

TESIS

**ASESMEN KELAIKAN STRUKTUR BANGUNAN
(Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten
Semarang)**

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



Oleh:

RIZAL AGUNG PRABOWO

NIM: 20202100037

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2024

HALAMAN PERSETUJUAN TESIS

**ASESMEN KELAIKAN STRUKTUR BANGUNAN
(Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten
Semarang)**

Disusun oleh:

RIZAL AGUNG PRABOWO

NIM : 20202100037

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Tanggal, 22 Agustus 2024

Tanggal, 22 Agustus 2024

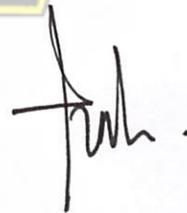
Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033



Ir. H. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D.

NIK. 210293017

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

ASESMEN KELAIKAN STRUKTUR BANGUNAN (Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang)

Disusun oleh :

RIZALAGUNG PRABOWO

20202100037

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal:

Tim Penguji:

1. Ketua



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

2. Anggota



Dr. Abdul Rochim, ST., MT

3. Anggota



Dr. Juny Andry Sulisty, MT

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

Semarang, 23 Agustus 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi,

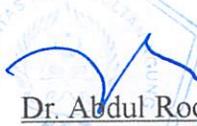


Prof. Antonius, ST., MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan fakultas Teknik,



Dr. Abdul Rochim, ST., MT

NIK. 210293018

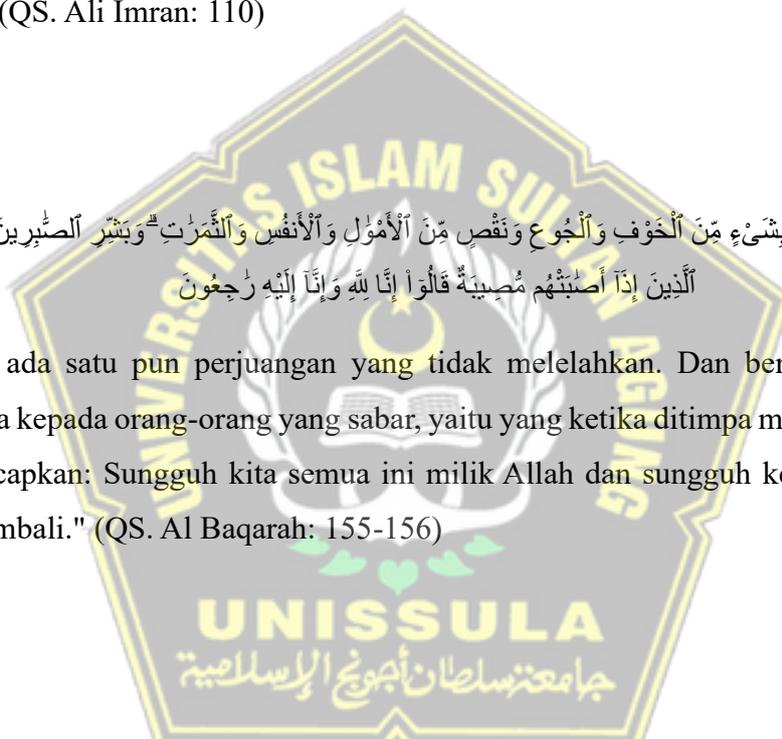
MOTTO

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

“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.” (QS. Ali Imran: 110)

وَلَنَبَلِّغَنَّكُمْ بَشِيرًا مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالتَّمَرَاتِ ۗ وَبَشِيرَ الصَّابِرِينَ
الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمُ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

"Tidak ada satu pun perjuangan yang tidak melelahkan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar, yaitu yang ketika ditimpa musibah mereka mengucapkan: Sungguh kita semua ini milik Allah dan sungguh kepada-Nya lah kita kembali." (QS. Al Baqarah: 155-156)



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizal Agung Prabowo

NIM : 20202100037

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ASESMEN KELAIKAN STRUKTUR BANGUNAN (Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang)

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, 23 Agustus 2024




RIZAL AGUNG PRABOWO

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, akhirnya Penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Asesmen Kelaikan Struktur Bangunan (Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang)” dapat diselesaikan dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Alm. Ibu, Bapak, Istri dan Anak Perempuan tercinta, atas semua dukungan, kasih sayang serta doa yang tidak pernah putus dipanjatkan kepada Penulis sehingga Penulis bisa menyelesaikan studi Magister Teknik Sipil ini tepat waktu.
2. PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian.
3. Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Prabowo Setiyawan, M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan Tesis ini.
6. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada Penulis.
7. Teman-teman Magister Teknik Sipil UNISSULA atas kerjasama dan semangat kebersamaannya.
8. Semua pihak yang telah membantu Penulis dalam menyelesaikan Tesis ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah bapak dan ibu berikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puja dan puji syukur bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala yang atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah Nya, kami telah apat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Asesmen Kelaikan Struktur Bangunan (Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang)”

Penyusunan Tesis ini dapat terwujud atas pertolongan Allah Tuhan Yang Maha Penolong dan atas bantuan serta dukungan beberapa pihak. Untuk itu ingin mengucpkan terima kasih kepada kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Prabowo Setiyawan, M.T., PhD selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan Tesis ini.
4. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tesis ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masi banyak kekurangan baik isi maupun susunan dalam penulisan. Semoga Tesis dapat bermanfaat bagi kita semua dan tidak hanya bagi penulis saja.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 22 Agustus 2024

Rizal Agung Prabowo

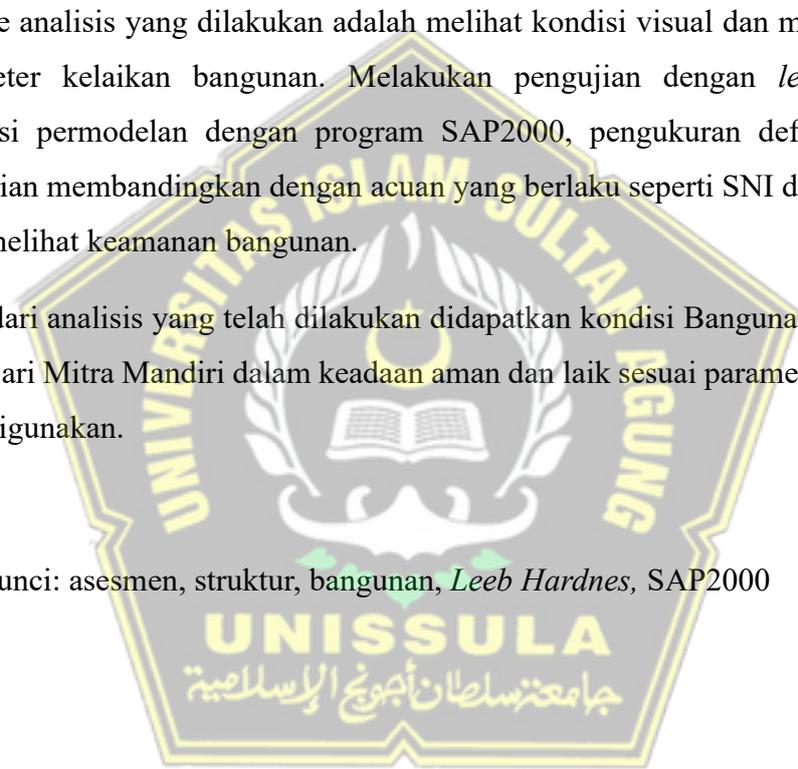
ABSTRAK

Menurut UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 3 menyebutkan bahwa untuk mewujudkan bangunan yang fungsional bangunan tersebut harus dapat memenuhi beberapa Aspek Keandalan diantaranya aspek Keselamatan, Kesehatan, Kenyamanan, dan Kemudahan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keamanan struktur bangunan dan untuk mengetahui kelaikan struktur bangunan PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang.

Metode analisis yang dilakukan adalah melihat kondisi visual dan membandingkan parameter kelaikan bangunan. Melakukan pengujian dengan *leeb hardness*, simulasi permodelan dengan program SAP2000, pengukuran deformasi balok kemudian membandingkan dengan acuan yang berlaku seperti SNI dan PermenPU guna melihat keamanan bangunan.

Hasil dari analisis yang telah dilakukan didapatkan kondisi Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri dalam keadaan aman dan laik sesuai parameter atau acuan yang digunakan.

Kata kunci: asesmen, struktur, bangunan, *Leeb Hardnes*, SAP2000



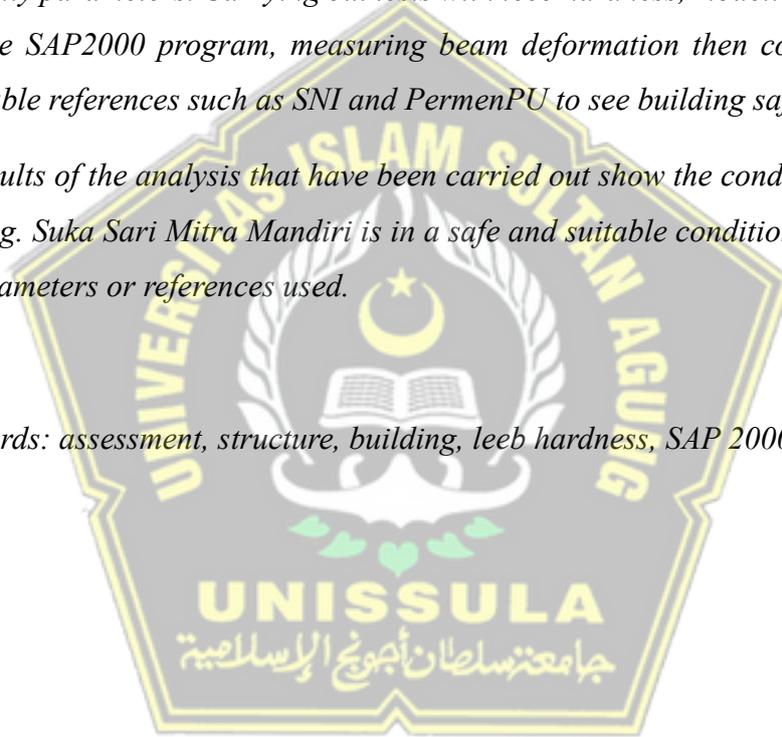
ABSTRACT

According to Law no. 28 of 2002 concerning Buildings Article 3 states that to create a functional building the building must be able to fulfill several Reliability Aspects including Safety, Health, Comfort and Convenience aspects. The purpose of this research is to determine the safety of building structures and to determine the feasibility of PT building structures. Suka Sari Mitra Mandiri, Semarang Regency.

The analysis method used is to look at visual conditions and compare the building suitability parameters. Carrying out tests with leeb hardness, modeling simulations with the SAP2000 program, measuring beam deformation then comparing with applicable references such as SNI and PermenPU to see building safety.

The results of the analysis that have been carried out show the condition of the PT Building. Suka Sari Mitra Mandiri is in a safe and suitable condition according to the parameters or references used.

