah dua lantai bagi MBR karena efisiensinya dalam biaya, waktu dan ketahanan Struktur.

Kata Kunci : RUSPIN, Metode Konvensional, Struktur Tahan Gempa, Efisiensi Biaya, Efisiensi Waktu.

ABSTRACT

The need for adequate housing in Indonesia continues to increase along with population growth, especially for low-income communities (MBR). The Central Java Provincial Government has developed an innovation in the form of a two-story Instant Panel System House (RUSPIN) to address land limitations and improve construction efficiency. This study aims to analyze the structural strength using SAP2000 software with reference to SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019, comparing the costs and time between conventional and RUSPIN methods. The method used is quantitative, with a case study approach for the two-story house construction project "Tuku Lemah Oleh Omah" program in Surakarta City. The results show that the two-story RUSPIN structure meets the requirements for earthquake-resistant buildings, indicating that the RUSPIN method is more efficient in terms of cost and time, with a total construction cost of Rp. 69,032,150 and a duration of one month, compared to the conventional method with a cost of Rp. 98,735,826 and a duration of two months and one week. This study recommends the use of the RUSPIN method for the construction of two-story houses for low-income families due to its efficiency in terms of cost, time, and structural durability.

Keywords: *RUSPIN, Conventional Method, Earthquake-Resistant Structures, Cost Efficiency, Time Efficiency.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nadiyahul Khasanah

NIM : 20202100036

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul :

ANALISIS PERBANDINGAN PEMBANGUNAN RUMAH DUA LANTAI ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN SISTEM PANEL INSTAN

(STUDI KASUS : PROGRAM PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH)

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, 28 Agustus 2025



Nadiyahul Khasanah

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
<i>MOTTO</i>	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Rumah.....	5
2.1.1 Pengertian Rumah.....	5
2.1.2 Rumah Konstruksi Konvensional.....	5
2.2 Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN)	6
2.2.1 Pengertian RUSPIN.....	6
2.2.2 Komponen RUSPIN	7
2.2.3 Ketentuan Bahan Bangunan	9
2.2.4 Kelebihan RUSPIN.....	10
2.3 Bangunan Tahan Gempa	12
2.4 Dasar Mekanisme Gempa Bumi.....	14
2.5 Persyaratan Peraturan Gempa.....	15
2.6 Pembebanan Pada Bangunan.....	17
2.7 Peneliti Terdahulu.....	19
BAB III	26
METODE PENELITIAN	26
3.1 Bentuk Penelitian.....	26
3.2 Lokasi Penelitian	26

3.3	Metode Pengumpulan Data	26
3.4	Metode Pengolahan Data.....	27
3.5	Metode Analisis Data	27
3.6	Bagan Alir Penelitian.....	30
BAB IV		31
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Data Proyek Yang Ditinjau.....	31
4.1.1.	Relokasi Kampung Blangkon.....	31
4.2	Analisis Komponen Struktur RUSPIN	33
4.2.1	Permodelan Struktur RUSPIN.....	33
4.2.2	Pembebanan.....	34
4.2.3	Analisa Hasil SAP2000	34
4.2.4	Analisa Plat.....	38
4.2.5	Analisis Balok.....	42
4.3	Perbandingan Biaya.....	48
4.4	Perbandingan Waktu Metode Konvensional dan Metode RUSPIN.....	49
BAB V		51
KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN		55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Metode Pelaksanaan Pekerjaan Rumah Konvensional dan RUSPIN ...	10
Tabel 2.2	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa	14
Tabel 2.3	Faktor Keutamaan Gempa	16
Tabel 2.4	Daftar Bahan Bangunan	18
Tabel 2.5	Beban Minimum Bangunan	18
Tabel 2.6	Refrensi Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3.3	Metode Analisis Kuantitatif	27
Tabel 3.4	Rumus Perhitungan Volume Pekerjaan	27
Tabel 4.1	Perhitungan Titik Berat Tulangan	45
Tabel 4.2	Rencana Anggaran Biaya Metode RUSPIN	46
Tabel 4.3	Rencana Anggaran Biaya Metode Konvensional	47
Tabel 4.4	Perbandingan Biaya Metode Pelaksanaan	47
Tabel 4.5	Waktu Pekerjaan Rumah Dua Lantai dengan RUSPIN	48
Tabel 4.6	Waktu Pekerjaan Rumah Dua Lantai dengan Konvensional	48
Tabel 4.7	Perbandingan Waktu Metode Pelaksanaan	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Aplikasi RUSPIN Pada Rumah Satu Lantai	7
Gambar 2.2	Komponen Struktural 1	8
Gambar 2.3	Komponen Struktural 2	8
Gambar 2.4	Model Perakitan Satu Modul	9
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian	25
Gambar 4.1	Foto Udara Progres Pembangunan Relokasi Kampung blangkon	30
Gambar 4.2	Foto Udara Progres Pembangunan Relokasi Kampung blangkon	31
Gambar 4.3	Tampak Depan Bangunan	31
Gambar 4.4	Bentuk 3D Struktur Tampak	32
Gambar 4.5	Hasil Deformasi RUSPIN Dua Lantai dengan SAP2000	33
Gambar 4.6	Hasil Gaya Torsi	34
Gambar 4.7	Hasil Momen	35
Gambar 4.8	Hasil Gaya Geser	36
Gambar 4.9	Denah Plat Lantai	37
Gambar 4.10	Denah Balok dan Kolom	41
Gambar 4.11	Hasil Tekan Aksial	42
Gambar 4.12	Hasil Tahanan Torsi.....	43
Gambar 4.13	Hasil Momen	44



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Rumah merupakan kebutuhan dasar manusia yang sangat penting untuk kelangsungan hidup dan kesejahteraan (Anonim, 1992). Di Indonesia kebutuhan tempat tinggal saat ini akan terus meningkat dan berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia (Umam, 2023). Maka dari itu, semua orang berhak menempati tempat tinggal yang layak dan terjangkau, tercantum pada Undang – Undang Dasar 1945 Pasal 28 ayat (1) huruf H. pentingnya tempat tinggal merupakan hak dasar setiap orang karena semua orang berhak hidup sejahtera lahir batin, bertempat tinggal dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan. Berkaitan dengan hak dasar tersebut mendorong pemerintah untuk mencari solusi untuk memenuhi kebutuhan rumah tinggal yang meningkat pesat (Handika Mulyawan & Wimala, 2023).

Berdasarkan *database* aplikasi Sistem Informasi Perumahan (SIMPERUM) yang sudah terintegrasi oleh Kementerian Sosial menjelaskan bahwa data masyarakat miskin di Jawa Tengah yang masih membutuhkan rumah layak (*backlog*) pada tahun 2023 mencapai 324.855 unit (Unduhan *database* Simperum per tanggal 21 Oktober 2024). Dari tingginya angka *backlog* tersebut, didapatkan beberapa faktor yang mempengaruhi keterjangkauan masyarakat terutama masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) untuk mendapatkan rumah layak huni. Faktor tersebut antara lain faktor ekonomi yang disebabkan harga rumah yang belum terjangkau, faktor keterbatasan lahan dimana untuk masyarakat yang berpenghasilan rendah (MBR) hanya memiliki lahan yang sempit.

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2021 tentang Kriteria Masyarakat Berpenghasilan Rendah dan Persyaratan Kemudahan Pembangunan dan Perolehan Rumah, Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) didefinisikan sebagai masyarakat yang mempunyai keterbatasan daya beli sehingga perlu mendapat dukungan

pemerintah untuk memperoleh rumah (Kementerian PUPR, 2021). Dukungan khususnya Pemerintah Provinsi Jawa Tengah tertuang pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 20/PRT/M/2019 tentang Kemudahan dan Bantuan Pemilikan Rumah bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah, dengan spesifikasi bangunan rumah umum tapak hal tersebut sesuai dengan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor: 403/KPTS/M/2002 Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (RSS).

Untuk mewujudkan pemenuhan ketersediaan akan hunian yang layak dan berbiaya rendah Pemerintah Provinsi Jawa Tengah melakukan upaya dengan cara meninggalkan pembangunan hunian dengan sistem konvensional dan beralih dengan sistem yang lebih berkelanjutan. Sistem yang lebih berkelanjutan tersebut digunakan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Tengah khususnya melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Balitbang) dengan menggunakan teknologi Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN). RUSPIN tersebut adalah suatu sistem rangka Struktur bangunan rumah sederhana yang menggunakan teknologi panel structural pracetak yang sederhana, mudah dan umum oleh masyarakat. Sistem ini yang merupakan pengembangan dari Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA)(Cahyadi & Dkk, 2021).

Sehubungan hal tersebut, dalam rangka pemenuhan rumah layak huni yang terjangkau bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) Provinsi Jawa Tengah mengembangkan Rumah Sistem Panel Instan satu lantai menjadi dua lantai yang dimana dengan kondisi keterbatasan lahan.

Karena adanya keterbatasan lahan khususnya di Provinsi Jawa Tengah, Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi Jawa Tengah berinovasi membuat Rumah Sistem Panel Instan dua lantai dengan kondisi lahan sempit yang disebut Omah Panel Tingkat Milik Sejahtera “OPTIMIS”

Maka perlu dilakukan kajian pembangunan rumah layak huni. Adapun kajian yang dimaksud dapat dilakukan melalui studi kasus rumah dengan konstruksi konvensional dan rumah dengan konstruksi Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN). Sehingga diharapkan dari hasil kajian tersebut didapatkan suatu

jenis konstruksi atau Struktur dan material rumah yang efisien untuk minimalkan biaya dan waktu pembangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan masalah, yaitu :

- a. Bagaimana tingkat keamanan Struktur berdasarkan analisa komponen Struktur RUSPIN?
- b. Bagaimana perbandingan biaya pembangunan rumah konvensional dengan metode Rumah Sistem Panel Instan 2 (dua) Lantai?
- c. Bagaimana perbandingan durasi pada pembangunan rumah konvensional dengan metode Rumah Sistem Panel Instan 2 (dua) Lantai ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan untuk masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Objek penelitian yaitu pada bantuan program pemerintah Jawa Tengah “Tuku Lemah Oleh Omah” yang berlokasi di Kota Surakarta;
- b. Spesifikasi bangunan sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan Peraturan Gubernur No 30 Tahun 2021 terkait.
- c. SNI 1726 : 2019 (Tata Cara Ketahanan gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Bukan Gedung)
- d. Analisa Struktur menggunakan bantuan software SAP2000

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk :

- a. Menganalisis komponen Struktur RUSPIN dua lantai
- b. Menganalisis biaya pelaksanaan RUSPIN dua lantai dengan rumah konvensional
- c. Menganalisis efisiensi waktu penyelesaian pembangunan rumah RUSPIN dua lantai dengan rumah konvensional.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah :

- a. Mendapatkan keunggulan dan kekurangan mengenai biaya pelaksanaan penggunaan RUSPIN dua lantai dan rumah konvensional
- b. Mendapatkan keunggulan dan kekurangan mengenai waktu pembangunan rumah menggunakan RUSPIN dua lantai dan rumah konvensional
- c. Mendapatkan keunggulan dan kekurangan mengenai kekuatan Struktur pada RUSPIN dua lantai terhadap gaya gempa.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumah

2.1.1 Pengertian Rumah

Sesuai dengan Undang – Undang No. 4 tahun 1992, Rumah merupakan bangunan yang berfungsi sebagai tempat berkumpulnya teman dan keluarga. Rumah berfungsi sebagai kebutuhan dasar manusia sebagai tempat tinggal, tidur dan melakukan berbagai aktivitas dan dipisahkan dari dunia luar oleh gangguan binatang buas.

Budiharjo (1994) mendefinisikan pengertian rumah adalah tempat dimana kita mungkin benar-benar sendirian, terutama saat kita perlu menjauh dari stress, tekanan, atau dunia luar. Itu juga merupakan tempat dimana kita dapat terhubung kembali dengan akar kita dan mempromosikan kesinambungan ke masa depan.

Secara normatif definisi rumah menurut Undang – Undang Nomor 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemiliknya.

Dengan seiring pertumbuhan penduduk di Indonesia, maka kebutuhan yang diperlukan untuk kebutuhan rumah juga semakin meningkat. Kebutuhan primer masyarakat salah satunya rumah.