Key words: assessment, structure, building, leeb hardness, SAP 2000



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO.....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.7. Lokasi Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Landasan Teori.....	6

2.2.1	Landasan Teori Keamanan Struktur	6
2.2.2	Landasan Teori Kelaikan Struktur	11
2.2.3	Identifikasi Kerusakan pada Beton	18
2.3	Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Pengamatan Visual Kondisi Bangunan	27
3.2	Pengumpulan Data	28
3.3	Pengujian <i>Leeb Hardness</i>	28
3.4	Perhitungan Analisis Struktur	30
3.5	Bagan Alir Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Pemeriksaan Sistem Struktur Bangunan Gedung	33
4.2	Pemeriksaan Kelaikan Struktur Bangunan	35
4.2.1	Pondasi Yang Dapat Diamati.....	35
4.2.2	Kolom	47
4.2.3	Balok.....	70
4.2.4	Pelat Lantai	76
4.2.5	Rangka Atap	81
4.2.6	Evaluasi Kelaikan Struktur Bangunan.....	92
4.3	Pemeriksaan Keamanan Struktur Bangunan.....	94
4.3.1.	Pengujian <i>Leeb Hardness</i> Pada Struktur Baja	95
4.3.2.	Simulasi Perhitungan Struktur	101
4.3.3.	Evaluasi Keamanan Struktur Bangunan	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		118
5.1	Kesimpulan.....	118
5.2	Saran	118
DAFTAR PUSTAKA		119
LAMPIRAN.....		121

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Rasio Kelangsingan Badan.....	6
Tabel 2. 2 Syarat Kelangsingan Sayap.....	7
Tabel 2. 3 Pembebanan Bangunan.....	9
Tabel 2. 4 Syarat Lendutan Balok.....	10
Tabel 2. 5 Contoh Tabel Acuan dari PerMen PUPR No 3 Tahun 2020.....	12
Tabel 2. 6 Kriteria Kerusakan Bangunan Gedung.....	15
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 4. 1 Dokumen Teknis Struktur.....	34
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Penurunan.....	37
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penurunan Bangunan.....	42
Tabel 4. 4 Matriks Pondasi yang Dapat Diamati.....	43
Tabel 4. 5 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Pondasi.....	45
Tabel 4. 6 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Kolom.....	68
Tabel 4. 7 Matriks Balok <i>Mezzanine</i>	71
Tabel 4. 8 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Balok.....	75
Tabel 4. 9 Matriks Pelat Lantai 2.....	77
Tabel 4. 10 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Pelat Lantai.....	79
Tabel 4. 11 Matriks Rangka Atap.....	81
Tabel 4. 12 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Rangka Atap.....	90
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Evaluasi Kelaikan Struktur.....	93
Tabel 4. 14 Kesimpulan <i>Leeb Hardness</i>	97
Tabel 4. 15 Ratio Kolom.....	102
Tabel 4. 16 Ratio Balok.....	102
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Deformasi Balok Gedung.....	113
Tabel 4. 18 Pengecekan Keamana Elemen Kolom.....	114
Tabel 4. 19 Evaluasi Keamanan Elemen Balok.....	116
Tabel 4. 20 Evaluasi Keamanan Deformasi Balok.....	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi PT. Suka Sari Mitra Mandiri	4
Gambar 2. 1 Alur Metodologi Kelaikan Struktur.....	11
Gambar 2. 2 Kategori Tingkat Kerusakan	14
Gambar 2. 3 Jenis-Jenis Retak Struktural Akibat Pembebanan	19
Gambar 2. 4 <i>Scaling</i>	20
Gambar 3. 1 Kondisi Bangunan	27
Gambar 3. 2 Alat <i>Leeb Hardness Test</i>	28
Gambar 3. 3 Tatah Kayu	29
Gambar 3. 4 <i>Form</i> Pengujian	29
Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Denah Pengukuran Penurunan	37
Gambar 4. 2 Denah Pengukuran Portal Segmen 1	39
Gambar 4. 3 Denah Pengukuran Portal Segmen 2.....	39
Gambar 4. 4 Denah Pengukuran Portal Segmen 3	40
Gambar 4. 5 Denah Pengukuran Portal Segmen 4.....	40
Gambar 4. 6 Denah Pengukuran Portal Segmen 5.....	41
Gambar 4. 7 Ilustrasi Pengukuran Portal	41
Gambar 4. 8 Dokumentasi Pelaksanaan Pondasi.....	46
Gambar 4. 9 Denah Pengamatan Visual Kolom.....	49
Gambar 4. 10 Dokumentasi Pelaksanaan Kolom.....	69
Gambar 4. 11 Denah Balok Lantai 2.....	71
Gambar 4. 12 Denah Pelat Lantai Lantai 2	77
Gambar 4. 13 Dokumentasi Pelaksanaan Pelat Lantai.....	80
Gambar 4. 14 Dokumentasi Pelaksanaan Rangka Atap	91
Gambar 4. 15 Titik Tinjauan Uji <i>Leeb Hardness</i> Kolom	96
Gambar 4. 16 Dokumentasi Pengujian <i>Leeb Hardness Test</i>	100
Gambar 4. 17 Simulasi Permodelan Struktur.....	101
Gambar 4. 18 <i>Ratio</i> Kolom dan Balok.....	101
Gambar 4. 19 Diagram Gaya Momen	102
Gambar 4. 20 Diagram Gaya Geser	103

Gambar 4. 21 Diagram Gaya Axial.....	103
Gambar 4. 22 Lokasi Pengujian Deformasi	111
Gambar 4. 23 Deformasi Simulasi Permodelan Struktur.....	112
Gambar 4. 24 Dokumentasi Pengukuran Balok.....	114



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Struktur Rencana	121
Lampiran 2 <i>As Built Drawing</i> Bangunan	138



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut UU No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Pasal 3 menyebutkan bahwa untuk mewujudkan bangunan yang fungsional dan sesuai dengan tata bangunan yang serasi dan selaras dengan lingkungannya, bangunan tersebut harus dapat memenuhi beberapa Aspek Keandalan diantaranya aspek Keselamatan, Kesehatan, Kenyamanan, dan Kemudahan. Peraturan tersebut dijelaskan kembali dan dipertegas dengan munculnya Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 yang memuat tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, pada Pasal 26 Ayat (1) menyatakan bahwa keandalan bangunan adalah keadaan bangunan yang dapat memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan dan kemudahan bangunan gedung sesuai dengan kebutuhan fungsi yang ditetapkan.

Sebagai bahan rujukan penyelenggaraan Sertifikasi Laik Fungsi Bangunan Gedung selanjutnya disusun Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) No. 25 Tahun 2007 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi (SLF) sebagai pedoman atau acuan untuk mewujudkan bangunan gedung yang handal, memenuhi Persyaratan Administratif dan Persyaratan Teknis bangunan gedung sesuai dengan fungsinya. Seiring berjalannya waktu disempurnakan kembali dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri PUPR No.27 Tahun 2018 tentang Sertifikasi Laik Fungsi Bangunan Gedung yang menjadi pedoman baru dalam keseluruhan aspek yang menjadi bagian dalam penyelenggaraan Sertifikasi Bangunan Gedung.

Kota – kota di Indonesia masih memiliki banyak bangunan gedung yang belum memenuhi Syarat Keandalan Bangunan. Kasus ketidak laikan atau kurangnya perawatan bangunan dan pemeriksaan bangunan gedung yang mengakibatkan korban jiwa, hal ini membuktikan bahwa bangunan Gedung di Indonesia belum memenuhi Persyaratan Keandalan Bangunan, terutama dalam Aspek Keamanan bagi Pengguna. Keadaan tersebut membuat pemerintah semakin terpacu untuk

segera memberlakukan kebijakan tentang Sertifikasi Laik Fungsi pada kota – kota besar.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada penjelasan diatas, didapatkan Rumusan Masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana keamanan Struktur Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang?
2. Bagaimana kelaikan Struktur Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang?

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa Batasan Masalah, hal ini dimaksudkan agar pembahasan yang dibahas sesuai dengan yang diharapkan sebagai berikut:

1. Melihat sejauh mana keamanan struktur bangunan gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang berdasarkan SNI terkait,
2. Standar keamanan bangunan mengacu kepada SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Gedung Dan Struktur Lain
3. Untuk beban gempa tidak diperhitungkan hanya beban gravitasi saja mengingat daerah tersebut belum pernah terjadi gempa.
4. Melakukan penilaian terhadap kelaikan struktur bangunan gedung PT Suka Sari Mandiri, Kabupaten Semarang mengacu pada standard PermenPUPR tentang Sertifikat Laik Fungsi,
5. Penilaian kelaikan bangunan dilakukan secara visual dan hasil analisis yang membandingkan antara data lapangan dan Analisis Komputer menggunakan software SAP 2000.
6. Keamanan struktur yang ditinjau hanya di Elemen Struktur Kolom dan Balok, Pondasi tidak disertakan.
7. Pengujian yang dilakukan hanya pengujian *leeb hardness* saja, untuk pengujian kuat tekan beton tidak dilakuan mengingat struktur bangunan utama adalah baja.

8. Untuk Kelaikan Bangunan yang ditinjau hanya syarat Keandalan Struktur saja, Bidang Arsitek dan Bidang MEP tidak dibahas.
9. Lokasi Penelitian berada di PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengajarkan prosedur peninjauan/pengujian pada bangunan gedung, dengan melakukan pengambilan sampel – sampel di lapangan untuk acuan/dasar evaluasi kekuatan struktur. (berupa data primer).
- b. Mengajarkan cara melakukan evaluasi kekuatan struktur bangunan gedung dengan melalui tahapan analisis pembebanan, analisis struktur.
- c. Memberikan rekomendasi teknik terkait perbaikan/perkuatan struktur bilamana diperlukan.

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa keamanan Struktur Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang,
2. Menganalisa kelaikan Struktur Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian Kelaikan Struktur akan dilakukan pada bangunan gedung yang berlokasi di wilayah Kabupaten Semarang yaitu PT Sukasari Mitra Mandiri di Jl. Sukarno - Hatta Km 29, Bergas, Kabupaten Semarang.

Asesmen Kelaikan Struktur ini hanya berfokus pada penelitian struktur bangunan yang meliputi:

- a. Pengamatan Visual
- b. Pengujian Material Elemen Struktur
- c. Peninjauan dan *Checklist* Dokumen Struktur
- d. Analisa/Simulasi Struktur

e. Rekomendasi

1.7. Lokasi Penelitian

Berdasarkan letak demografisnya Bangunan PT. Suka Sari Mitra Mandiri yang berdiri pada Tahun 2020 tersebut berada di Jalan Kartini, Bapang, Harjosari, Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Secara Astronomis bangunan terletak pada titik koordinat $-7.23358, 110.42775$, yang berdiri diatas tanah Seluas 13.500 m^2 sesuai versi Badan Pertanahan Nasional dengan memiliki Batas – Batas Geografis sebagai berikut:

- Batas Utara = Tanah Kosong
- Batas Timur = Tanah Kosong
- Batas Selatan = Jalan Kartini
- Batas Barat = Tanah Kosong

Sebagaimana dilampirkan dalam gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Lokasi PT. Suka Sari Mitra Mandiri

Sumber: Google Earth, 2024

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Umum

Suatu Proses Asesmen dan Perbaikan perlu dilakukan apabila suatu struktur mengalami beberapa penurunan kekuatan struktur. Salah satunya ditandai dengan adanya kerusakan berupa retak pada Komponen Struktural maupun Non Struktural. (Imran, dkk., 2009)

Menurut Munaf (2003) dalam Winarsih (2010), menyebutkan guna mengembalikan kinerja Struktur dan memperpanjang umur masa layan suatu Struktur Bangunan yang telah mengalami degradasi akibat kondisi kerusakan pada sebagian besar Komponen Strukturnya, maka diperlukan langkah-langkah penanggulangan. Penanggulangan ini untuk mengatasi seluruh permasalahan yang ada termasuk perkuatan (*strengthening*) untuk meningkatkan kapasitas Penampang jika memang dipersyaratkan.