2.1.2 Rumah Konstruksi Konvensional

Ketentuan umum dan teknis rumah tapak mengacu pada Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 403/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (RSS). Beberapa ketentuan umum dalam keputusan dimaksud adalah :

a. Kebutuhan keamanan dan keselamatan

Kebutuhan tersebut yang dimaksud adalah Struktur pokok pada bangunan rumah tinggal sederhana harus memenuhi keamanan dan keselamatan bangunan. Struktur pokok yang dimaksud adalah :

1. Pondasi, jenis pondasi yang digunakan adalah pondasi setempat dari pasangan batu kali atau pasangan beton;
 2. Dinding, bahan dinding yang digunakan berupa *conblock*, papan tergantung pada potensi bahan yang dominan di lokasi setempat;
 3. Kerangka Bangunan, yang terbuat dari Struktur beton bertulang untuk dinding tembok dan kombinasi beton bertulang dengan kayu untuk dinding setengah tembok;
 4. Kuda-kuda, terbuat dari kerangka kayu kelas kuat dan awet II berukuran 5/10 atau potensi bahan yang dominan di lokasi setempat.
- b. Kebutuhan minimal masa dan ruang
- Kebutuhan luas dan ruang minimum adalah 9 m²/jiwa dengan perhitungan dengan ketinggian rata-rata langit 2,8m.
- c. Suhu udara dan kelembaban, untuk pengaturan suhu udara dan kelembaban normal untuk ruangan dan penghuni dalam melakukan kegiatannya, perlu memperhatikan :
1. Pencahayaan yang cukup pada ruangan;
 2. Keseimbangan penghawaan antara volume udara yang masuk dan keluar;
 3. Menghindari perabotan yang menutupi sebagian besar luas lantai ruangan (Umam, 2023).

2.2 Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN)

2.2.1 Pengertian RUSPIN

Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) adalah suatu sistem rangka Struktur bangunan rumah sederhana yang menggunakan teknologi panel structural pracetak yang sederhana, mudah, dan umum oleh masyarakat. Teknologi ini adalah hasil pengembangan dari teknologi Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA) (Cahyadi & Dkk, 2021)

Desain rumah dengan sistem modular ini dapat diubah-ubah atau dikembangkan sesuai dengan keinginan atau dikembangkan sesuai dengan

keinginan dan kebutuhan dari penghuninya. Karena menggunakan sistem modular, RUSPIN merupakan rumah *knock down*, dengan proses pembangunan Strukturnya dengan menggabungkan panel-panel beton pracetak dengan baut. Pembangunan menggunakan RUSPIN ini dapat diselesaikan dengan waktu jauh lebih cepat (Rafik & Dkk, 2024).



Gambar 2. 1 Aplikasi RUSPIN pada rumah Satu Lantai

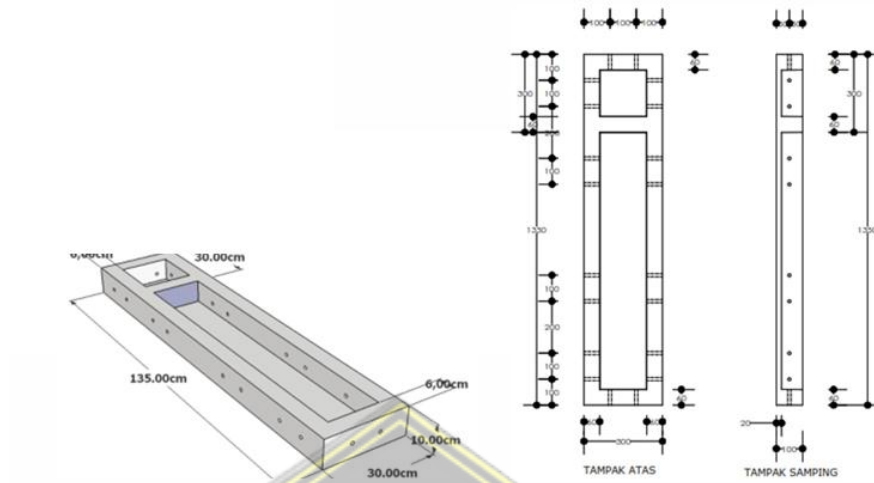
Sumber : Hasil foto Penulis

2.2.2 Komponen RUSPIN

Menurut Agustiningtyas dkk, (2019) Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) tersusun oleh dua jenis komponen yang dirangkai dengan sambungan baut, komponen tersebut adalah :

- a. Komponen Struktural 1 (K1) mempunyai ukuran 135cm, lebar 30cm, tinggi 10 cm dan memiliki ketebalan selimut beton 1cm. Komponen Struktural 1 yang berfungsi sebagai kolom pada setiap titik kumpul, Komponen K1 dilengkapi dengan lubang untuk baut pada sisi – sisinya,

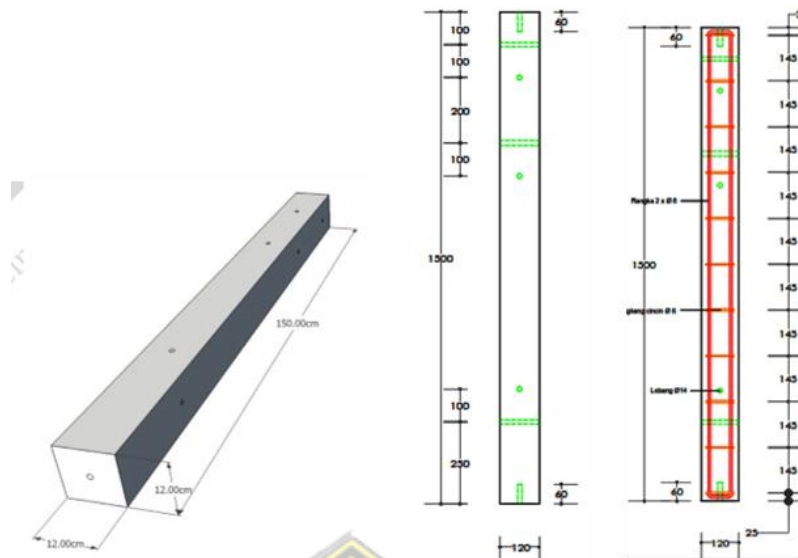
dengan diameter lubang baut sebesar 16 mm. Kesikuan komponen ini berupa kemiringan sudut pada siku luar sebesar $90\pm 2^\circ$.



Gambar 2. 2 Komponen Struktural 1 (K1)

Sumber : (Cahyadi & Dkk, 2021)

- b. Komponen Struktural 2 (K2) mempunyai ukuran Panjang 150cm, lebar 12 cm, tinggi 12cm, dan memiliki ketebalan selimut beton 1,5cm. komponen structural 2 berfungsi sebagai kolom maupun balok penyusun modul. Komponen ini dilengkapi dengan lubang untuk baut sebanyak 3 (tiga) lubang pada sisi panjang dan sebanyak 1 (satu) lubang pada sisi lebar/tinggi. Diameter lubang baut ini sebesar 16 mm. Kesikuan komponen ini berupa kemiringan sudut pada siku luar sebesar $90\pm 2^\circ$.



Gambar 2. 3 Komponen Struktural 2 (K2)

Sumber : (Cahyadi & Dkk, 2021)

c. **Baut Sambungan**

Baut penyambung antar komponen menggunakan mur baut galvanis diameter 12mm dan 100mm, variasi Panjang 7inc, 9inc, dan 12inc. dan menggunakan ring cincin dengan ketebalan 3mm, ring plat 40mm x 175mm yang dilengkapi lubang dengan diameter 15mm dengan jarak antar as lubang sebesar 135 mm. (Salim dkk., 2022)

2.2.3 Ketentuan Bahan Bangunan

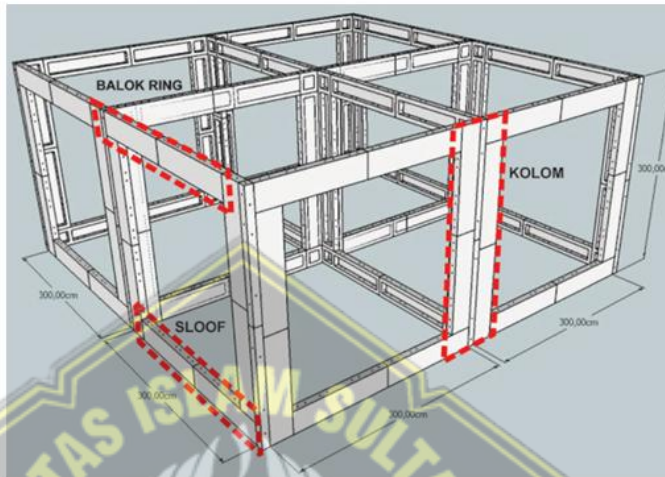
a. **Beton**

Mutu beton yang dipersyaratkan adalah f'_c 25 MPa dari hasil campuran desain (mix design) dengan nilai slump 10 ± 2 cm. Material agregat halus (pasir) harus memiliki kadar lumpur maksimal 5%, berukuran butir 0,075 – 0,5 mm, dan tidak mengandung zat organik. Material agregat kasar (split/batu pecah) harus memiliki kadar lumpur maksimal 1%, berukuran antara 5 mm hingga 20 mm, dan tidak mengandung zat organik. Semen yang digunakan adalah semen hidrolis tipe I atau PCC. Air yang digunakan harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda terapung lain, dan terlihat secara visual. Bahan tambah dapat digunakan dengan tipe C untuk *accelerating admixtures*. Mutu beton

ini harus dibuktikan dengan hasil pengujian kuat tekan silinder beton (Cahyadi & Dkk, 2021)

b. Tulangan Komponen

Tulangan beton yang digunakan adalah tulangan baja polos (BjTP) sesuai dengan SNI 2052:2017 (Cahyadi dkk., 2021).



Gambar 2. 4 Model Perakitan satu modul RUSPIN

Sumber : (Faisal, 2020)

2.2.4 Kelebihan RUSPIN

Kelebihan mengaplikasikan RUSPIN pada rumah tinggal adalah sebagai berikut :

- Konstruksi bangunannya fleksibel mulai dari membuat desain rumah sederhana hingga rumah mewah;
- Pembangunan rumah menjadi jauh lebih cepat dari rumah konvensional;
- Strukturnya sederhana dan membuat pembangunan rumah menjadi lebih mudah;
- Konstruksinya kuat dan berkualitas juga telah teruji melalui simulasi
- Konstruksi RUSPIN jauh lebih estetik. (Cahyadi & Dkk, 2021)

Dibawah ini adalah metode pelaksanaan Rumah Konvensional dan RUSPIN

Tabel 2. 1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Rumah Konvensional dan RUSPIN

No	Pekerjaan	Konvensional	RUSPIN
1.	Sloof	Pekerjaan sloof yang di lapangan dengan membuat rangka tulangan sloof, kemudian memberikan cetakan/bekisting pada rangka tulangan sloof dan dilanjutkan proses pengecoran pada cetakan/bekisting beton yang disiapkan	Pasangan komponen K2 pada pondasi dan sambungkan dengan komponen K1 dengan mur-ring-baut hingga $\frac{1}{2}$ kekuatan. Kemudian sambungkan komponen K1 dengan lainnya menggunakan komponen K1 selalu berada pada posisi titik kumpul pojok/ <i>joint</i> rangka.(Cahyadi & Dkk, 2021)
No	Pekerjaan	Konvensional	RUSPIN
2.	Kolom	Memasang rangka tulangan kolom tepat pada besi stek yang telah disediakan pada sloof, besi stek harus berada di dalam rangka tulangan kolom kemudian pasang cetakan/bekisting beton pada	Pasang komponen K1 dan K2 untuk kolom dan sambungkan dengan aksesoris (kencangkan $\frac{1}{2}$ setelah komponen kolom terpasang vertikal). Posisi kotak kecil K1 berada di

		rangka tulangan kolom yang disiapkan di lapangan.	posisi titik kumpul pojok/ <i>joint</i> rangka Struktur, Gunakan <i>waterpass</i> untuk mengecek komponen kolom terpasang secara vertical.
3.	Ring Balok	Membuat rangka tulangan untuk ring balok sesuai dengan gambar kerja kemudian dilakukan pemasangan cetakan / bekisting beton pada rangka tulangan ring balok yang telah disiapkan di lapangan.	Sambungan pada kolom-kolom belum dikencangkan penuh. Lalu pasang K1 untuk balok ring dengan aksesoris dengan $\frac{1}{2}$ kekuatan. Posisi kotak kecil K1 berada di posisi titik joint rangka Struktur.

2.3 Bangunan Tahan Gempa

Suatu bangunan dikategorikan sebagai bangunan tahan gempa apabila memenuhi kriteria sebagai berikut (Widodo,2012) :

1. Jika terjadi Gempa Kecil (*Light*, atau *Minor Earthquake*) yang terjadi, maka Struktur bangunan utama tidak boleh rusak dan berfungsi dengan semestinya. Terjadi kerusakan pada elemen non Struktur masih dapat ditoleransi.
2. Jika terjadi Gempa Menengah (*Moderate Earthquake*) yang jarang terjadi, maka Struktur utama bangunan boleh rusak tapi masih bisa diperbaiki. Bagian non Struktur bisa mengalami kerusakan tetapi masih bisa diganti dengan yang baru.
3. Jika terjadi Gempa Berkekuatan Kuat (*Strong Earthquake*) yang terjadi, bangunan boleh saja rusak tetapi tidak boleh roboh / runtuh total. Kondisi seperti ini ditujukan untuk gempa besar yang bertujuan melindungi manusia di dalam bangunan secara maksimum.

Berdasarkan (Standar Nasional Indonesia, 2019), adapun aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam mendesain Struktur diantaranya sebagai berikut :

1. Aspek Struktural (Kekuatan dan Kekakuan Struktur)

Kekuatan dan kekakuan Struktur perlu dipertimbangkan berdasarkan dengan kemampuan Struktur untuk menerima beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal maupun beban horisontal.

2. Aspek Arsitektural

Aspek ini berkaitan dengan denah dan bentuk gedung yang memiliki nilai estetika dan fungsi ruang optimal yang nantinya akan berkaitan dengan dimensi dari elemen Struktur itu sendiri.

3. Aspek Fungsional

Suatu Perencanaan Struktur yang baik yakni memperhatikan fungsi peruntukan bagi bangunan tersebut. Kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek fungsional sangat mempengaruhi besar kecilnya dimensi bangunan yang telah direncanakan.

4. Aspek Ekonomi Dan Kemudahan Pelaksanaan

Mengenai jumlah pembiayaan yang diperlukan agar dalam proses pelaksanaannya, perencana dapat memberikan alternatif rencana yang relatif murah dan memenuhi aspek mekanika serta arsitektural. Suatu gedung dapat menggunakan beberapa sistem Struktur yang bisa digunakan. Maka dari itu aspek ekonomi dan kemudahan dalam pelaksanaan pengerjaan mempengaruhi pemilihan pada sistem Struktur.

5. Aspek Kemampuan Struktur Pada Sistem Layanan Gedung

Struktur yang dipilih harus mampu mendukung beban rancang secara aman tanpa kelebihan tegangan ataupun deformasi yang melebihi batas yang diizinkan. Keselamatan dan kenyamanan menjadi hal penting dalam perencanaan Struktur gedung terutama dalam penanggulangan bahaya kebakaran. Dengan demikian perlu dilakukan usaha-usaha sebagai berikut:

- Perencanaan *outlet* yang memenuhi persyaratan
- Penggunaan material tahan api terutama untuk instalasi- instalasi penting
- Fasilitas penanggulangan api disetiap lantai

- Warning System terhadap api dan asap
- Pengaturan ventilasi yang memadai

6. Aspek Lingkungan

Aspek lain yang ikut menentukan perancangan dan pelaksanaan suatu proyek adalah Aspek Lingkungan. Suatu proyek diharapkan akan memperbaiki kondisi lingkungan dan kemasyarakatan. Sebagai contoh dalam perencanaan lokasi dan denah sangat perlu untuk mempertimbangkan kondisi lingkungan, apakah rencana kita nantinya akan menimbulkan dampak negatif atau positif bagi lingkungan sekitar, baik secara fisik maupun kemasyarakatan.

2.4 Dasar Mekanisme Gempa Bumi

Gempa Bumi adalah guncangan kuat yang menyebar ke permukaan bumi karena gangguan di dalam Litosfer (Kulit Bumi). Gangguan ini terjadi di dalam kulit bumi dengan ketebalan mencapai 100 km yang mengalami penimbunan energi akibat pergeseran kulit bumi. Temperatur di dalam kulit bumi jauh lebih rendah dibandingkan mantel dan inti bumi itu sendiri, sehingga menyebabkan aliran konvektif, yaitu mengalirnya massa yang memiliki suhu tinggi ke masa yang memiliki suhu rendah. Akibat aktivitas suhu tersebut kulit bumi hancur menjadi lempengan yang bergerak satu sama lain dengan arah yang berlawanan (Mustafa, 2010).

Bila gempa terjadi, maka Struktur bangunan akan ikut terdampak akibat getaran gempa. Selanjutnya Struktur bangunan akan merespons gempa tersebut. Struktur akan beresonansi memberikan Gaya-Gaya Dalam. Apabila Gaya Geser akibat gempa lebih kecil dari Gaya Dalam Struktur, maka Struktur akan kuat dan aman. Sebaliknya bila Gaya Geser akibat gempa lebih besar dari Gaya Dalam Struktur, maka Struktur tidak kuat menahan dan bisa mengakibatkan robohnya Kolom Struktur.

Oleh karena itu, untuk mencegah kegagalan kolom dapat menggunakan desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan konsep Strong Coloumn Weak Beam. Dalam desain tersebut, kolom harus mampu menahan 1,2 kali momen balok serta pada tulangan geser kolom didesain lebih rapat sehingga mampu menahan gaya geser yang cukup besar.

2.5 Persyaratan Peraturan Gempa

Menurut Standar Nasional Indonesia, (2019) tata cara menentukan pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Rencana gempa ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama Umur Struktur Bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

2.5.1 Kategori Risiko Struktur Bangunan

Menurut (Standar Nasional Indonesia, 2019) Struktur bangunan gedung dan non gedung mempunyai kategori risiko yang kemudian pengaruh beban rencana dikalikan dengan faktor keutamaan gempa (I_e) pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: ▪ Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan ▪ Fasilitas sementara ▪ Gudang penyimpanan ▪ Rumah jaga dan Struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan Struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: ▪ Perumahan ▪ Rumah toko dan rumah kantor ▪ Pasar ▪ Gedung perkantoran ▪ Gedung apartemen / rumah susun ▪ Pusat perbelanjaan / mall ▪ Bangunan industry ▪ Fasilitas manufaktur ▪ Pabrik	II

Tabel 2. 3 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: ▪ Bioskop ▪ Gedung pertemuan ▪ Stadion ▪ Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat ▪ Fasilitas penitipan anak ▪ Penjara ▪ Bangunan untuk orang jompo Gedung dan non gedung, tidak termasuk dalam kategori IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: ▪ Pusat pembangkit listrik biasa ▪ Fasilitas penanganan air ▪ Fasilitas penanganan limbah ▪ Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III
Gedung dan gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: ▪ Bangunan-bangunan monumental ▪ Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan ▪ Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat ▪ Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat	IV

▪ Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya ▪ Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat ▪ Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, Struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau Struktur rumah atau Struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat	
---	--

Sumber (Standar Nasional Indonesia, 2019)

Tabel 2. 4 Faktor Keutamaan Gempa SNI 1726:2019

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
III	1,25
IV	1,50

Sumber (Standar Nasional Indonesia, 2019)

2.6 Pembebanan Pada Bangunan

Pembebanan pada Struktur merupakan hal terpenting dalam perencanaan bangunan sebuah gedung karena sangat erat hubungannya dengan kekuatan dan kekokohan sistem Struktur bangunan tersebut. Kesalahan dalam perencanaan perhitungan beban dan atau penerapan beban berakibat fatal pada hasil desain bangunan mengakibatkan tersebut kerusakan karena dan bisa kehancuran bangunan. Sehingga dibutuhkan kehati-hatian dan ketelitian tinggi dalam pembahasan aspek ini, supaya tujuan dapat dicapai (Hutahean & dkk, 2020).

2.6.1 Beban Mati (D)

Beban mati diartikan sebagai berat semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk dengan segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap gedung.(Standar Nasional Indonesia, 2019).

Berat Satuan atau berat sendiri dari beberapa material konstruksi dan komponen bangunan gedung dapat di tentukan dari peraturan yang berlaku di Indonesia (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983).

Tabel 2. 5 Daftar Bahan Bangunan

Bahan Bangunan	Beban (Kg/m ³)
Baja	7.850
Batu Alam	2.600
Batu Belah, Batu Bulat, Batu	1.500
Gunung Batu Karang	700
Batu Pecah	1.450
Batu Tuang	7.250
Beton	2.200
Beton Bertulang	2.400
Kayu (kelas I)	1.000
Kerikil	1.650

Sumber (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983)

2.6.2 Beban Hidup (L)

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah (*Moveable Equipment*), mesin mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan tersebut. Sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap bangunan tersebut. Khusus untuk atap yang dianggap beban hidup termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983).

Untuk mengetahui Beban Minimum pada sebuah bangunan bisa di lihat pada Tabel 2.5

Tabel 2. 6 Beban Minimum Bangunan

No	Jenis Ruangan dan Struktur	Beban (kg/m)
1	Lantai dan tangga Rumah tinggal kecuali yang disebut dalam point 2	200
2	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, dan rumah sakit	250
4	Lantai ruang olah raga	400
5	Lantai ruang dansa	500
6	Lantai dan balkon dari mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung	400
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500
8	Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam point 3	300
9	Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam point 4,5,6, dan 7	500
10	Lantai ruang pelengkap yang disebut dalam point 3,4,5,6, dan 7	250
11	Lantai pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang mesin	400
12	Lantai gedung parkir bertingkat : - untuk lantai bawah - untuk lantai tingkat lainnya	800 400
13	Balkon yang menjorok bebas keluar	300

Sumber : (Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983)

2.7 Peneliti Terdahulu

Pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya untuk menunjukkan keakuratan informasi dan berbagai fungsi sebagai sumber berbandingan untuk menyusun penelitian ini.

Tabel 2. 7 Referensi Penelitian Terdahulu

No.	JUDUL	PENULIS DAN TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
1.	Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya Penggunaan Teknologi RISHA dan Metode Konvensional pada Proyek Perumahan	Salim dkk, 2021	Mengetahui perbandingan biaya, waktu pelaksanaan, kendala pelaksanaan dan mutu beton yang dihasilkan antara menggunakan Metode Konvensional dan teknologi RISHA	Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan refrensi lainnya. Metode analisis yang digunakan adalah RAB dan Kurva S	Total biaya untuk Struktur pada proyek pembangunan rumah tipe 36 BSB Village menggunakan Metode Konvensional sebesar Rp. 29.853.072 dan menggunakan teknologi RISHA sebesar Rp. 21.843.000. Penggunaan Metode Konvensional lebih mahal disbanding teknolohi RISHA dengan selisih sebesar Rp. 8.010.072,- atau 27%. Hasil analis durasi pengerjaan dengan Metode Konvensional adalah 30 hari atau 5 minggu sementara durasi dengan teknologi pracetak RISHA adalah 5 hari atau 1 minggu.
2.	Analisa Perbandingan Biaya Struktur Rumah Konvensional dengan Rumah Teknologi RUSPIN	Kiswanto, dkk, 2024	Mengetahui perbandingan anggaran biaya pembangunan secara konvensional dengan RUSPIN tipe 36(Ngudi Hari Crista & dkk, 2023)	Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan refresnsi lainnya. Metode analisis yang digunakan adalah RAB	Total biaya untuk Struktur pada proyek pembangunan rumah tipe 36 dengan konvensional Rp. 34.183.233 dan jika menggunakan RUSPIN Rp. 42.011.054. selisih anggaran biaya pekerjaan menggunakan Metode Konvensional dan RUSPIN sebesar Rp. 7.827.827.821

No.	JUDUL	PENULIS DAN TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
3.	Perbandingan Biaya dan Waktu Pembangunan Struktur Rumah Sederhana Sistem RISHA dengan Konvensional (studi kasus relokasi permukiman rawan longsor Desa Wonotelo, Bantul)	Muliawan, dkk, 2018	Untuk mengetahui selisih perbedaan biaya pembangunan Struktur rumah instan sederhana sehat (RISHA) dengan Struktur rumah konvensional	Proses penelitian ini dilakukan dengan observasi lapangan yang kemudian data hasil pengamatan diolah dihitung harga satuan pekerjaannya. Metode yang digunakan adalah pengamatan langsung di lapangan, wawancara dengan aplikator atau pekerja RISHA	Berdasarkan Analisa yang dilakukan didapat perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk membangun Struktur bangunan RISHA adalah sebesar Rp. 27.448.000 dan untuk Rumah konvensional type – 36 adalah Rp. 30.425.000. dari hasil perbandingan Analisa biaya kedua bangunan tersebut didapat selisih biaya kedua bangunan tersebut
4.	<i>Market and Industrialization Opportunities of Rumah Unggul Sistem Panel Instan (RUSPIN) Technology Using Business Model Canvas</i>	<i>Pramitaningrum, Erlita, dkk. 2023</i>	<i>Research objectives eager to see the market and industrialization opportunities of RUSPIN technology.</i>	<i>The study using Business Model Canvas (BMC) concept which strived to combine 9 business aspects such as customer segments, value proposition, channels, customer relationships, revenue streams, key resources, key activities, key partners, and cost structure into one complete concept map.</i>	<i>As the result of this study, the market opportunity for RUSPIN technology is very large with the market segmentation is families that do not own a home and the target market for Low-Income Families (MBR). RUSPIN technology also has an opportunity to be industrialized by looking at the demand side (market opportunities), while from the supply side, efforts are needed to increase the number of certified RUSPIN applicators and developers. (Pramitaningrum & Nugraha, 2023)</i>