Pemilihan material perbaikan dan/atau perkuatan pada Struktur Beton adalah penting dan kompleks. Hal ini harus memenuhi persyaratan yang ditentukan Pemilik/Pengguna dan harus memperhatikan kondisi lingkungan serta kemudahan Metode Pelaksanaan. Tergantung kepada ukuran, lokasi serta kondisi, pertimbangan pemilihan material perbaikan dicirikan antara lain oleh beberapa faktor yaitu: material perbaikan sesuai/cocok dengan lapisan dasar material lama, mutu sama atau lebih dari material lama, kecukupan nilai Kekuatan Lekat dengan lapisan dasar material lama, biaya yang efektif.

Bahan perbaikan yang digunakan sebagai perbaikan yang bersifat struktur atau non-struktur dibagi dalam dua kelompok yaitu: Material Semen (*Cement-Based*) dan Material Polimer (*Polymer-Based*). Bilamana suatu Struktur Beton setelah dilakukan re-analisis menunjukkan bahwa Kekuatan Nominal Struktur atau Elemen tidak cukup, dapat dilakukan improvisasi dengan berbagai teknik/variasi perkuatan. Perkuatan merupakan suatu cara perbaikan sehingga dapat meningkatkan kemampuan kapasitas/kinerja Penampang untuk dapat memikul beban seperti yang direncanakan. Berbagai teknik/metoda perkuatan yang lazim dilakukan adalah:

- a. Dengan memperbesar Penampang dan menambah tulangan,
- b. Dengan memberikan pelapisan Lembaran *Metalic* Atau *Non-Metalic*),
- c. Dengan kombinasi keduanya.

Beberapa tindakan yang dihasilkan dari evaluasi terhadap kapasitas/kinerja Penampang dapat berupa Tidak Melakukan Tindakan Apapun, Melakukan Perkuatan Struktur, Melakukan Pembongkaran. Apabila ditentukan Tindakan Perkuatan, maka evaluasi yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan Metode Dan Material Perkuatan. Metode Perkuatan yang umum dilakukan adalah memperpendek Bentang Struktur, Memperbesar Dimensi, Menambah Pelat Baja, Melakukan *External Prestressing*. (Winarsih, 2010 dalam Hartono, 2003)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Landasan Teori Keamanan Struktur

Landasan Teori Keamanan Struktur didasarkan pada standar SNI 1729-2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Gedung Dan Struktur Lain sebagai berikut:

a. Kolom

Pada bagian Kolom ada beberapa hal yang ditinjau sebagai dasar untuk menyatakan keamanan Kolom yaitu terkait tentang:

1. Kelangsingan Profil

Mengacu kepada table B4.1a pada pasal B4.2 untuk melakukan pengecekan kelangsingan Penampang badan dan sayap.

Tabel 2. 1 Tabel Rasio Kelangsingan Badan

Kasus	Deskripsi elemen	Rasio tebal-terhadap-lebar	Batasan rasio tebal-terhadap-lebar	Contoh
5	badan dari profil I simetris ganda dan kanal	b/t	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	 

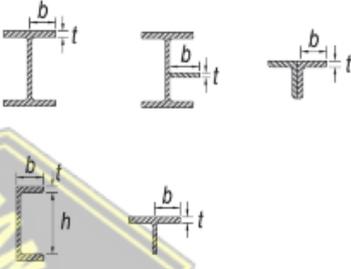
Pada tabel di jelaskan bahawa badan suatu profil dinyatakan langsing apabila hasil dari lebar perbandingan Tinggi Profil dengan Tebal Profil pada badan lebih dari Batasan Rasio begitu juga sebaliknya bilamana

perbandingan antara Tinggi Profil dengan Tebal Badan kurang dari Batasan Ratio maka dinyatakan tidak langsing

- a. $b/t \leq 1.49 \sqrt{E/F_y}$ dinyatakan Penampang Tidak Langsing
- b. $b/t \geq 1.49 \sqrt{E/F_y}$ dinyatakan Penampang Langsing

Kemudian untuk pengecekan kelangsingan pada sayap mengacu pada tabel berikut:

Tabel 2. 2 Syarat Kelangsingan Sayap

Kasus	Deskripsi elemen	Rasio tebal-terhadap-lebar	Batasan rasio tebal-terhadap-lebar	Contoh
1	Sayap dari Profil I canal panas, pelat yang diproyeksikan dari profil I canal panas; kaki berdiri bebas dari sepasang siku disambung dengan kontak menerus, sayap dari kanal, dan sayap dari T	b/t	$0.56 \sqrt{E/F_y}$	

Pada tabel di jelaskan bahawa sayap suatu profil dinyatakan langsing apabila hasil dari lebar perbandingan Lebar Profil dengan Tebal Profil pada badan lebih dari Batasan Rasio begitu juga sebaliknya bilamana perbandingan antara Lebar Profil dengan Tebal Badan kurang dari Batasan Ratio maka dinyatakan tidak langsing

- a. $b/t \leq 0.56 \sqrt{E/F_y}$ dinyatakan Penampang Tidak Langsing
- b. $b/t \geq 0.56 \sqrt{E/F_y}$ dinyatakan Penampang Langsing

2. Tegangan Kritis Tekuk Lentur

Mengacu kepada SNI 1729 - 2015 untuk melakukan pengecekan tegangan kritis lentur terdapat dua kondisi yaitu:

- a. Tekuk Inelastis, jika
 - $KL/r_{min} \leq 4.71 \sqrt{E/F_y}$
 - $F_y/F_e \leq 2.25$

Maka rumus yang digunakan untuk mencari tegangan kritis adalah F_{cr}

$$: (0.658 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

- b. Tekuk Elastis, jika
- $KL/r_{min} \leq 4.71 \sqrt{E/F_y}$
 - $F_y/F_e \leq 2.25$

Maka rumus yang digunakan untuk mencari tegangan kritis adalah F_{cr}
: $0.877 F_e$

3. Tegangan Kritis Tekuk Lentur Torsi

Mengacu kepada SNI 1729 - 2015 untuk cek tegangan kritis lentur - torsi khususnya profil simetri ganda (H atau I), menggunakan nilai F_{cr} dari tekuk lentur, tetapi F_e acuan rumusnya berbeda. Dimana F_e adalah tegangan tekuk Euler (elastis). Untuk mengetahui fenomena tekuk torsi maka nilai KL dicoba $0.5 L$, semakin kecil semakin lebih baik untuk pengamatan tekuk torsi.

4. Kuat Tekan nominal

Mencari batas Kuat Tekan Nominal memakai tegangan kritis:

$$P_n = F_{cr} A_g$$

$$P_u = \phi P_n$$

Dari hasil diatas kemudian dapat di lihat/dibandingkan dengan hasil analisa atau P_{akt} . Dengan begitu akan muncul kesimpulan :

- a) Jika $P_{u,act} \leq P_u$, maka Kolom dinyatakan aman
- b) Jika $P_{u,act} \geq P_u$, maka Kolom dinyatakan tidak aman

b. Balok

1. Pengecekan Klasifikasi Penampang

Pengecekan Klasifikasi Penampang dilakukan untuk mengetahui apakah Penampang tersebut termasuk Penampang Kompak atau Penampang Tidak Kompak pada bagian sayap dan badan.

Kemudian berlaku ketentuan :

- Badan

$$\lambda_{pf} = 0.38 (E/F_y)^{1/2}$$

$$\lambda_f = 1/2 b_f/t_f$$

$$\lambda_{rf} = 1.0 (E/F_y)^{1/2}$$

Jika, $\lambda_f < \lambda_{pf}$ = Profil Penampang Kompak

dan $\lambda_{rf} > \lambda_f > \lambda_{pf}$ = Profil Penampang Tidak Kompak

- Sayap

$$\lambda_{pw} = 3.76 (E/F_y)^{1/2}$$

$$\lambda_w = h/t_w$$

$$\lambda_w = 5.7 (E/F_y)^{1/2}$$

Jika, $\lambda_w < \lambda_{pw}$ = Profil Penampang Kompak

dan $\lambda_{rw} > \lambda_w < \lambda_{pw}$ = Profil Penampang Tidak Kompak

2. Kuat Lentur Penampang pada kondisi plastis (maksimal)

Kuat Lentur Penampang pada kondisi plastis (maksimal) dilakukan pengecekan dengan ketentuan Ratio kurang dari 1. Sehingga dapat diambil kesimpulan :

a. Jika ratio > 1 , maka Balok di katakana tidak aman

b. Jika ratio < 1 , maka Balok di katakana aman

3. Kuat Geser Nominal Profil

Kuat Geser Nominal Profil dilakukan pengecekan dengan ketentuan Ratio kurang dari 1. Sehingga dapat diambil kesimpulan :

a. Jika ratio > 1 , maka Balok di katakana tidak aman

b. Jika ratio < 1 , maka Balok di katakana aman.

c. **Pembebanan Gedung**

Peraturan pembebanan mengacu pada SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Gedung Dan Struktur Lain.

Tabel 2. 3 Pembebanan Bangunan

Hunian atau penggunaan	Merata psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Susunan tangga, rel pengamandan batang pegangan	Lihat pasal 4.5	
Helipad	60 (2,87) ^{de} tidak boleh direduksi	^{e, f, g}
Rumah sakit: Ruang operasi, laboratorium Ruang pasien Koridor diatas lantai pertama	60 (2,87) 40 (1,92) 80 (3,83)	1 000 (4,45) 1 000 (4,45) 1 000 (4,45)
Hotel (lihat rumah tinggal)		
Perpustakaan Ruang baca Ruang penyimpanan Koridor diatas lantai pertama	60 (2,87) 150 (7,18) ^{a, h} 80 (3,83)	1 000 (4,45) 1 000 (4,45) 1 000 (4,45)
Pabrik Ringan Berat	125 (6,00) ^a 250 (11,97) ^a	2 000 (8,90) 3 000 (13,40)

Pada tabel diatas dapat di sandingkan dengan fungsi bangunan eksisting apakah kegunaan atau fungsi ruang sama dengan yang di rencanakan atau tidak.

Desain beton bertulang didasarkan pada metode kekuatan batas. Kombinasi pembebanan dan faktor reduksi beban hidup didasarkan pada peraturan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, SNI 1727-2020. Disain penulangan dari seluruh elemen struktur didasarkan pada kombinasi pembebanan sebagai berikut:

- a) $U = D + L + Wall$
- b) $U = 1.2D + 1.6L + Wall$
- c) $U = D + L + Wall + Eq-x + 0.3Eq-y$
- d) $U = D + L + Wall + 0.3Eq-x + Eq-y$
- e) Pembebanan Tetap = Beban Mati + Beban Hidup
- f) Pembebanan Sementara = Beban Mati + Beban Hidup + Beban Lain

d. Syarat Defleksi Balok

Syarat lendutan mengacu pada SNI 2847_2019 - Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung pasal 9.5.3.1 sebagaimana terlihat pada tabel berikut :

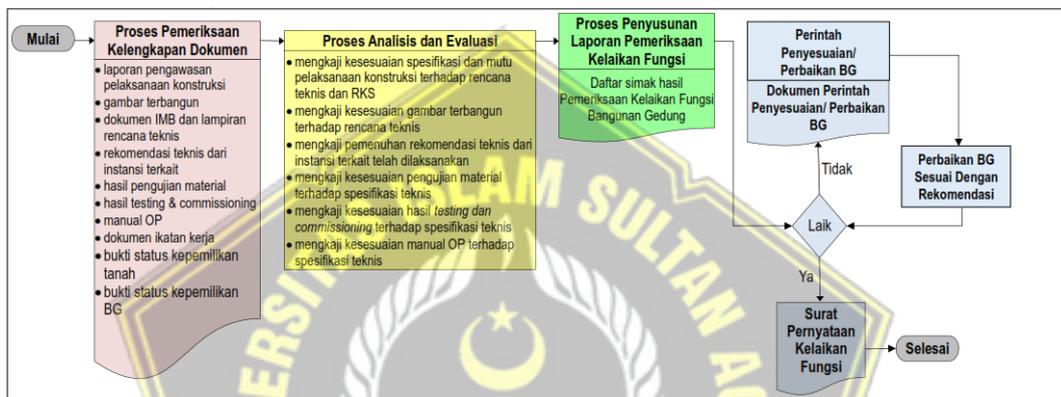
Tabel 2. 4 Syarat Lendutan Balok

Jenis Komponen Struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas Lendutan
Atap datar yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup L	L/180
Lantai yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup L	L/360

Dengan acuan tabel diatas maka akan diperiksa dengan permodelan dan kondisi eksisting apakah Balok dalam keadaan aman atau tidak.