No.	JUDUL	PENULIS DAN TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
5.	Evaluasi Rumah Pracetak Modular Sederhana Dua Lantai (Studi Kasus Pada Penelitian RUSPIN BALITBANG PUPR)	Faisal, M. 2020	Untuk menganalisa dan menemukan desain komponen panel dan sambungan yang optimal untuk Struktur rumah dua lantai dengan memperhatikan potensi beban gempa wilayah koefisien dasar seismic C,D, dan E di Indonesia berdasarkan hasil Evaluasi Kinerja Komponen Struktur RUSPIN eksisting	Proses penelitian ini menggunakan <i>pushover analysis</i> dengan bantuan program SAP2000 dan untuk wilayah kategori koefisien dasar seismic C,D, dan E dengan kondisi tanah lunak	Hasil uji Struktur re-desain dengan ukuran penampang panel 250x100 mm didapatkan drift ratio 0.28 %, 0.43%, dan 0.77%. Untuk ketiga wilayah menunjukkan bahwa level kinerja Struktur masuk kriteria Immediate Occupancy yang berarti terjadi kerusakan kecil pada Struktur dan bangunan dapat segera digunakan kembali. (Faisal, 2020)
6.	Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Metode Konvensional dan Pracetak (Studi kasus : Cluster Villa Puncak Landung Sari Malang)	Ruanda, H. dkk. 2025	Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil perbandingan dari Metode Konvensional dengan metode pracetak dalam aspek biaya maupun waktu untuk Struktur balok dan kolom pada pembangunan rumah dua lantai. Metode pelaksanaan yang dipakai adalah Metode Konvensional dan metode pracetak (<i>precast</i>)	Metode yang dilakukan menganalisis perhitungan biaya waktu dari kedua metode (konvensional dan pracetak)	Diperoleh hasil perhitungan biaya dan waktu dari kedua metode tersebut yaitu Metode Konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp 55.106.300,- dan waktu pelaksanaan selama 24 hari sedangkan metode pracetak membutuhkan biaya sebesar Rp 53.265.000,- dan waktu selama 9 hari. Dengan demikian metode pracetak lebih murah sebesar Rp 10.661.958,- bila dihitung dengan tambahan optimisasi/hari dan lebih cepat 15 hari dibandingkan dengan Metode Konvensional. (Ruanda & dkk, 2025)

No.	JUDUL	PENULIS DAN TAHUN	TUJUAN	METODE	HASIL
7.	Analisis Dinamis Gaya Gempa Pada Bangunan Berdasarkan SNI 03-1726 2012	Hutahean, Nelson, dkk (2020)	Tujuan dari penelitian ini mengetahui kebutuhan tulangan pada kolom dan desain Struktur tahan gempa yang ekonomis	Menganalisis kolom yang disesuaikan dengan SNI 2847:2013	Berdasarkan SNI 2847:2013 dan respon spektrum yang tepat sesuai lokasi Struktur dibangun, maka diperoleh Luas tulangan longitudinal yang lebih ekonomis dan aman serta tetap tahan gempa yaitu lantai 1 s/d lantai 5, dimensi kolo 600mmx600mm dengan penulangan 24 D25. dimana sebelumnya Kolom berukuran 650x650 dengan penulangan 32 D25. (Hutahean & dkk, 2020)
8.	Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas dengan Beton Pracetak pada Proyek Gedung	Haryati, Hermawa, 2021	Tujuan dari penelitian ini yaitu menghitung sambungan Struktur atas menggunakan sistem sambungan basah, menganalisis aspek biaya, mutu dan waktu pelaksanaan pekerjaan Struktur atas dan melakukan perbandingan antara penggunaan beton pracetak dengan beton bertulang konvensional	Menganalisis perhitungan sambungan beton yang mengacu pada SNI 2847:2013, perhitungan biaya yang mengacu pada SNI 7832 :2017	Berdasarkan perhitungan total biaya pekerjaan Struktur atas pada beton konvensional sebesar Rp. 3.662.347.255 sedangkan beton pracetak sebesar Rp. 2.734.286.169. Selisih dari biaya kedua metode sebesar Rp. 928.061.085 dengan perbandingan biaya sebesar 25,34%. Analisis durasi pekerjaan Struktur atas pada Metode Konvensional selama 63 hari sedangkan beton pracetak selama 56 hari, dimana beton pracetak menghemat durasi pekerjaan selama 7 hari atau sebesar 11,11% daripada durasi beton konvensional. Penelitian ini dilakukan menggunakan beton pracetak pada gedung 6

					lantai dan menggunakan alat berat mobile crane. (Haryati & Rudi Hermawan, 2021)
--	--	--	--	--	---



Berdasarkan data-data diatas secara umum penelitian terdahulu dapat dilihat adanya beberapa persamaan dengan Penelitian sebelumnya, yaitu :

- a. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan metode deskriptif
- b. Analisa data yang digunakan yaitu Analisa pada biaya pembangunan konstruksi konvensional dengan RUSPIN atau RISHA.
- c. Pada penelitian yang akan dilakukan menganalisis pada biaya dan waktu pembangunan RUSPIN satu lantai.

Sedangkan untuk perbedaan dari penelitian terdahulu dengan penelitian ini adalah pada masih belum adanya penelitian yang membahas atau menelaah mengenai efisiensi dalam pembangunan rumah 2 lantai secara konvensional dengan pembangunan rumah 2 lantai yang menggunakan Struktur RUSPIN dan menganalisis ketahanan Struktur gempa pada Struktur RUSPIN menggunakan Aplikasi SAP2000.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Penelitian ini menganalisis metode *alternative* lain dalam pembangunan rumah dan keunggulannya, yaitu metode RUSPIN dua lantai terhadap Metode Konvensional, agar diperoleh biaya yang lebih murah dan waktu yang lebih efisien.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Program Pemerintah Provinsi Jawa Tengah “Tuku Lemah Oleh Omah” yang berlokasi di Kelurahan Serengan, Kecamatan Serengan Kota Surakarta dengan luas lahan 20,6m² dengan Struktur rangka menggunakan RUSPIN. Pada penelitian ini akan dianalisis waktu dan biaya dengan teknologi RUSPIN dan Konvensional.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data primer dilakukan berdasarkan *survei* dan atau wawancara toko material dan Komunitas Kampung Blangkon Kota Surakarta.

Wawancara dilakukan melalui tatap muka. Data sekunder diperoleh melalui permintaan Kepada Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2024 berupa rencana tapak perumahan, *detail engineering design*, dan data terkait lainnya dari internet.

3.4 Metode Pengolahan Data

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dilakukan dengan Analisa perbandingan yang mempunyai tujuan untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing alternative desain metode pembangunan. Pada tahap analisis akan dilakukan sebagai berikut :

1. Membandingkan biaya Struktur pada pembangunan rumah konvensional dengan metode Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) 2 (dua) lantai;
2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya pada Metode Konvensional maupun Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) 2 (dua) lantai;
3. Membandingkan durasi pada pembangunan rumah konvensional dengan metode Rumah Sistem Panel Instan (RUSPIN) 2 (dua) lantai.
4. Menganalisa Struktur RUSPIN menggunakan aplikasi SAP2000 sesuai dengan SNI 1726 : 2019 (Tentang Gempa)

Data Rencana Anggaran Biaya (RAB) baik rumah konvensional, rumah RUSPIN diolah oleh penulis dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Harga upah dan material dipakai dalam penulisan ini mengacu pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan pada bantuan program pemerintah Jawa Tengah “Tuku Lemah Oleh Omah” yang berlokasi di Kota Surakarta.

3.5 Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa pendekatan kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan untuk mendapatkan :

- a. Jenis Struktur yang efektif dan efisien dari segi biaya dalam pembangunan rumah dua lantai;
- b. Perbandingan waktu yang efektif dan efisien dalam pembangunan rumah dua lantai.

Metode analisis yang digunakan tersaji pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Metode analisis kuantitatif yang digunakan

No	Tujuan	Bahan/Model	Metode Analisis
1	Mendapatkan jenis konstruksi yang efisien pada pembangunan rumah dua lantai	- Rumah konstruksi RUSPIN dua lantai, dinding bata ringan dan - Rumah konstruksi konvensional, dinding bata ringan	- Perhitungan rencana biaya dengan perhitungan volume pekerjaan - Kurva S

Perhitungan rencana anggaran biaya dihitung dengan persamaan sebagai berikut

:

$$RAB = \sum (VP \times HSP) \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan :

RAB = Rencana anggaran biaya

VP = Volume pekerjaan, dihitung mengacu table 3.4

HSP = Harga Satuan pekerjaan

Tabel 3.4 Rumus Perhitungan Volume pekerjaan

No	Satuan Pekerjaan	Rumus / Analisa
1	Pekerjaan dalam satuan lumpsum (ls)	Volume dihitung kebutuhan biaya selama 1 bulan dikalikan dengan jumlah perkiraan bulan diselesaikannya pekerjaan tersebut.
2	Pekerjaan dalam satuan Panjang (m')	Volume dihitung berdasarkan Panjang konstruksi sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar tersebut
3	Pekerjaan dalam satuan luas (m ²)	Volume dihitung dari perkalian Panjang dengan lebar konstruksi sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar tersebut
4	Pekerjaan dalam satuan buah (bh/pcs/unit)	Volume dihitung jumlahnya berdasarkan gambar yang ada.
5	Satuan pekerjaan dalam satuan kubik (m ³)	Volume dihitung dari perkalian panjang dengan lebar dan tinggi konstruksi sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar tersebut.
6	Pekerjaan dalam satuan berat (kg/ton)	Volume dihitung dari perkalian Panjang dengan koefisien berat satuan bahan konstruksi, sesuai dengan gambar rencana dengan memperhatikan skala pada gambar tersebut.

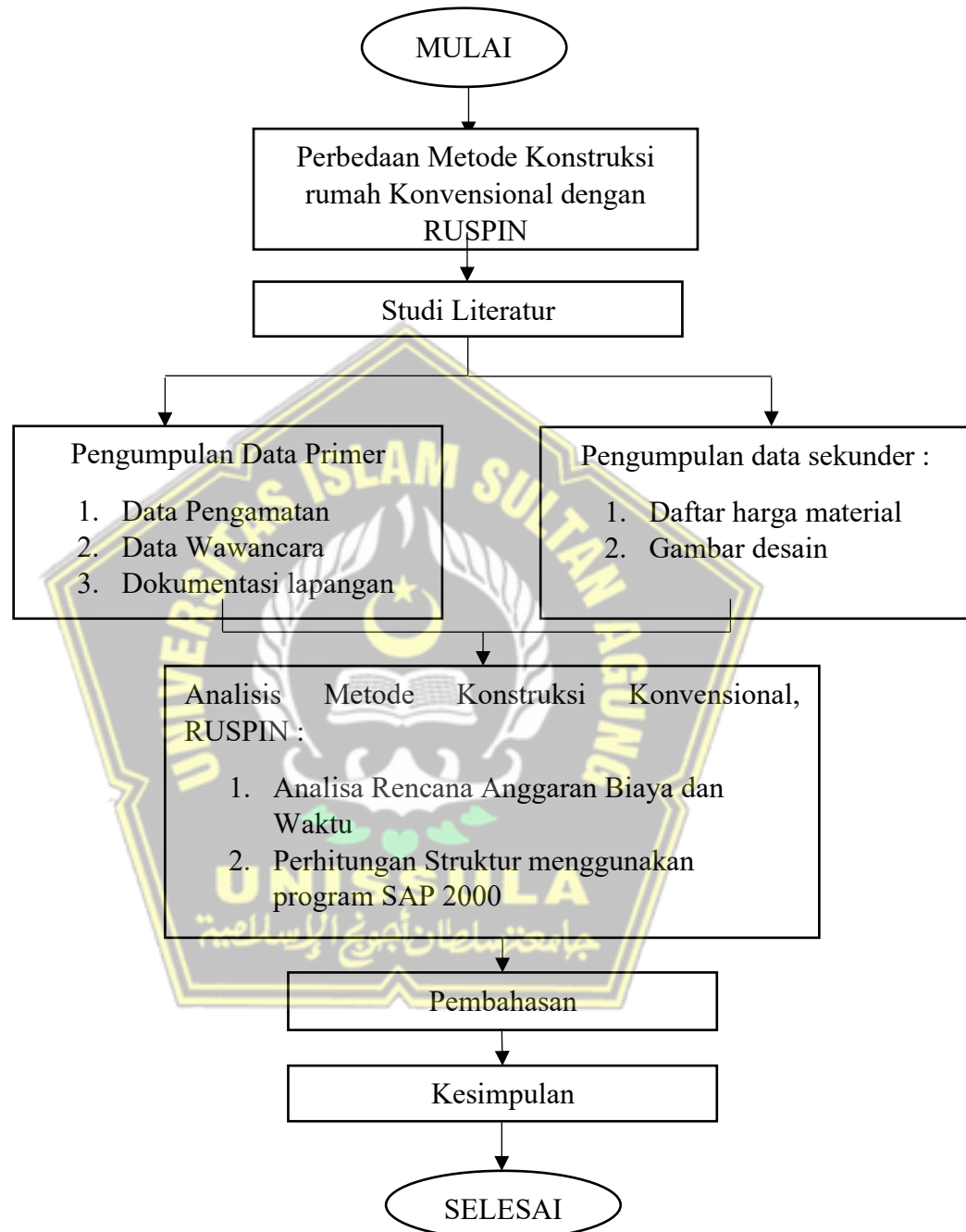
Sumber : Modul 12 Perhitungan Volume, Analisa Harga Satuan, RAB, dan Spesifikasi Teknis, BPSDM KemenPUPR.