2.2.2 Landasan Teori Kelaikan Struktur

Landasan Teori Kelaikan Struktur didasarkan pada Lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dengan alur atau metode sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Alur Metodologi Kelaikan Struktur

Pada lampiran Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung telah terdapat tabel acuan penilaian untuk melakukan kelaikan bangunan pada aspek Pondasi, Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Rangka Atap. Berikut adalah tabel acuan dari peraturan tersebut:

Tabel 2. 5 Contoh Tabel Acuan dari PerMen PUPR No 3 Tahun 2020

Sampel ke-...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	<input type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/PRT/M/2008 tentang Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung, kriteria tingkat kerusakan bangunan dapat digolongkan atas tiga tingkat kerusakan, yaitu:

a. Kerusakan Ringan

Kerusakan ringan terutama pada komponen non-struktural, seperti penutup atap, langit-langit, penutup lantai, korosi ringan pada bagian baja dan dinding pengisi.

Perawatan untuk tingkat kerusakan ringan, biayanya maksimum adalah sebesar 35% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

b. Kerusakan Sedang

Kerusakan sedang adalah kerusakan pada sebagian komponen non struktural, dan atau komponen struktural seperti struktur atap, lantai, dan lain-lain. Contoh kerusakan sedang adalah Kolom mengalami tekuk namun masih dalam batas wajar atau kurang sedikit dari syarat yang ditentukan kemudian korosi pada Kolom yang sudah menjalar ke seluruh bagian.

Perawatan untuk tingkat kerusakan sedang, biayanya maksimum adalah sebesar 45% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

c. Kerusakan Berat

Kerusakan berat adalah kerusakan pada sebagian besar komponen bangunan, baik struktural maupun struktural yang apabila setelah diperbaiki masih dapat berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya. Contoh dari kerusakan berat adalah Kolom yang mengalami gagal struktur, kemudian Balok yang melendut ekstrim

Biayanya maksimum adalah sebesar 65% dari harga satuan tertinggi pembangunan bangunan gedung baru yang berlaku, untuk tipe/klas dan lokasi yang sama.

Kategori kerusakan berdasarkan Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2006) antara lain:

a. Kerusakan Ringan Non-Struktur Suatu bangunan dikategorikan mengalami kerusakan nonstruktur apabila terjadi hal-hal sebagai berikut:

1. Retak halus (lebar celah lebih kecil dari 0,075 cm) pada plesteran
2. Serpihan plesteran berjatuhan;
3. Mencakup luas yang terbatas.

b. Kerusakan Ringan Struktur

Suatu bangunan dikategorikan mengalami kerusakan struktur tingkat ringan apabila terjadi hal- hal sebagai berikut:

1. Retak kecil (lebar celah antara 0,075 hingga 0,6 cm) pada dinding;
2. Plester berjatuhan;
3. Mencakup luas yang besar;
4. Korosi pada sedikit bagian baja
5. Kerusakan bagian-bagian nonstruktur seperti cerobong, lisplang, dsb;
6. Kemampuan struktur untuk memikul beban tidak banyak berkurang;
7. Laik fungsi/huni dengan catatan.

c. Kerusakan Struktur Tingkat Sedang

Suatu bangunan dikategorikan mengalami kerusakan struktur tingkat sedang apabila terjadi hal-hal sebagai berikut:

1. Retak besar (lebar celah lebih besar dari 0,6 cm) pada dinding;
2. Retak menyebar luas di banyak tempat, seperti pada dinding pemikul beban, Kolom; cerobong miring; dan runtuh;

3. Kemampuan struktur untuk memikul beban sudah berkurang sebagian;
 4. Laik fungsi/huni dengan catatan.
- d. Kerusakan Struktur Tingkat Berat
- Suatu bangunan dikategorikan mengalami kerusakan struktur tingkat berat apabila terjadi hal- hal sebagai berikut:
1. Dinding pemikul beban terbelah dan runtuh;
 2. Bangunan terpisah akibat kegagalan unsur-unsur pengikat;
 3. Kira-kira 50% elemen utama mengalami kerusakan;
 4. Tidak laik fungsi/huni.
- e. Kerusakan Total
- Suatu bangunan dikategorikan sebagai rusak total/roboh apabila terjadi hal-hal sebagai berikut:
1. Bangunan roboh seluruhnya (> 65%);
 2. Sebagian besar komponen utama struktur rusak;
 3. Tidak laik fungsi/ huni.



Sumber: Buku Pedoman Survey Kerusakan Bangunan, Balai Pelaksana Penyediaan Perumahan Jawa I (BP2P Jawa I)

Gambar 2. 2 Kategori Tingkat Kerusakan

Tabel 2. 6 Kriteria Kerusakan Bangunan Gedung

NO	KATEGORI KERUSAKAN	KRITERIA KERUSAKAN	URAIAN	KELAYAKAN
I	Roboh/Rusak Total/Rusak Berat	Bangunan roboh atau sebagian besar komponen structural rusak. Tingkat kerusakan antara 45% s/d 65% atau diatas 65%.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bangunan Roboh Total 2. Atap Jatuh 3. Balok, Kolom dan Pelat Lantai Patah 4. Dinding, Pintu/Jendela sebagian besar runtuh/roboh 5. Sebagian besar besar langit-langit runtuh 6. Instalasi listrik rusak total 	TIDAK LAYAK HUNI
II	Rusak Sedang	Bangunan masih berdiri, sebagian Komponen Struktural patah dan Komponen Non Struktural rusak. Tingkat kerusakan antara 30% s/d 45%.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bangunan Masih Berdiri 2. Sebagian Rangka Atap patah 3. Balok, Kolom sebagian patah 4. Sebagian kecil Dinding, Pintu/Jendela runtuh/roboh 5. Sebagian langit-langit lepas 6. Instalasi listrik rusak / terputus 	

III	Rusak Ringan	Kelas A	Bangunan masih berdiri, sebagian Komponen Non-Struktural dan Arsitektural rusak Tingkat kerusakan antara 5% s/d 30%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebagian besar penutup atap dan langit – langit lepas. 2. Retak – retak pada plesteran Kolom, Balok dan dinding tembok/dinding papan pecah/rusak. 3. Penutup lantai lepas/terkelupas. 4. Sebagian instalasi rusak. 	Tingkat kerusakan 20% < s/d 30%	LAYAK HUNI
		Kelas B		<ol style="list-style-type: none"> 1. Sebagian kecil penutup atap lepas. 2. Sebagian kecil retak – retak pada plesteran Kolom, tembok dan plesteran, serta dinding papan terlepas. 3. Sebagian plesteran terkelupas. 4. Sebagian kecil instalasi rusak. 	Tingkat kerusakan 10% s/d 20%	
		Kelas C		<ol style="list-style-type: none"> 1. Retak – retak kecil pada dinding tembok 2. Sebagian plesteran terkelupas 	Tingkat kerusakan < 10%	

				3. Sebagian kecil daun pintu/jendela dan engsel rusak.		
--	--	--	--	--	--	--

Penjelasan diatas adalah dasar acuan dalam kelaikan Struktur Bangunan sehingga dapat ditarik kesimpulan dengan dasar :

- Bangunan dapat dinilai Laik Fungsi Struktur apabila bangunan tersebut tidak terdapat kerusakan sama sekali
- Bangunan dapat dinilai Laik Fungsi Struktur dengan catatan apabila bangunan tersebut terdapat kerusakan ringan.
- Bangunan dapat dinilai Tidak Laik Fungsi Struktur apabila bangunan tersebut terdapat kerusakan berat, total dan sedang



2.2.3 Identifikasi Kerusakan pada Beton

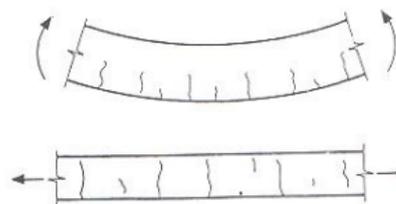
Menurut Winarsih (2010), sebelum memutuskan jenis perbaikan yang akan dilakukan pada beton yang rusak, identifikasi tipe dan penyebab kerusakan perlu diadakan terlebih dahulu. Kerusakan yang terjadi pada beton umumnya dapat dikelompokkan dalam:

1. Retak (*Cracks*)

Retak (*Cracks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit. Retak pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai hal, diantaranya adalah sebagai berikut:

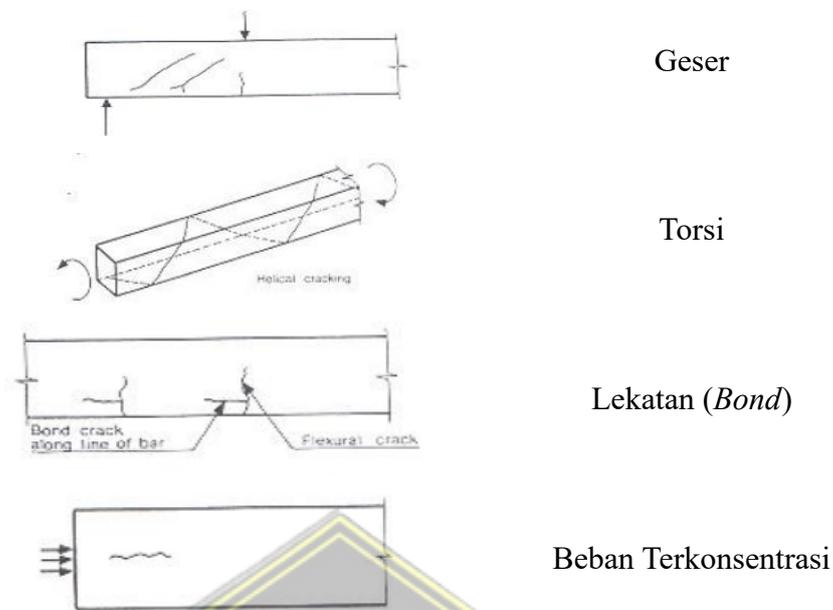
- a. Evaporasi/Penguapan air dalam campuran beton terjadi dengan cepat seperti pada keadaan cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak akibat keadaan ini disebut dengan *Plastic Cracking*. Retak yang terjadi bersifat acak dan lurus, dapat bersifat dangkal atau dalam dan biasanya terkonsentrasi pada bagian tengah elemen yang datar.
- b. Pergerakan struktur, Sambungan yang tidak baik pada pertemuan Kolom atau dinding dengan Balok atau pelat, atau tanah dasar yang tidak stabil. Retak yang terjadi biasanya dalam atau lebar, dapat terjadi secara tunggal atau dalam kelompok. Retak semacam ini sering disebut *Random Cracks*.
- c. Reaksi antara Alkali dan Agregat. Retak saling berhubungan satu sama lain, mulai terbentuk sekitar sepuluh tahun atau lebih setelah pengecoran dan selanjutnya secara progresif menjadi lebih dalam dan lebih lebar.

Retak dapat juga terjadi karena pembebanan pada struktur. Gambar 2.3 berikut ini memperlihatkan jenis-jenis retak akibat beberapa pembebanan.



Lentur Murni

Tarik Murni



Gambar 2. 3 Jenis-Jenis Retak Struktural Akibat Pembebanan

Sumber: Winarsih, 2010

2. *Voids*

Voids adalah lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton. *Voids* pada beton sendiri dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, diantaranya sebagai berikut:

- a. Pemasangan dengan *Vibrator* yang dilakukan secara tidak baik karena jarak antar bekisting atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar dari beton tidak dapat mengisi rongga-rongga di antara agregat kasar dengan baik. *Voids* yang terjadi adalah berupa lubang-lubang yang tidak teratur yang biasanya disebut sebagai *Honeycombing*.
- b. Kebocoran pada bekisting yang menyebabkan air semen atau pasta keluar. Hal ini dapat menjadi lebih parah apabila campuran mengandung terlalu banyak air, terlalu banyak pasta semen atau agregat yang bergradasi tidak baik. Keadaan seperti ini biasa disebut sebagai *Sand Streaking*.

3. *Scaling/Spalling*

Scaling/Spalling adalah kelupasan dangkal pada permukaan. Secara visual kelupasan-kelupasan tersebut diperjelas dalam Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2. 4 *Scaling*

Sumber: google.com (2024)

Scaling/Spalling ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, diantaranya:

- a. Eksposisi yang berulang-ulang terhadap pembekuan dan pencairan sehingga permukaan terkelupas. Keadaan ini biasa disebut sebagai *Scaling*.
- b. Beban lalu-lintas atau melekatnya material pada permukaan bekisting sehingga permukaan beton terlepas dalam kepingan atau bongkah kecil. Keadaan ini biasanya disebut sebagai *Spalling*.
- c. Erosi secara gradual pada permukaan beton dimana partikel-partikel sehalus debu yang dapat terdiri dari semen yang sangat halus atau agregat yang sangat halus terlepas karena adanya abrasi misalnya pada saat lantai disapu. Erosi seperti ini sering disebut sebagai *Dusting*.

4. *Deflection*

Defleksi terjadi pada Perletakan, Pondasi, Kolom, *Slab* dan Dinding yang secara visual terlihat sebagai lengkungan, lenturan atau perubahan bentuk. Defleksi terjadi karena *Overload*, pengaruh Korosi, ketidakcukupan pada konstruksi awal, Beban Gempa dan Susut. Defleksi dengan pembentukan Tegangan Internal di dalam beton, menyebabkan *Spalling* pada permukaan beton. Biasanya Defleksi dihindari dengan membatasi Lentutan yang diijinkan sampai $< L/360$.

5. Noda

Noda yang timbul pada permukaan beton mengindikasikan adanya masalah seperti Korosi atau Reaksi Kimia yang merusak. Korosi yang terjadi pada tulangan menyebabkan noda karat. Noda karena Reaksi Alkali-Agregat biasanya terlihat sebagai bercak berwarna putih berpendar. Noda karena lembab biasanya menimbulkan beragam warna.

6. Erosi

Perubahan suhu pada permukaan beton akibat cuaca atau Aksi Mekanis dapat menyebabkan hilangnya Lapisan Atas beton akibat Kembang Susut berulang kali. Penyebab lain diantaranya adalah:

- a. Disintegrasi beton pada titik-titik dimana terdapat aliran air *Turbulen* akibat pecahnya gelembung-gelembung pada air. Erosi seperti ini sering disebut sebagai *Water Cavitation*.
- b. Erosi oleh air dimana Abrasi oleh benda-benda padat yang tersuspensi dalam air terhadap permukaan beton yang mengakibatkan disintegrasi beton sepanjang alur aliran air.

7. Korosi

Tulangan yang ditempatkan terlalu dekat dengan permukaan beton atau yang terekspos karena *spalling*, erosi atau retak dapat mengalami korosi. Oksidasi pada baja terjadi karena adanya kelembaban yang memicu terjadinya karat. Lingkungan yang agresif seperti Air Laut akan semakin menambah/ memperparah kerusakan akibat korosi. Hilangnya permukaan lekat antara baja dan beton akibat korosi menyebabkan menurunnya kekuatan beton.

2.3 Penelitian Terdahulu

Penulisan Tesis ini juga mengacu pada Penelitian Terdahulu, dimana terdapat beberapa Penelitian Terdahulu yang pokok bahasannya sesuai dengan pokok bahasan yang diambil oleh Penulis

Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu

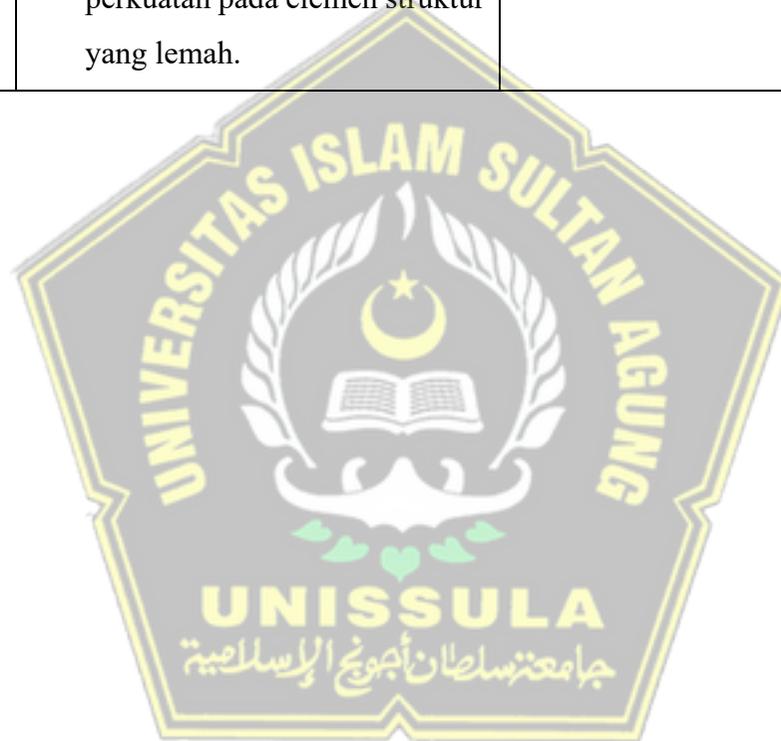
No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Tutik Winarsih/2010	Asesmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kualitas beton pada Kolom lantai 1 dan komponen struktur lolantai 2 cukup rendah 2. Struktur pada kondisi pembebanan eksisting masih dalam kondisi batas aman terhadap beban aksial dan geser 3. Kondisi pembebanan eksisting Balok struktur dinyatakan masih dalam batas aman terhadap lentur dan geser tetapi pada kondisi finishing beberapa 	Ruang lingkup penelitian yaitu asesmen bangunan gedung	<ol style="list-style-type: none"> 1) Lokasi peneliti terdahulu di Bangunan gedung UGD dan Administrasi RSUD Banyudono, Kabupaten Boyolali sedangkan Penulis mengadakan penelitian di Gedung PT. Sukasari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang 2) Pengujian lapangan peneliti terdahulu menggunakan metode hammer test sedangkan Penulis menggunakan metode hardness test

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
			Balok di lantai 2 sudah tidak aman terhadap lentur.		
2	Arief Subakti Ariyanto/2020	Analisis Jenis Kerusakan pada Bangunan Gedung Bertingkat	<p>1. Kerusakan pada bangunan gedung dapat terjadi karena Faktor Alam, Faktor Mekanis Dan Faktor Pelaksanaan.</p> <p>2. Pada bangunan Gedung Apartemen dan Hotel Candiland teridentifikasi ada 7 (tujuh) macam kerusakan yang terjadi, yaitu: kebocoran pada pelat atap, kusam dan lapuk langit-langit, retak join Kolom dan tembok, retak pada <i>frame</i> jendela dan pintu, retak random pada dinding, kerusakan setempat pada dinding, lantai retak/pecah.</p>	Ruang lingkup penelitian yaitu asesmen bangunan gedung	<p>1. Lokasi Penelitian Terdahulu di Gedung Apartemen dan Hotel Candiland Semarang sedangkan Penulis melakukan penelitian di PT Sukasari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang</p> <p>2. Tujuan Penelitian Terdahulu untuk mengetahui penyebab kerusakan bangunan sedangkan Penulis melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui keamanan struktur bangunan gedung dan mengetahui kelaikan struktur bangunan gedung</p>

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
3	Raffel Songga/2021	Asesmen Kekuatan Struktur Pelat Beton Bertulang	1. Struktur Pelat Lantai masih dikategorikan aman. Namun harus ada perbaikan mengenaikeretakan yang ada dengan cara menginjeksikan Epoksi Resin. Pada Struktur Pelat Atap harus dilakukan perbaikan segera dengan cara menambal atau melakukan <i>grouting</i> pada pelat tersebut.	Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui apakah bangunan gedung masih Laik atau mampu menahan beban yang bekerja	1. Asesmen yang dilakukan peneliti terdahulu hanya sebatas Struktur Pelat Beton sedangkan Penulis melakukan asesmen pada struktur keseluruhan gedung 2. Pengujian lapangan peneliti terdahulu menggunakan metode <i>Hammer Test</i> sedangkan Penulis menggunakan Metode <i>Hardness Test</i>
4	Masdar, Wati, Khatab, Masdar, Noviarti	Asesmen Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh	1. Jenis kerusakan yang terjadi pada Bangunan Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh yaitu adanya retak halus pada bagian dinding dan Balok, retak di bagian teras gedung bagian belakang. Retak	Ruang lingkup penelitian yaitu Asesmen Bangunan Gedung	1. Lokasi Penelitian Terdahulu di Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh sedangkan Penulis melakukan penelitian di PT Sukasari Mitra Mandiri, Kabupaten Semarang

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
			ini di sebabkan oleh penurunan tanah disekitar teras tersebut		
5	Putra, Lesmana	Analisis Kelaikan Struktur Bangunan Publik 5 Lantai Di Kota Jakarta	<p>1. Hasil observasi lapangan menunjukkan terjadinya retak pada elemen struktur seperti pada pelat dan Balok Lantai 4.</p> <p>2. Hasil Kelaikan Struktur Bangunan Publik 5 Lantai (Gedung X) berdasarkan hasil pengamatan visual (observasi), hasil uji bahan, pemodelan, analisis yang telah dilakukan menunjukkan bahwa Struktur disimpulkan tidak aman untuk menahan Gaya Gempa dimana beberapa persyaratan SNI tidak terpenuhi, sehingga Struktur Bangunan Publik 5 Lantai</p>	Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui kelaikan struktur bangunan.	1. Metode penelitian ynag digunakan Peneliti Terdahulu yaitu survey langsung dan Pengujian <i>Core Drill</i> sedangkan Peneliti menggunakan Metode Pengamatan Langsung dan Pengujian <i>Leeb Hardness Test</i>

No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
			(Gedung X) diperlukan perkuatan pada elemen struktur yang lemah.		



BAB III

METODE PENELITIAN

Tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan Pengamatan Langsung visual bangunan dan Pengujian Bangunan. Berikut beberapa tahapan yang dilakukan.



Gambar 3. 1 Kondisi Bangunan

Sumber: Dokumentasi Penulis

3.1 Pengamatan Visual Kondisi Bangunan

Pengamatan secara visual dilakukan untuk melihat kondisi eksisting secara keseluruhan untuk memperhatikan kerusakan bangunan yang bisa dilihat secara kasat mata sesuai dengan SNI.