Durasi waktu pembangunan rumah diperoleh dari kurva S, yaitu dengan cara mengplotkan bobot setiap pekerjaan yang telah dilaksanakan. Bobot setiap pekerjaan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Bobot pekerjaan} = \frac{\text{biaya pekerjaan}}{\text{total biaya}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

3.6 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan tahap-tahap penelitian diatas, beriktut bagan alir atau *flow chart* untuk memudahkan dalam memahami alur tahapan penelitian.



Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek Yang Ditinjau

Pembangunan rumah dua lantai di Kelurahan Sarengan Kecamatan Sarengan Kota Surakarta diatas lahan seluas 25,44m² dengan luas bangunan 20,6m². pada penelitian ini dilakukan secara analisis dengan permodelan Struktur RUSPIN menggunakan Program SAP2000.

4.1.1. Relokasi Kampung Blangkon

Nama Proyek : Pembangunan Relokasi Kampung Blangkon di Kota Surakarta
Pemilik Proyek : Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Provinsi Jawa Tengah
Sumber Dana : APBD Provinsi Jawa Tengah
Penyedia RUSPIN : CV. Ardian Jaya Teknik
Fungsi Bangunan : Rumah Tinggal
Lokasi : Kelurahan Sarengan Kecamatan Sarengan Kota Surakarta



Gambar 4. 1 Foto Udara Progres Pembangunan Relokasi Kampung Blangkon
Sumber : Penulis



Gambar 4. 2 Foto Udara Progres Pembangunan relokasi Kampung Blangkon

Sumber : Penulis



Gambar 4. 3 Tampak Depan Bangunan

Sumber : Penulis

4.2 Analisis Komponen Struktur RUSPIN

Pada Desain komponen Struktur menggunakan persyaratan desain khusus, yaitu dinding structural khusus dan juga rangka pemikul momen khusus yang tercantum dalam SNI 2847 – 2013 Pasal 21 (SRMPK). Setiap Struktur pemikul beban lateral bersifat daktail dalam menahan gaya gempa sehingga mampu mendisipasi energi gempa dengan baik tanpa menimbulkan kegagalan Struktur secara utuh.

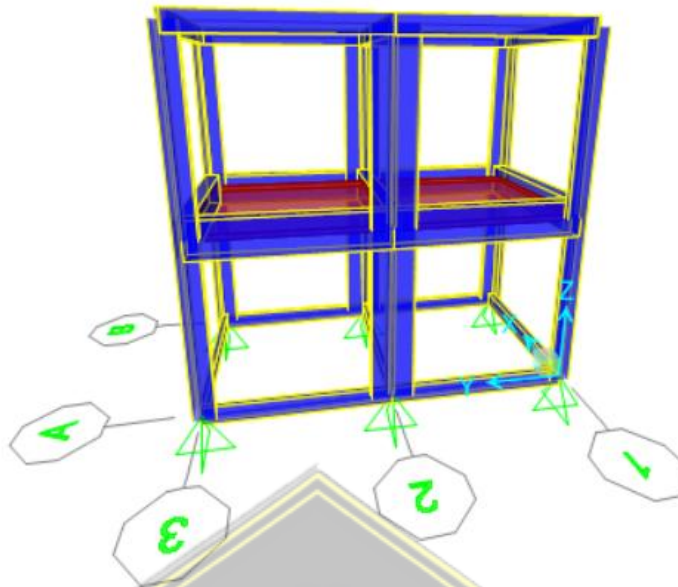
Hasil analisa SAP2000 lengkap terdapat di lampiran. Di bawah ini disajikan contoh analisa komponen Struktur dimana gaya-gaya dalam diambil dari output SAP2000.

4.2.1 Permodelan Struktur RUSPIN

Rumah dua lantai menggunakan Struktur RUSPIN serta difungsikan sebagai hunian. Berikut adalah spesifikasi umum material :

- a. Material Beton :
 - Kuat Beton disyaratkan : K-300 ($f_c' = 24,90 \text{ MPa}$)
 - Modulus Elastisitas : $4700 \sqrt{f_c'}$ ($E = 25492 \text{ MPa}$)
- b. Material Kayu :
 - Modulus Elastistas : $9806,6 \text{ MPa}$

Berikut merupakan bentuk permodelan 3 dimensi bangunan pada software SAP2000



Gambar 4. 4 Bentuk 3D Strukur Tampak Depan
Sumber : Hasil Permodelan SAP2000

4.2.2 Pembebanan

- **Beban Mati Sendiri (*Self Weight*)**

Beban mati secara otomatis dihitung oleh Program SAP2000 meliputi kolom, balok dan rangka atap.

- **Beban Hidup (*Live load*)**

Beban pada atap diakibatkan pelaksanaan, pemeliharaan oleh pekerja, peralatan dan material, untuk jenis atap miring dan tidak dapat dicapai orang diambil nilai beban merata $(40 - 0,8a)$ kg/m², dengan nilai minimum 20 kg/m², atau diambil nilai beban terpusat 100 kg/m² pada gording tengah atau 200 kg/m² untuk gording tepi.

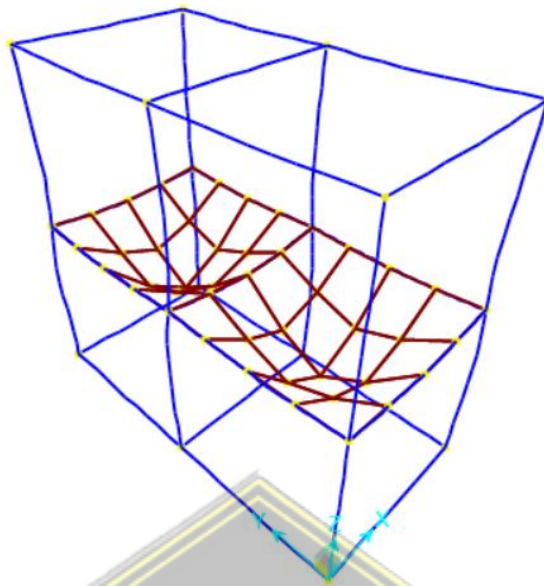
- **Beban Hidup Tambahan**

Beban hidup tambahan merupakan beban hidup yang menetap untuk operasional bangunan yaitu plat lantai dengan beban 1,92 kN/m²

4.2.3 Analisa Hasil SAP2000

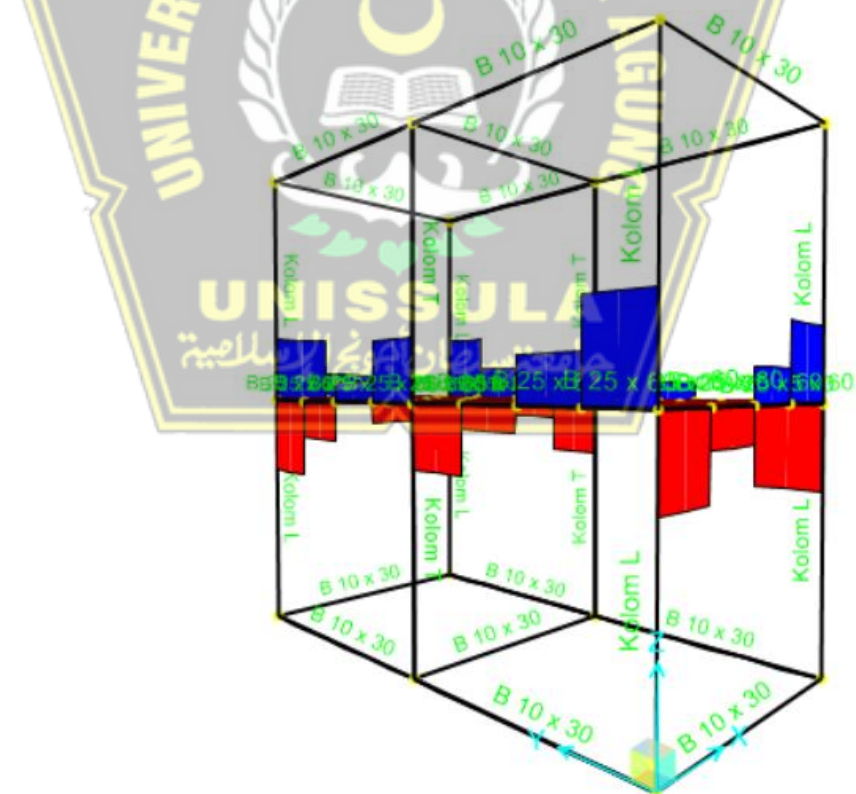
Analisis deformasi Struktur bangunan sangat penting untuk mengevaluasi perilaku dan keamanan suatu konstruksi terhadap beban yang bekerja.

Gambar 4.5 yang ditampilkan merupakan hasil simulasi menggunakan perangkat lunak SAP2000.



Gambar 4. 5 Hasil Deformasi RUSPIN dua lantai dengan RUSPIN

Sumber : SAP2000

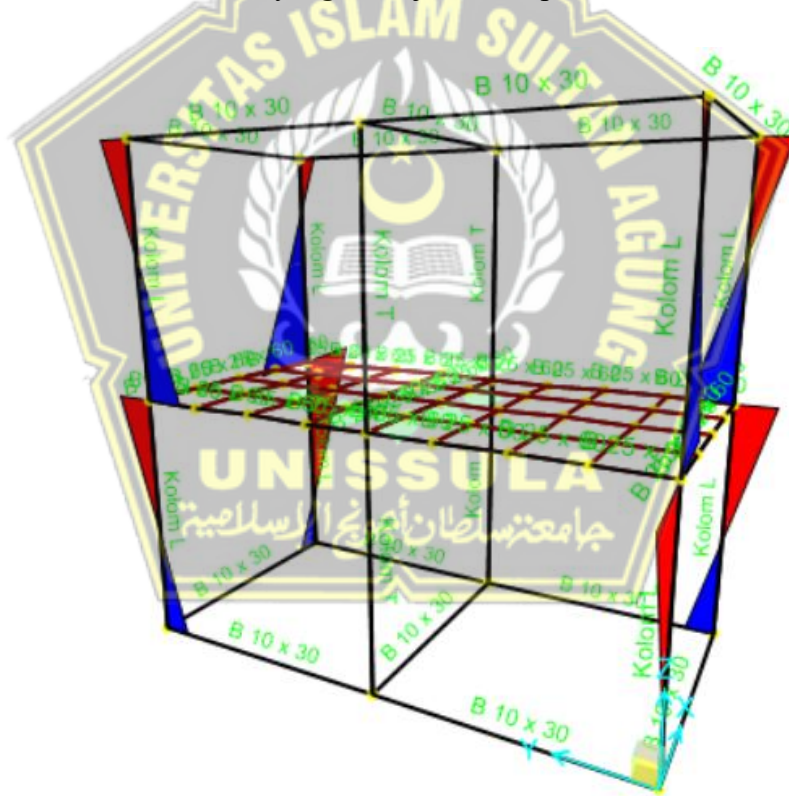


Gambar 4. 6 Hasil Gaya Torsi

Sumber : Hasil SAP2000

Gambar 4.6 menunjukkan distribusi gaya torsi pada elemen-elemen Struktur bangunan hasil analisis menggunakan SAP2000. Torsi atau momen puntir merupakan gaya dalam yang terjadi ketika suatu elemen Struktur, seperti balok, mengalami gaya yang menyebabkan rotasi terhadap sumbu panjangnya. Dalam gambar ini, elemen-elemen Struktur ditampilkan dengan warna merah dan biru, yang menunjukkan arah dan besar gaya torsi yang bekerja.