Pengamatan dilakukan mulai dari Pondasi, Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Rangka Atap. Pengamatan ini dilakukan guna untuk menemukan jenis kerusakan seperti:

1. Retak-retak, dinding miring dan lain –lain,
2. Lantai pecah, retak bergelombang,
3. Penurunan atap dan bagian-bagian bangunan lain.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan meminta langsung ke Perusahaan teMPat dilakukannya penelitian untuk mendapatkan beberapa dokumen seperti *As Buit Drawing*, Dokumen Pembangunan, Dokumen *Soil Test*, Perhitungan Struktur, Hasil Uji Tekan Beton dan Hasil Uji Tarik Baja Tulangan.

Dengan adanya dokumen-dokumen tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk dibandingkan dengan kondisi eksisting/yang ada, selain itu bisa juga sebagai bahan masukan dalam evaluasi struktur.

3.3 Pengujian *Leeb Hardness*

untuk menentukan Nilai Kekerasan pada Struktur Baja pada Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri Peneliti melakukan pengujian dengan Metode *Hardness Test*.

untuk melakukan pengujian ini diperlukan alat-alat sebagai berikut:

1. *Portable Hardness Test* seri SW6320



Gambar 3. 2 Alat *Leeb Hardness Test*

Sumber: Google

2. Tatah Kayu



Gambar 3.3 Tatah Kayu

Sumber: Google

3. Form Pengujian



Gambar 3.4 Form Pengujian

Sumber: Google

Jika alat sudah siap langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi Bidang Uji pada elemen struktur yang akan diperiksa. Selanjutnya dilakukan pembersihan pada permukaan Bidang Uji dari pelapis pelindung permukaan atau plesteran dan meratakan permukaan Bidang Uji agar mudah dalam melakukan pengujian.

Ada beberapa tahap dalam melakukan pengujian kekerasan baja. Berikut adalah tahap-tahap yang dilakukan:

1. Konfigurasi Alat *Hardness Test* sesuai pedoman yang berlaku,
2. Melakukan kalibrasi Alat *Hardness Test* dengan menyentuhkan ujung peluncur ke permukaan titik yang akan diuji, usahakan posisi sesuai dengan arah yang dikonfigurasi,

3. Lakukan pemukulan minimal 3 kali sesuai dengan Area Bidang Uji yang sudah ditentukan dengan jarak minimal 2 mm antar pukulan,
4. Data hasil pengujian akan tersimpan di dalam alat,
5. Dibuat sketsa lokasi Titik Uji,
6. Beri tanda bahwa lokasi pengujian sudah dilakukan.

3.4 Perhitungan Analisis Struktur

Analisa Struktur dilakukan sebagai bahan evaluasi terhadap kelaikan struktur yang didasarkan pada ukuran dan kondisi eksisting yang ada. Hal ini guna untuk mendapatkan Gaya-Gaya Dalam akibat adanya pembebanan. Adapun *software* yang digunakan dalam proses perhitungan Analisa Struktur ini adalah Program Aplikasi SAP 2000 v.15.

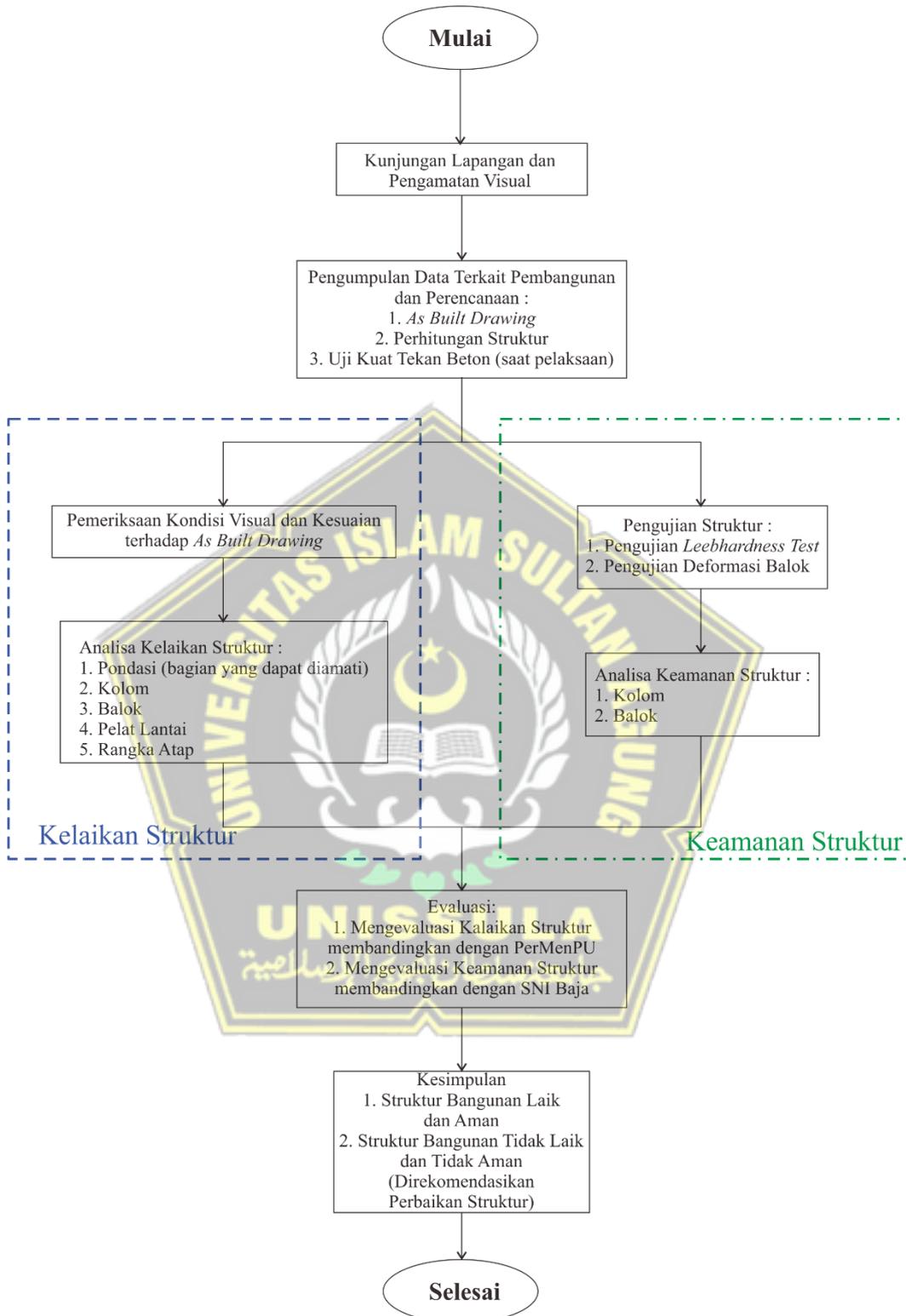
3.5 Bagan Alir Penelitian

Tahapan atau metode penelitian ini dibagi menjadi dua kegiatan yaitu mengetahui kelaikan struktur bangunan dan mengetahui keamanan bangunan. Berikut adalah penjelasan mengenai metode penelitian dan tahapannya.

1. Mulai
Tanda dimulainya penelitian dan pengumpulan berkas – berkas ke obyek yang diteliti
2. Kunjungan ke Lapangan
Melakukan kunjungan ke lapangan untuk melakukan *observasi* dilapangan
3. Melakukan *Collecting* data terkait *history* pembangunan gedung. Data – data yang dibutuhkan diantaranya:
 - a. Dokumen *As Built Drawing*
 - b. Dokumen Perhitungan Struktur
 - c. Dokumen Pengujian Struktur ketika pelaksanaan pekerjaan atau pembangunan
 - d. Dokumentasi pembangunan yang dilakukan
 - e. Dokumen *Soil Test*
 - f. Dll

4. Tahap berikutnya dibagi menjadi 2 yaitu tahap pemeriksaan Kelaikan Struktur Bangunan dan pemeriksaan keamanan bangunan. Dimulai dari pemeriksaan kelaikan bangunan dan kemudian pemeriksaan keamanan bangunan.
5. Pengamatan Visual dan pemeriksaan kesesuaian terhadap *As Buitldrawing*
Hal ini dilakukan untuk melihat bagaimana kondisi visual dari komponen – komponen struktur, kemudian juga membandingkan apakah pada kondisi eksisting sama dengan perencanaan yang sudah direncanakan
6. Analisa Kelaikan Struktur Bangunan
Analisa Kelaikan Struktur Bangunan dilakukan dengan melihat kondisi visual dan dimasukkan kedalam tabel pengamatan visual dan dianalisa tingkat kerusakannya.
7. Pengujian *Leeb Hardness* dan Deformasi Balok
Pengujian ini dilakukan guna mengetahui kekuatan bahan pada kondisi eksisting. Hasil dari pengujian ini akan digunakan untuk melakukan Analisa untuk mengetahui tingkat Keamanan Struktur.
Pengujian Deformasi Balok dilakukan guna melihat perilaku struktur yang terjadi dilapangan.
8. Analisa Keamanan Struktur
Dari hasil pengujian yang dilakukan selanjutnya dilakukan simulasi permodelan bilamana terdapat bagian yang berbeda dengan perencanaan yang dilakukan, hal ini guna melihat apakah Bangunan *Eksisting* kuat atau mampu menahan Beban Layan atau tidak.
9. Evaluasi
Evaluasi dilakukan setelah melakukan Analisa Simulasi Permodelan Struktur. Selanjutnya dilakukan persandingan dengan standar yang berlaku, sehingga akan didapat sebuah hasil dan kesimpulan,
10. Rekomendasi
Rekomendasi akan diberikan setelah dilakukan evaluasi, hal tersebut akan mengeurucut apakah bangunan tersebut laik dan handal atau tidak.

Penjelasan diatas dapat dilihat lebih jelas melalui diagram alir di bawah ini:



Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian

Sumber: Dokumen Penulis

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Sistem Struktur Bangunan Gedung

Konsep Desain *Open Frame* yaitu struktur bangunan yang terdiri dari rangka – rangka sebagai pendukung Struktur Utama Bangunan. Dinding tidak dianggap ikut mendukung struktur, dan hanya berfungsi sebagai beban dan penyekat antar ruangan.

untuk menjelaskan secara rinci Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, dianalisis berdasarkan aspek pemeriksaan gedung secara visual maupun pemeriksaan mutu bahan bangunan dengan alat. Kemudian ditinjau ke Sub Bab Struktur Bawah, Struktur Atas, Dan Struktur Pelengkap sesuai Peraturan Menteri PU No. 29 Tahun 2006 untuk laikan struktur dan dari SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural guna mengetahui keamanan struktur.