Dimana warna merah dan biru menggambarkan besar dan arah gaya torsi positif dan negatif pada balok-balok horizontal, terutama yang berada di lantai tengah. Balok-balok tersebut menerima gaya puntir sebagai respons terhadap ketidakseimbangan beban atau karena adanya eksentrisitas beban yang bekerja terhadap sumbu elemen.

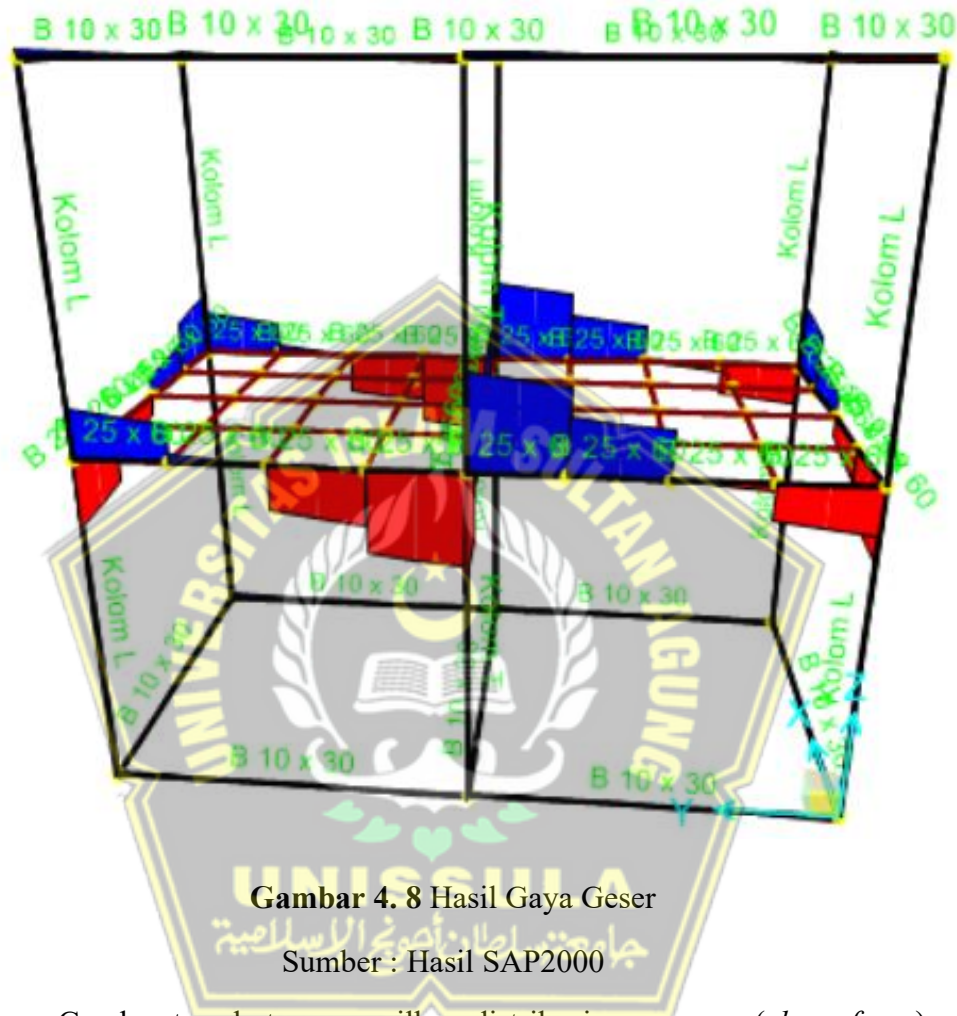


Gambar 4. 7 Hasil Momen

Sumber : Hasil SAP2000

Gambar 4.7 tersebut menunjukkan distribusi gaya momen lentur yang bekerja pada elemen kolom dalam Struktur bangunan hasil analisis menggunakan *software* SAP2000. Warna-warna yang ditampilkan, yaitu merah dan biru, merepresentasikan arah dan besar momen lentur pada kolom. Warna merah

menandakan momen negatif, sedangkan warna biru menunjukkan momen positif. Momen pada kolom terjadi akibat kombinasi gaya-gaya dari balok dan pelat lantai yang bekerja secara horizontal. Momen untuk menghitung tulangan, jangan sampai tulangan yang dipakai melebihi dimensi balok kolomnya.



Gambar 4. 8 Hasil Gaya Geser
Sumber : Hasil SAP2000

Gambar tersebut menampilkan distribusi gaya geser (*shear force*) yang bekerja pada elemen balok hasil analisis Struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000. Gaya geser merupakan gaya dalam yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu panjang balok dan sangat berperan dalam perencanaan ketahanan geser elemen Struktur.

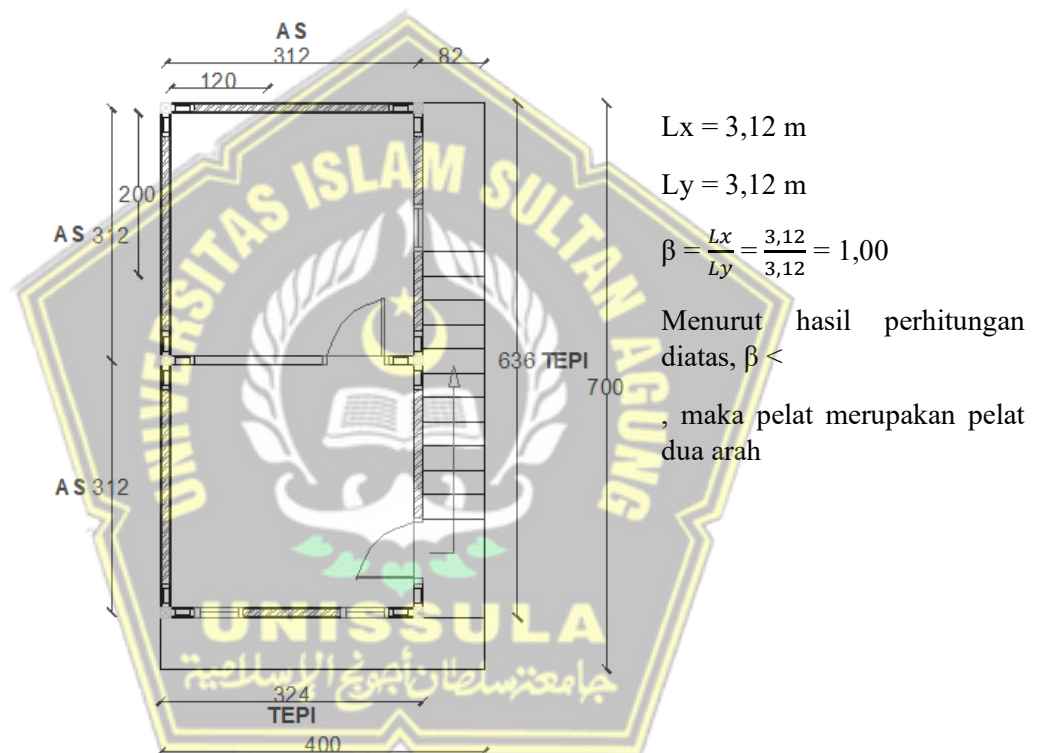
Dalam gambar ini, distribusi gaya geser divisualisasikan dengan warna merah dan biru pada balok. Warna merah menunjukkan gaya geser negatif, sedangkan warna biru menunjukkan gaya geser positif. Pola distribusi tersebut tampak dominan pada balok-balok lantai tengah, dimana gaya geser timbul akibat

reaksi terhadap beban vertikal seperti beban mati dan beban hidup. Gaya ini umumnya terbesar di dekat tumpuan balok.

4.2.4 Analisa Plat

Pada perencanaan plat lantai yang diambil sebagai contoh perhitungan adalah plat lantai 2, perencanaan plat adalah sebagai berikut :

- Penentuan tipe Plat



Gambar 4. 9 Denah Plat Lantai

Sumber : Gambar Kerja

- Analisa Pembebanan
 - Berat Sendiri : $7 \times 0,1 = 0,7 \text{ kN/m}^2$
 $q_d = 0,7 \text{ kN/m}^2$
 - Berat Hidup :
 - Berat Hidup pada rumah tinggal $q_l = 1,92 \text{ kN/m}^2$
 - Kombinasi Pembanan :

$$1,2qd + 1,6ql : 1,2 \times 0,7 + 1,6 \times 1,92 = 3,912 \text{ kN/m}^2$$

- Momen Plat akibat beban terfaktor :

$$\begin{array}{ll} \text{Momen lapangan} & M_{ulx} = C_{lx} \times 0,001x = 1,371 \text{ kN.m} \\ \text{arah x,} & Q_u \times L_x^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Momen lapangan} & M_{uly} = C_{ly} \times 0,001x = 0,647 \text{ kN.m} \\ \text{arah y,} & Q_u \times L_x^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Momen tumpuan} & M_{utx} = C_{tx} \times 0,001x = 2,894 \text{ kN.m} \\ \text{arah x,} & Q_u \times L_x^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Momen tumpuan} & M_{uty} = C_{ty} \times 0,001x = 2,171 \text{ kN.m} \\ \text{arah y,} & Q_u \times L_x^2 \end{array}$$

$$\text{Momen rencana} \quad \quad \quad \mu_u = 2,894 \text{ kN.m}$$

(maksimum) plat,

- Analisa Penulangan Plat

Data perencanaan yang digunakan dalam perencanaan yang ditinjau sebagai berikut :

- Mutu beton (f'_c) = 29,05 MPa
- Mutu baja (f_y) = 400 MPa
- Tebal Pelat (h) = 100 mm
- Tebal selimut beton (p) = 25 mm
- Tulangan yang digunakan (D) = D – 8
- Tinggi efektif arah x (dx) = $h - p - D/2$
 $= 100 - 25 - (8/2)$
 $= 71 \text{ mm}$
- Tinggi efektif arah y (dy) = $h - p - D - D/2$
 $= 100 - 25 - 8 - (8/4)$
 $= 63 \text{ mm}$

Langkah perhitungan untuk pelat adalah sebagai berikut :

- Mencari batas rasio tulangan ($\rho_{min}, \rho_b, \rho_{max}$)

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 29,05}{400} \times 1 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,03705$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,0278$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y$$

$$1,4 / 400 = 0,0035$$

- Desain penulangan pelat lantai arah x

$$M = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,199$$

Lebar pelat (b) untuk perhitungan diambil per 1000mm

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b d^2} = \frac{3,6766 \times 10^6}{(0,9)(1000)(71^2)} = 0,810$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}} \right) = 0,00204$$

Diketahui bahwa $\rho < \rho_{\min}$, maka $\rho = \rho_{\min}$

- Mengecek tulangan yang di desain

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} b d = 0,0035 (1000) (71) = 248,5 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang akan di pasang yaitu D10 – 150mm

$$A_{s_{\text{pakai}}} = \frac{1}{4} \pi d^2 \frac{\text{lebar plat}}{\text{jarak}} = \frac{1}{4} \pi 10^2 \frac{1000}{150} = 523,333 \text{ mm}^2$$

$A_{s_{\text{pakai}}} > A_{s_{\min}}$ maka Oke

- Untuk nilai regangan (ϵ) dan faktor reduksi (ϕ) pelat arah x

Nilai a, c dan regangan (ϵ) dihitung sebagai berikut :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{523,333 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1000} = 8,478 \text{ mm}$$

$$\text{letak garis netral (c)} = \frac{a}{\beta} = \frac{8,478}{0,705} = 12,025 \text{ mm}$$

$$\text{Kontrol regangan Tarik baja } (\epsilon_s) = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c$$

$$(\epsilon_s) = \frac{100-12,025}{12,025} \times 0,003 = 0,0219$$

Karena $\epsilon_s = 0,0219 > 0,005$ maka penampang termasuk ke dalam terkendali Tarik dengan faktor reduksi (ϕ) = 0,9

- Momen nominal (M_n) arah x

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 523,33 \times 400 \times \left(71 - \frac{8,478}{2}\right) \times 10^{-6}$$

$$= 13,97 \text{ kN.m}$$

$$\emptyset M_n = 0,9 \times 13,97 = 12,573 \text{ kN.m} > 7,628 \text{ kN.m, maka OK}$$

- Desain penulangan pelat lantai arah y

$$M = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{400}{0,85 \times 29,05} = 16,199$$

Lebar pelat (b) untuk perhitungan diambil per 1000mm

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset b d^2} = \frac{3,6766 \times 10^6}{(0,9)(1000)(63^2)} = 1,029$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 m R_n}{f_y}}\right) = 0,003$$

Diketahui bahwa $\rho < \rho_{min}$, maka $\rho = \rho_{min}$

- Mengecek tulangan yang di desain

$$A_{smin} = \rho_{min} b d = 0,0035 (1000) (63) = 220,5 \text{ mm}^2$$

Trial tulangan yang akan di pasang yaitu D10 – 150mm

$$A_{spakai} = \frac{1}{4} \pi d^2 \frac{\text{lebar plat}}{\text{jarak}} = \frac{1}{4} \pi 10^2 \frac{1000}{150} = 523,333 \text{ mm}^2$$

$A_{spakai} > A_{smin}$ maka Oke

- Untuk nilai regangan (ϵ) dan faktor reduksi ($\emptyset$) pelat arah x

Nilai a,c dan regangan (ϵ) dihitung sebagai berikut :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{523,333 \times 400}{0,85 \times 29,05 \times 1000} = 8,478 \text{ mm}$$

$$\text{letak garis netral (c)} = \frac{a}{\beta} = \frac{8,478}{0,705} = 12,025 \text{ mm}$$

$$\text{Kontrol regangan Tarik baja } (\epsilon_s) = \frac{d-c}{c} \times \epsilon_c$$

$$(\epsilon_s) = \frac{100-12,025}{12,025} \times 0,003 = 0,0219$$

Karena $\epsilon_s = 0,0219 > 0,005$ maka penampang termasuk ke dalam terkendali Tarik dengan faktor reduksi ($\emptyset$) = 0,9

- Momen nominal (M_n) arah x

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(dx - \frac{a}{2}\right) \times 10^{-6}$$

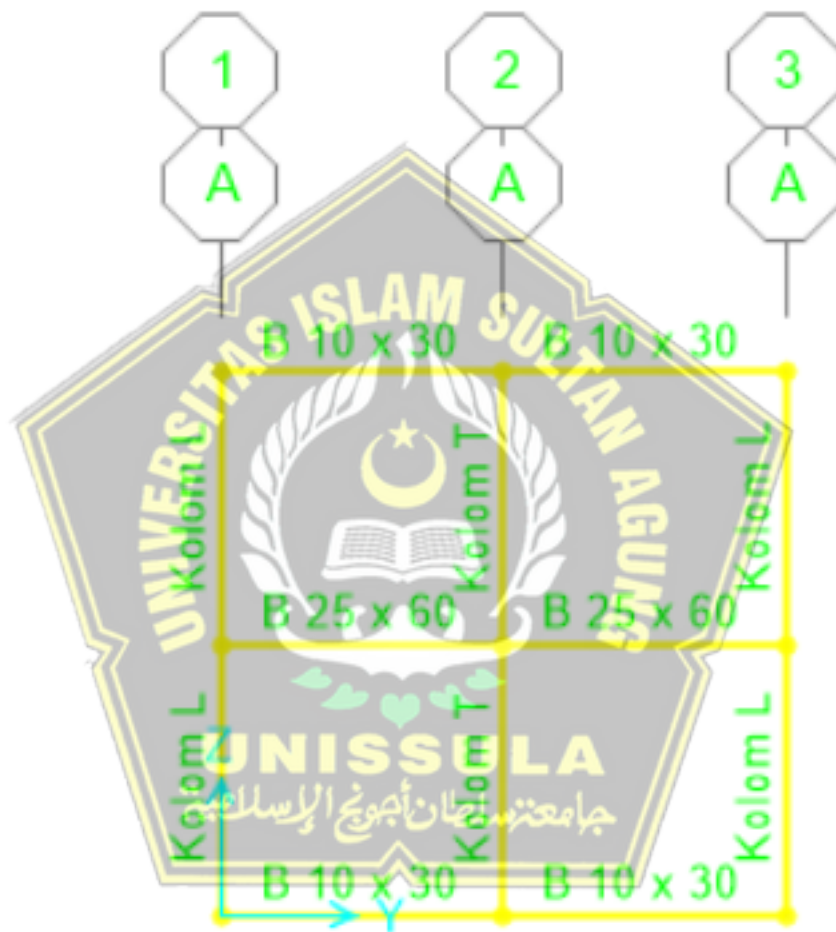
$$= 523,33 \times 400 \times \left(63 - \frac{8,478}{2}\right) \times 10^{-6}$$

$$= 12,300 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 12,3 = 11,07 \text{ kN.m} > 7,628 \text{ kN.m}, \text{ maka OK}$$

4.2.5 Analisis Balok

Balok didesain untuk menahan lentur, geser dan torsi. Pada desain balok yang dilakukan dengan SAP2000, dapat menentukan luas tulangan lentur, geser dan torsi yang dibutuhkan oleh setiap elemen balok.



Gambar 4. 10 Denah Balok dan Kolom

Sumber : Aplikasi SAP2000

- Mutu baja tulangan (f_y) = 400 MPa
- Mutu beton (f_c) = 290,05 MPa
- Tinggi balok (H) = 600 mm
- Lebar balok (B) = 250 mm

- Tebal selimut (p) = 25 mm
- Tulangan utama (D) = D – 8
- Tulangan Sengkang = D – 6
- Selimut beton efektif (d') = $p + D_s + \frac{D}{2}$
 $= 25 + 6 + \frac{8}{2} = 35 \text{ mm}$
- jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton (d') = 50mm
- tinggi efektif balok(d) = $h - d'$
 $= 600 - 50 = 550 \text{ mm}$

a. Dimensi balok induk yang di analisis adalah sebagai berikut :

Persyaratan Lentur Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) :

- Kontrol Dimensi

$\frac{B}{H} > 0,3$ sesuai standar (Badan Standar Nasional, 2019)

$$\frac{250}{600} > 0,3$$

$$0,416 > 0,3$$

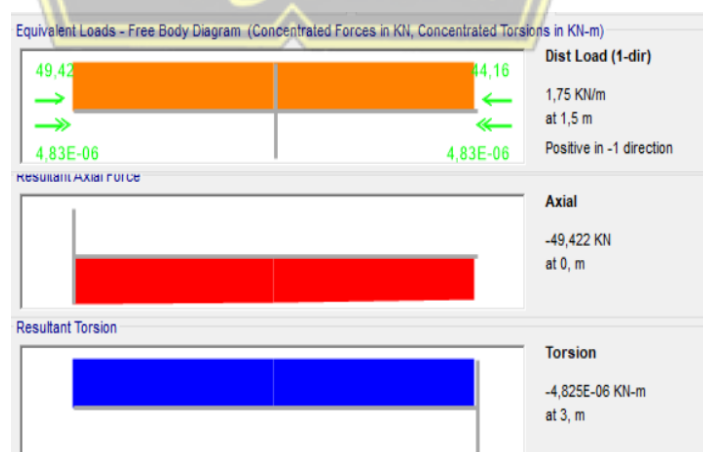
Maka lebar balok (b2) 416mm lebih dari syarat minimal yaitu 250mm

dan kurang dari 0,75 lebar kolom 300 mm. sehingga syarat

dimensi

balok terpenuhi.

- Kontrol Tekan Aksial



Gambar 4. 11 Hasil Tekan Aksial

Sumber : Hasil SAP2000

$$P_u < 0,1 \times A_g \times f'_c$$

P_u = gaya tekan terfaktor pada elemen (N)

A_g = luas penampang bruto (mm^2)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

0,1 = batas maksimum rasio tekan (10% dari kapasitas tekan beton) agar elemen dianggap lentur dominan (bukan kolom)

$$P_u < 0,1 \times A_g \times f'_c$$

$$49220 < 0,1 \times (250 \times 600) \text{ mm}^2 \times 29,05 \text{ MPa}$$

$$49220 \text{ N} < 436750 \text{ N}$$

P_u didapat kan hasil perhitungan SAP2000 lebih kecil dari gaya normal yang disyaratkan, sehingga komponen Struktur direncanakan sebagai elemen lentur atau balok.

○ Kontrol Geometri

Merupakan pemeriksaan untuk memastikan bahwa dimensi dan proporsi pada elemen Struktur memenuhi (Badan Standar Nasional, 2019). Bentang bersih balok tidak boleh kurang dari empat kali efektif balok.

$$\text{Bentang bersih } (l_n) = 3120 - (2 \times \frac{1}{2} \times 600) = 2520 \text{ mm},$$

persyaratan :

$$l_n > 4 \times d', \text{ dimana tinggi efektif balok } (d') = h - d'$$

$$2520 > 4 \times 550 \text{ mm}$$

2520 mm > 2200 mm, dari syarat bentang bersih minimum **elemen lentur terpenuhi**, karena jika bentang balok terlalu pendek maka potensi terjadinya sendi plastis akan semakin kecil.

Analisa Tahanan Torsi



Gambar 4. 12 Hasil Tahanan Torsi

Sumber : Hasil SAP2000

Dari hasil perhitungan SAP2000, didapatkan nilai torsi maximal (T_u) adalah 4,79 kN.m

- Cek Kapasitas Torsi

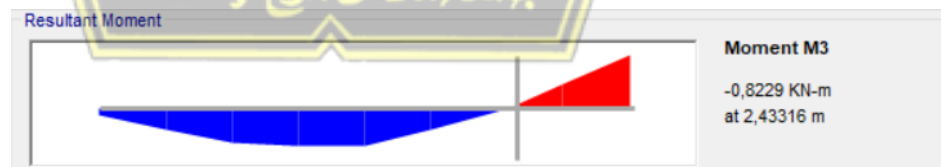
$$T_c = 0,75 \times 0,8083 \times \sqrt{f'_c} \times \left(\frac{A^2}{2(b+h)} \right)$$

$$T_c = 0,75 \times 0,8083 \times 5,39 \times \frac{150000^2}{2(250+600)} = 4.439.316 \text{ N atau } 4439,32 \text{ kN.m}$$

Menurut (Badan Standar Nasional, 2019) jika $T_u < T_c$, maka **torsi dapat diabaikan, dan tidak perlu ada tulangan khusus torsi**

Maka tulangan torsi diperkecil, untuk detail gambar dibawah ini :

Analisis penulangan pada tumpuan



Gambar 4. 13 Hasil Momen

- $M_u = 0,8229 \text{ kN.m}$
- Untuk faktor tahanan momen (R_n) = $\frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2}$
= 0,0136

Maka $R_n < \rho_{\max} \rightarrow$ oke

- Rasio tulangan yang diperlukan

$$(\rho) = 0,85 \times \frac{f'c}{f_y} \times (1 - \sqrt{(1 - \frac{2 \times Rn}{(0,85 \times f'c)})}) = 0,00003$$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	5	35,00	175,00
2	5	68,00	340,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	10	$S [n_i * y_i] =$	515

- Rasio tulangan minimum $(\rho_{\min}) = \frac{\sqrt{f'c}}{(4x f_y)} \dots\dots (1)$
 $= 0,00337$
- Rasio tulangan minimum $(\rho_{\min}) = 1,4 / f_y \dots\dots (2)$
 $= 0,00350$
- Dari rasio tulangan diatas maka diambil nilai $\rho_{\max} = \mathbf{0,00350}$
- Luas tulangan yang diperlukan $A_s = \rho \times b \times d$
 $= 0,00350 \times 600 \times 550$
 $= 481 \text{ mm}^2$
- Jumlah tulangan yang diperlukan $(n) = A_s / (\frac{\pi}{4x D^2})$
 $= 9,574,$
maka tulangan yang di butuhkan **10 D 8**
- Luas tulangan terpakai $(A_s) = n \times \frac{\pi}{4x D^2}$
 $= 503 \text{ mm}^2$