Data Struktur

1. Nama Bangunan : Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri
2. Alamat Lokasi : Jalan Kartini, Bapang, Harjosari, Bawen
3. Fungsi Bangunan : Industri / Produksi
4. Sistem Struktur : Rangka Baja

Berikut data-data teknis yang digunakan untuk menganalisa bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri (sesuai ABD):

1. Pondasi : *Pile Cap* dan *Mini Pile* (Sumber *As Built Drawing*)
 - P1 = 75 cm x 75 cm, 1 buah mini pile 25 cmx25 cm
 - P2 = 75 cm x 150 cm, 2 buah mini pile 25 cmx25 cm
2. Kolom : Baja (Sumber *As Built Drawing* dan pengukuran lapangan)
 - WF 450 200 9 14
 - WF 300 150 6,5 9
 - WF 350 175 7 11
 - H 250 250

3. Balok : Baja (Sumber *As Built Drawing* dan pengukuran lapangan)
 - WF 300 150 6,5 9
 - WF 250 125 6 9
 - UNP 150 50 3 2
4. Pelat Lantai : Bondek
5. Atap : Baja (Sumber *As Built Drawing* dan pengukuran lapangan)
 - WF 400 200 8 13
 - WF 300 150 6,5 9
 - WF 350 175 7 11

Data – data atau dokumen yang didapat dari *owner* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Dokumen Teknis Struktur

DOKUMEN TEKNIS STRUKTUR				
NO	DAFTAR SLF	Review Document		Keterangan
		Ada	Tidak Ada	
1	Gambar as built drawing struktur			
	a. Denah Pondasi	√		dok. Ada
	b. Denah Atap	√		dok. Ada
	c. Denah Kolom Balok	√		dok. Ada
	d. Detail Pondasi	√		dok. Ada
	e. Detail Kolom Balok	√		dok. Ada
	f. Detail Pelat	√		dok. Ada
2	Hasil Tes Tanah	√		dok. Ada
3	Hasil Uji Bahan dan Material			
	a. Uji Tekan Beton	√		dok. Ada
	b. Uji Tarik Baja	√		dok. Ada
	c. Uji Slump			
	d. Uji PDA			
	e. Kalendering	√		dok. Ada
4	Perhitungan Struktur	√		dok. Ada

Sumber: Dokumen PT. Suka Sari Mitra Mandiri

untuk menjelaskan secara rinci Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri, dianalisis berdasarkan Aspek Pemeriksaan Gedung tiap bloknnya Secara Visual maupun Pemeriksaan Mutu Bahan Bangunan dengan alat.

a. Landasan Hukum

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26 Tahun 2008 tentang Persyaratan Struktur Bangunan Gedung

- Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 tentang Bangunan Gedung
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25 tahun 2007 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi Bangunan Gedung
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2018 tentang Sertifikasi Laik Fungsi Bangunan Gedung
- SNI 1729-2015 - Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- SNI 1727-2020 - Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

b. Komponen Pemeriksaan

- *Visual Test*
- *Leeb Hardness Test*
- Pengujian Deformasi Balok
- Perhitungan Analisa Struktur dengan Program Aplikasi SAP 2000 v.20

4.2 Pemeriksaan Kelaikan Struktur Bangunan

4.2.1 Pondasi Yang Dapat Diamati

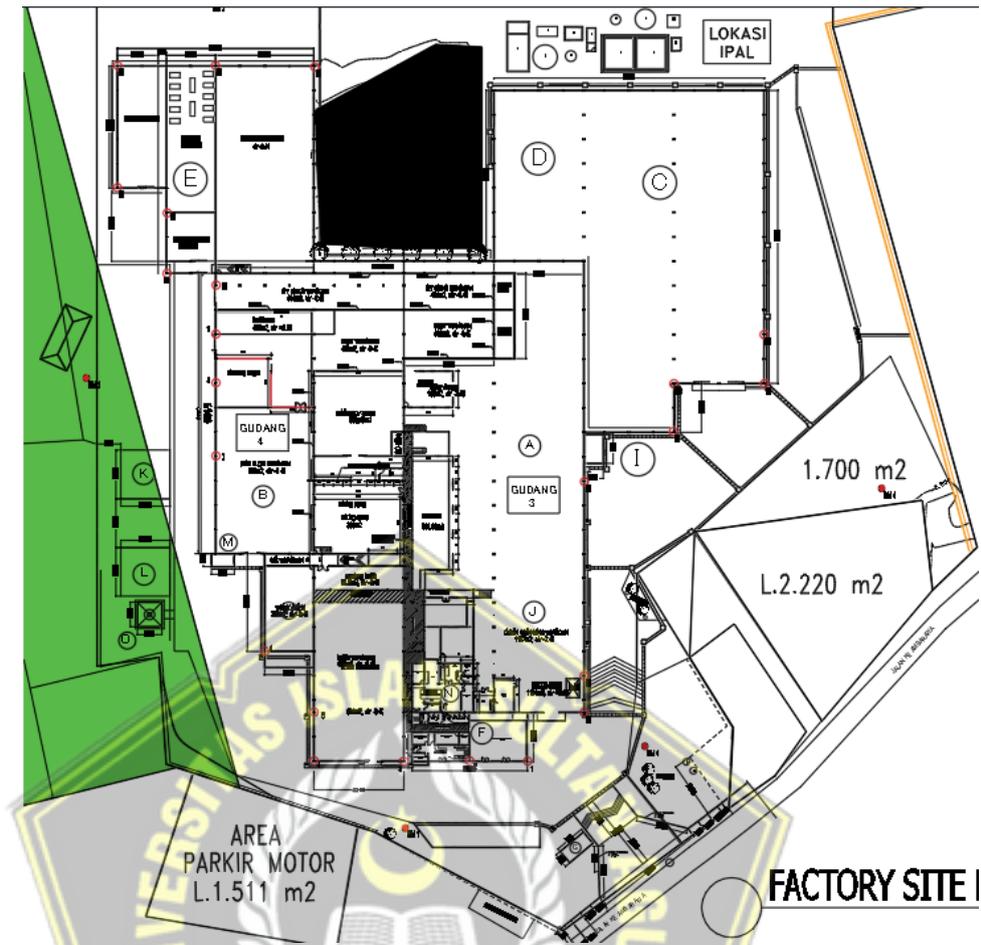
Struktur Bawah adalah bangunan Pondasi yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain yang ada di atasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap Beratnya Sendiri, Beban - Beban Bangunan (Beban Isi Bangunan), Gaya-Gaya Luar seperti: Tekanan Angin, Gempa Bumi dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan.

Struktur Bawah Bangunan terdiri dari Pondasi dan tanah pendukung Pondasi. Pondasi berfungsi untuk mendukung seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan tersebut kedalam tanah dibawahnya. Suatu sistem Pondasi harus dapat menjamin, harus mampu mendukung beban bangunan diatasnya, termasuk Gaya-Gaya Luar seperti Gaya Angin, Gempa, dll. untuk itu Pondasi harus kuat, stabil, aman, agar tidak mengalami penurunan, tidak mengalami patah, karena akan sulit untuk memperbaiki suatu Sistem Pondasi. Akibat penurunan atau patahnya Pondasi, maka akan terjadi:

1. Kerusakan pada dinding, retak-retak, miring dan lain –lain
2. Lantai pecah, retak, bergelombang
3. Penurunan atap dan bagian-bagian bangunan lain.

Oleh karena itu pengamatan atau analisa Pondasi dilakukan dengan pengujian penurunan deformasi dan pengamatan bagian bagian – bangunan yang ada diatasnya dikarenakan Pondasi tidak dapat diamati secara langsung. Berikut adalah hasilnya:

1. Pengukuran penurunan dengan meter laser.
 - a. Alat:
 - Meter Laser
 - Laser Leveling
 - b. Metode atau Cara:
 - Pertama pilih area yang jauh dari bangunan untuk meneMPatkan titik *benchmark* acuan.
 - Kemudian lakukan pengukuran tinggi alat dan tembakan pada area Kolom yang akan dilihat atau diukur deformasi/penurunannya.
 - Kunci tinggi Kolom pertama dan tinggi alat sebagai acuan untuk pengecekan Kolom – Kolom berikutnya.
 - Tembakan Laser pada Kolom yang berdekatan dan catat berapa Tinggi Posisi Tembakan Laser pada Kolom tersebut.
 - Lakukan pengukuran pada Kolom yang lainnya.
 - Setelah semua Kolom dilakukan pemeriksaan olah data dan hitung ketinggian dengan acuan tinggi alat apakah ada selisih tinggi atau tidak. Kemudian hitung juga ketinggian antara Kolom satu dengan satunya apakah ada selisih atau tidak. Jika mengalami selisih tinggi maka bangunan mengalami penurunan yang tidak bersama. Namun bilamana tidak ada selisih tinggi maka tidak mengalami penurunan atau mengalami penurunan dengan bersama.



Gambar 4. 1 Denah Pengukuran Penurunan

Sumber: Dokumen PT. Suka Sari Mitra Mandiri

Kemudian hasil pengukuran ditunjukkan dalam tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Penurunan

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN PENURUNAN BANGUNAN GEDUNG PT SUKASARI MITRA MANDIRI				
NO	TITIK ACUAN	TITIK YANG DI TINJAU	PENURUNAN (cm)	LOKASI
1	BM1	1	0	
		2	0	
		3	0	
		4	0	
		5	0	
		6	0	
2	Acuan 2	7	0	
		8	0	
		9	0	

		10	0	
		11	0	
		12	0	
		13	0	
3	Acuan 3	14	0	
		15	0	
		16	0	
4	Acuan 4	17	0	
		18	0	
		19	0	
		20	0	
5	Acuan 5	21	0	
		22	0	
		23	0	

Sumber: Analisis Penulis

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa Bangunan tidak mengalami deformasi penurunan yang ekstrim.

2. Pengukuran penurunan ketinggian Portal dengan Meter Laser

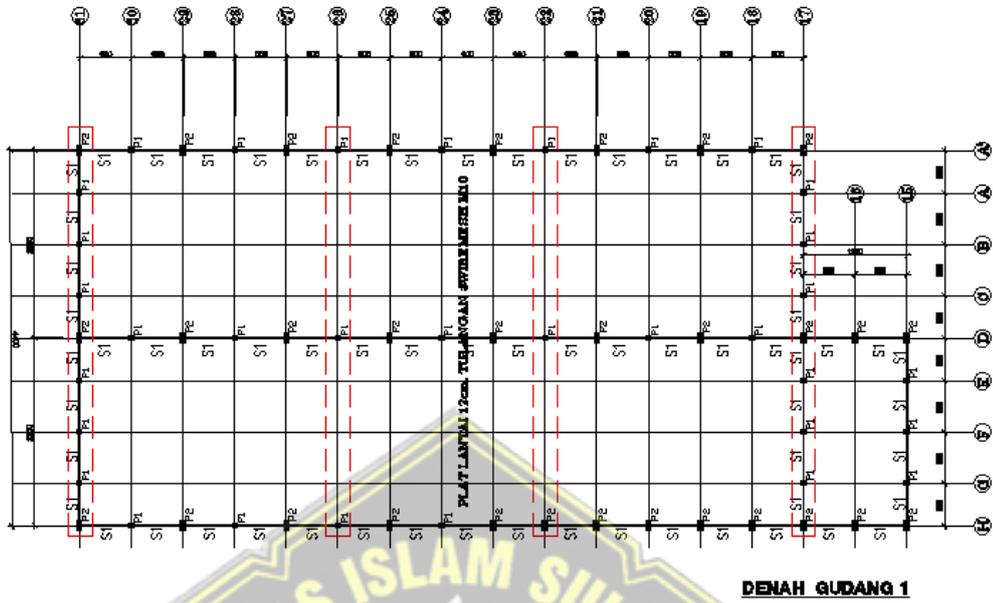
a. Alat:

- Meter Laser

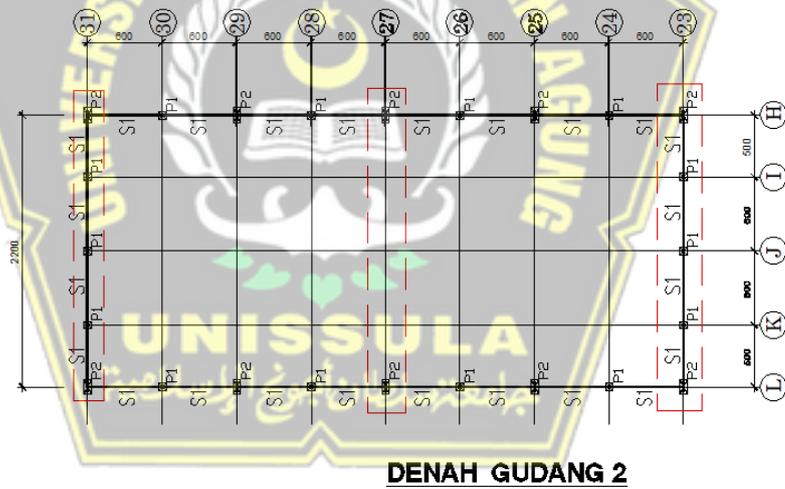
b. Metode atau Cara:

- Pertama, tentukan Portal yang akan diamati. Pilih Portal yang mewakili tiap – tiap bagian dimana pada pengukuran kali ini dilakukan pada Portal Pertama, Portal Terakhir dan Dua Portal pada tengah bentang. Hal tersebut dilakukan karena Portal – Portal tersebut dalam keadaan yang berbeda dan mampu merepresentatifkan keadaan bangunan.
- Kemudian ukur ketinggian Portal tersebut dari lantai
- Setelah itu ukur ketinggian Portal pada as yang sama tersebut dari lantai juga
- Catat hasil dari pengukuran tersebut. Hasil harus sama tinggi, jika tidak maka terjadi penurunan pada salah satu bagian.