Tabel 4. 1 Perhitungan Titik Berat Tulangan

- Momen lapangan nominal rencana (M_n) = $\frac{Mu^+}{\phi}$
= 23,261 kN.m
- Tinggi efektif balok (d') jika $d' = 70$ mm = 530 mm
- Faktor tahanan Momen (R_n) = 0,3312
Maka $R_n < R_{max} \longrightarrow \text{OK}$
- Rasio tulangan yang diperlukan
 $(\rho) = 0,85 \times \frac{f'_c}{f_y} \times (1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{(0,85 \times f'_c)}}) = 0,00083 \dots (1)$
- Rasio tulangan minimum (ρ_{min}) = $\frac{\sqrt{f'_c}}{(4 \times f_y)} \dots (1)$
= **0.00337**
- Rasio tulangan minimum (ρ_{min}) = $1,4 / f_y \dots (2)$
= **0,00350**

Dari hasil hitungan tulangan minimum dan tulangan yang diperlukan maka

rasio tulangan yang digunakan ada $\rho = \mathbf{0,00350}$

- Luas tulangan yang diperlukan $A_s = \rho \times b \times d$
= $0,00350 \times 600 \times 550$
= 481 mm^2
- Jumlah tulangan yang diperlukan (n) = $A_s / (\frac{\pi}{4 \times D^2})$
= 9,574,
maka tulangan yang di butuhkan **10 D 8**.
- Luas tulangan terpakai (A_s) = $n \times \frac{\pi}{4 \times D^2}$
= 503 mm^2
- Letak titik berat tulangan (d') = $\frac{\sum(n_i \times y_i)}{n}$
= 51,50 mm

Maka letak titik berat tulangan < jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton yaitu $51,50 < 70$, maka jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton **OK**

- Tinggi balok ekuivalun (a) = $\frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$
= $32,571 \text{ mm}^2$

- Momen Nominal (M_n) = $A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2}) \times 10^{-6}$
 $= 1107,008 \text{ kN.m}$
- Tahanan momen balok = $\phi \times M_n$
 $= 0,8 \times 1107,008$
 $= 85,606 \text{ kN.m}$

Menurut SNI 2847:2019, $\phi \times M_n > M_u$ **AMAN**, yang arti nya penampang mampu menahan beban lentur.

4.3 Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya didapat dari selisih total keseluruhan biaya pekerjaan antara Metode Konvensional dengan metode RUSPIN. Total biaya ini mencakup seluruh komponen pekerjaan mulai dari pekerjaan pondasi sampai pekerjaan finishing, sesuai dengan rancangan anggaran biaya (RAB) masing – masing metode dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Rencana Anggaran Biaya RUSPIN

No	Jenis Material	Volume	Satuan	Total Harga
1	Struktur Ruspín + Aksesoris	1	Unit	Rp. 26.532.150
2	Pengiriman Dan Pemasangan	1	Ls	Rp. 3.300.000
3	Pondasi	9	Titik	Rp 8. 450.000
4	Dinding	14	m2	Rp 14.639.995
5	Atap	25,35	m2	Rp 4.345.000
6	Lantai 1 Dan 2	22,60	m2	Rp 9.422.000
No	Jenis Material	Volume	Satuan	Total Harga
7	Opening	4	Buah	Rp 7.700.000
8	Sanitasi	1	Ls	Rp 1.110.000
SUB TOTAL				Rp. 69.032.150

Pada tabel diatas merupakan pembangunan rumah dua lantai menggunakan Struktur RUSPIN biaya yang dikeluarkan sejumlah **Rp. 69.032.150**

Tabel 4. 3 Rencana Anggaran Biaya Metode Konvensional

No	Jenis Material	Satuan	Volume	Total Harga
1	Pondasi	30,46	m	Rp 12.290.641
2	Struktur atas Lantai 1 dan 2 (Kolom dan Balok)	1	Ls	Rp. 49. 228.190
3	Dinding	14	m2	Rp 14.639.995
4	Atap	25,35	m2	Rp 4.345.000
5	Lantai 1 Dan 2	22,60	m2	Rp 9.422.000
6	Opening	4	Buah	Rp 7.700.000
7	Sanitasi	1	Ls	Rp 1.110.000
SUB TOTAL				Rp. 98.735.286

Pada pembangunan rumah dua lantai menggunakan Struktur konvensional biaya yang dikeluarkan sejumlah **Rp. 98.735.286.**

Maka untuk perbandingan biaya pembangunan rumah dua lantai Metode Konvensional dan metode RUSPIN sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Perbandingan Biaya Metode Pelaksanaan

Biaya Metode Pelaksanaan	
Konvensional	RUSPIN
Rp. 98.735.826	Rp 69.032.150

4.4 Perbandingan Waktu Metode Konvensional dan Metode RUSPIN

Analisa data untuk metode pracetak dalam penelitian ini dilakukan melalui evaluasi estimasi waktu pelaksanaan proyek yang didapat dari penyedia, yaitu CV. Ardian Jaya Teknik. Biaya tersebut mencakup estimasi waktu pelaksanaan meliputi pemesanan, pengiriman, persiapan, dan pemasangan, data tersebut tertera pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6

Tabel 4. 5 Waktu pekerjaan rumah dua lantai dengan RUSPIN

No	Uraian Pekerjaan	Presentase (%)	Bulan I			
			W1	W2	W3	W4
I	Pekerjaan Pondasi	11,19	11,19			
II	Pekerjaan RUSPIN	39,51		39,51		
III	Pekerjaan Dinding	19,39		9,70	9,70	
IV	Pekerjaan Atap	5,76		5,76		
V	Pekerjaan Lantai & Finishing	12,48			6,24	6,24
VI	Pekerjaan Finishing	10,20				10,20
VII	Pekerjaan Plumbing	1,47				1,47

Waktu untuk pekerjaan rumah dua lantai menggunakan metode RUSPIN selama satu bulan.

Tabel 4. 6 Waktu pekerjaan rumah dua lantai dengan Metode Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Presentase (%)	Bulan I				Bulan II				Bulan III			
			W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
I	Pekerjaan Pondasi	12,45	12,45											
III	Pekerjaan Beton Struktur	49,86		16,62	16,62	16,62								
IV	Pekerjaan Dinding	14,83					16,62							
V	Pekerjaan Lantai & Finishing	9,54						9,54						
VI	Pekerjaan Atap	4,40							4,40					
VII	Pekerjaan Finishing	7,80								7,80				
VIII	Pekerjaan Plumbing	1,12									1,12			
Total		100												

Waktu untuk pekerjaan rumah dua lantai menggunakan metode RUSPIN selama dua bulan lebih 1 minggu

Maka untuk perbandingan waktu pembangunan rumah dua lantai Metode Konvensional dan metode RUSPIN sebagai berikut :

Tabel 4. 7 Perbandingan Metode Pelaksanaan

Waktu Metode Pelaksanaan	
Konvensional	RUSPIN
2 bulan lebih 1 minggu	1 bulan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada studi kasus Program Pemerintah Provinsi Jawa Tengah yang berlokasi Kelurahan Serengan, Kecamatan Serengan Kota Surakarta, disimpulkan bahwa :

- a. Hasil analisis Struktur (menggunakan SAP2000) dengan acuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 menunjukkan bahwa rumah dengan Struktur RUSPIN dua lantai memiliki performa Struktur yang baik dan memenuhi persyaratan bangunan tahan gempa, khususnya untuk wilayah dengan kategori risiko menengah seperti Kota Surakarta.
- b. Metode RUSPIN dua lantai memberikan efisiensi biaya yang signifikan. Biaya total pembangunan rumah dua lantai dengan RUSPIN sebesar Rp. 69.032.150,- jauh lebih rendah dibandingkan metode konvensional sebesar Rp. 98.735.286,- dengan menghasilkan efisiensi biaya sebesar 30,09% dibandingkan Metode Konvensional.
- c. Durasi pembangunan rumah dua lantai menggunakan metode RUSPIN hanya membutuhkan waktu 1 (satu) bulan, sementara Metode Konvensional memerlukan waktu 2 (dua) bulan lebih 1 (satu) minggu. Hal ini menunjukkan bahwa RUSPIN mampu mengurangi waktu pelaksanaan secara drastis.

5.2 Saran

Dilihat dari beberapa aspek kekuatan, biaya dan waktu penelitian yang dilakukan sudah cukup baik. Akan tetapi perlu diadakan penelitian lebih lanjut yang dapat dilakukan kedepannya, seperti :

1. Melanjutkan kajian Struktur dengan metode analisis non-linier untuk melihat kinerja Struktur RUSPIN dua lantai secara lebih rinci saat gempa besar
2. Studi eksperimental atau laboratorium untuk mengetahui ketahanan panel pracetak terhadap kelembapan, panas, dan jamur dalam jangka Panjang

3. Melibatkan aspek teknis, sosial, ekonomi dan kebijakan untuk mengevaluasi apakah RUSPIN bisa menjadi solusi permanen untuk MBR di kota-kota besar.
4. Kajian terhadap kemungkinan integrasi teknologi IoT (Internet of Things) untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni rumah RUSPIN.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional. (2019). *Sni-2847-2019-Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*.
- Cahyadi, D., & Dkk. (2021). *Pedoman Teknis Spesifikasi Komponen Struktural Rumah Sistem Komponen Instan (Ruspin)* (Vol. 1). Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Bina Teknik Permukiman Dan Perumahan.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan-Pembebanan-Indonesia-1983* (Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Ed.). Pertama (Stensil).
- Faisal, M. (2020). *Evaluasi Rumah Pracetak Modular Sederhana Dua Lantai (Studi Kasus Pada Penelitian Ruspin Balitbang Pupr)*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Handika Mulyawan, Z., & Wimala, M. (2023). Pembelajaran Berbasis Masalah: Penerapan Teknologi Rumah Instan Sederhana Sehat (Risha) Di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 09, 100–112. <https://doi.org/10.26760/Rekaracana>
- Haryati, S., & Rudi Hermawan, A. (2021). Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas Dengan Beton Pracetak Pada Proyek Gedung. *Jurnal Politeknik Jakarta*, 3(2), 79–87.
- Hutahean, N., & Dkk. (2020). Analisis Dinamis Gaya Gempa Pada Bangunan Berdasarkan Sni 03-1726-2012. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 9(1), 91–100.
- Anonim. (1992). *Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1992 Tentang Perumahan Dan Permukiman*.
- Kementerian Pupr. (2021). *Kriteria Masyarakat Berpenghasilan Rendah Dan Persyaratan Kemudahan Pembangunan Dan Perolehan Rumah*.
- Mustafa, B. (2010). Analisis Gempa Nias Dan Gempa Sumatera Barat Dan Kesamaannya Yang Tidak Menimbulkan Tsunami. *Jurnal Ilmu Fisika*, 2(1).
- Ngudi Hari Crista, & Dkk. (2023). Perbandingan Biaya Dan Waktu Penggunaan Metode Risba Dan Metode Konvensional Pada Struktur Bangunan Rumah Tinggal. *Jurnal Civil Engineerinf Study*, 03. <https://journal.unisnu.ac.id/Ces>
- Pramitaningrum, E., & Nugraha, D. H. (2023). Market And Industrialization Opportunities Of Rumah Unggul Sistem Panel Instan (Ruspin) Technology Using Business Model Canvas. *Spektrum Industri*, 21(1), 52–61. <https://doi.org/10.12928/Si.V21i1.58>
- Rafik, A., & Dkk. (2024). Perbandingan Anggaran Biaya Antara Rumah Konvensional Dengan Rumah Teknologi Ruspin. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*,

8(1), 12–21.
https://ejurnal.poliban.ac.id/index.php/Teknik_Sipil/Article/View/1408

Ruanda, H., & Dkk. (2025). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Metode Konvensional Dan Pracetak (Studi Kasus: Cluster Villa Puncak Landung Sari Malang). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 30–39.
<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/Bouwplank/Article/View/278/513>

Salim, M. A., Siswanto, A. B., Hartono, H., & Rozaq, B. (2022). Analisis Perbandingan Waktu Dan Biaya Penggunaan Teknologi Risha Dan Metode Konvensional Pada Proyek Perumahan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 6(2), 48–57. <https://doi.org/10.32528/Hgn.V6i2.6106>

Standar Nasional Indonesia. (2019). *SNI 1726:2019 “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung.”*

Umam, S. (2023). Kajian Pembangunan Dan Pembiayaan Perumahan Murah. Dalam *Kajian Pembangunan Dan Pembiayaan Perumahan Murah*.