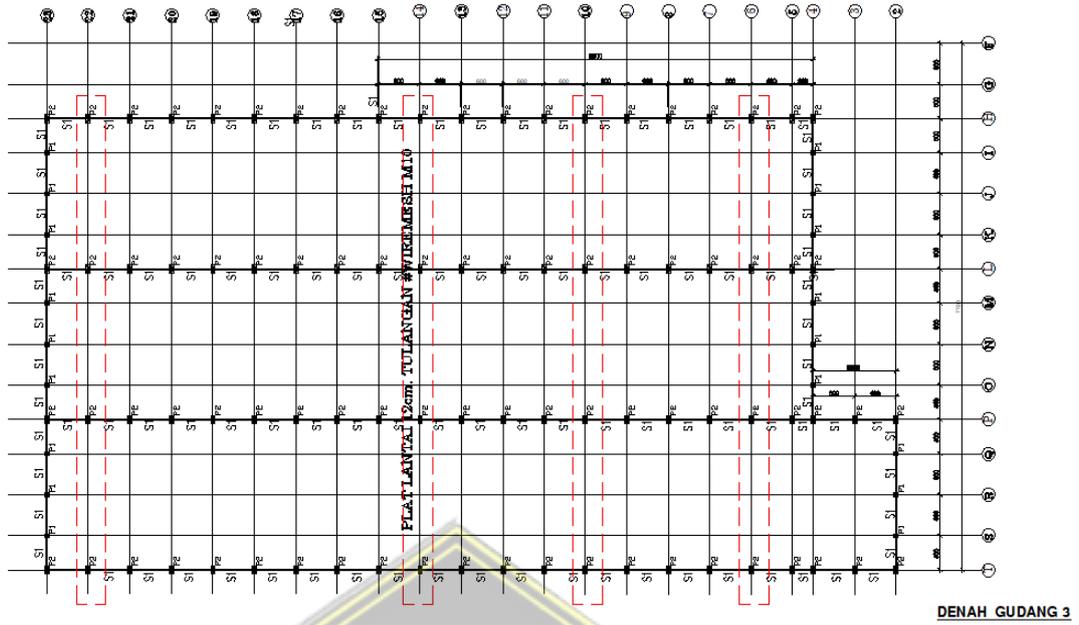
Berikut adalah hasil dari pengukuran ketinggian pada Portal yang ditinjau.



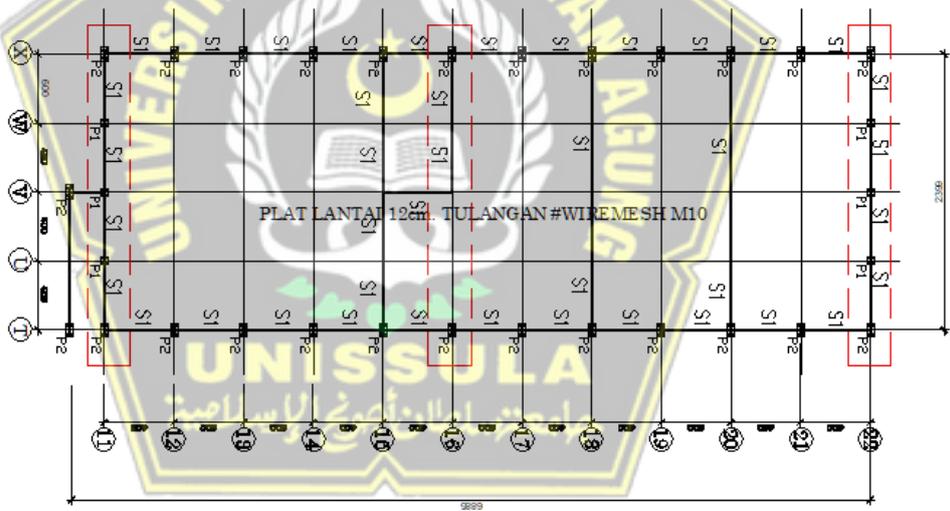
Gambar 4. 2 Denah Pengukuran Portal Segmen 1



Gambar 4. 3 Denah Pengukuran Portal Segmen 2



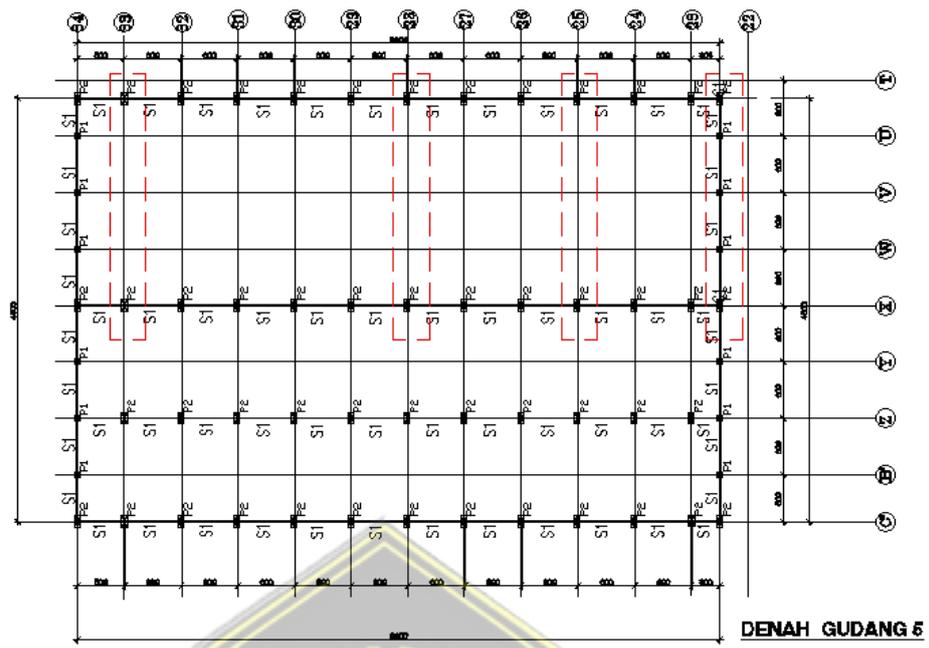
Gambar 4. 4 Denah Pengukuran Portal Segmen 3



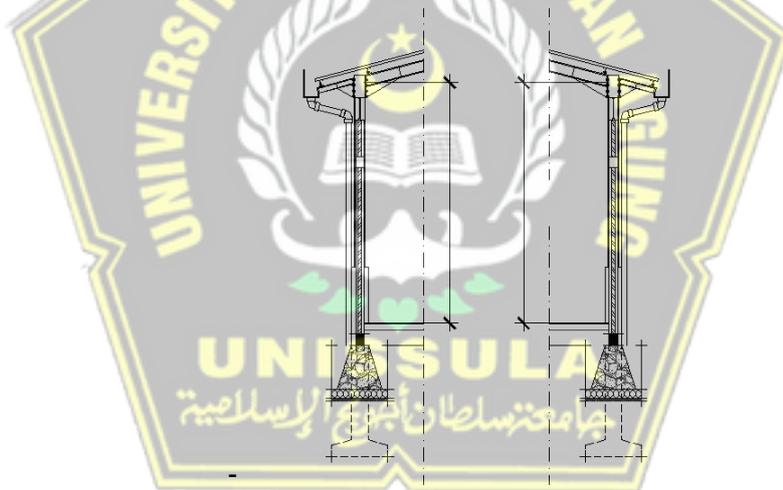
DENAH GUDANG 4

Gambar 4. 5 Denah Pengukuran Portal Segmen 4

Sumber: Dokumen As Built Drawing



Gambar 4. 6 Denah Pengukuran Portal Segmen 5



Gambar 4. 7 Ilustrasi Pengukuran Portal

Sumber: Analisis Penulis

Hasil pengukuran Penurunan Portal adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Hasil Pengujian Penurunan Bangunan

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN PENURUNAN BANGUNAN GEDUNG PT SUKASARI MITRA MANDIRI				
Gedung	Portal Yang Ditinjau	Ketinggian As Yang Ditinjau (A')	Ketinggian As Yang Ditinjau (H)	Keterangan
1	17	8.11	8.11	0
	22	8.11	8.11	0
	26	8.11	8.11	0
	31	8.11	8.11	0
Gedung	Portal yang ditinjau	Ketinggian as yang ditinjau (L)	Ketinggian as yang ditinjau (H)	Keterangan
2	23	5.19	5.19	0
	27	5.19	5.19	0
	31	5.19	5.19	0
Gedung	Portal yang ditinjau	Ketinggian as yang ditinjau (T)	Ketinggian as yang ditinjau (H)	Keterangan
3	6	9.46	9.46	0
	10	9.46	9.46	0
	14	9.46	9.46	0
	22	9.46	9.46	0
Gedung	Portal yang ditinjau	Ketinggian as yang ditinjau (X)	Ketinggian as yang ditinjau (T)	Keterangan
4	11	5.19	5.19	0
	16	5.19	5.19	0
	22	5.19	5.19	0
Gedung	Portal yang ditinjau	Ketinggian as yang ditinjau (T)	Ketinggian as yang ditinjau (H)	Keterangan
5	22	7.55	7.55	0
	25	7.55	7.55	0
	28	7.55	7.55	0
	33	7.55	7.55	0

Sumber: Dokumen Pengukuran

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa bangunan tidak mengalami deformasi/penurunan yang ekstrim. Selisih antara Portal A' dan H' adalah 0 sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua Portal tersebut dalam keadaan seimbang dan tidak miring sebagian, hasil pengukuran di atas didukung dengan data – data dari hasil pengamatan visual yang tidak terjadi kerusakan sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Matriks Pondasi yang Dapat Diamati

Sampel ke-...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
1	Gedung 1  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	Dinding pada area depan bangunan masih baik tidak terdapat kerusakan keretakan akibat penurunan Pondasi
2	Gedung 1  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	
3	Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	

Sampel ke-...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
4	Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	
5	Gedung 4  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi:	<input type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Tidak Ada	Pada bagian Kolom tidak mengalami kerusakan. tanah sekitar Kolom juga tidak mengalami kerusakan

Sumber: Dokumen Penulis

Hasil pengamatan kondisi visual dalam keadaan baik pada Pondasi, hal tersebut dapat dilihat dari Prilaku Struktur atau bagian di atasnya dimana tidak ada yang mengalami kerusakan akibat penurunan Pondasi. Hasil dari pengamatan diantara lain adalah:

a. Dinding

Dinding dalam keadaan baik, terlihat tidak terlihat adanya retakan diagonal atau vertikal keatas yang menandakan adanya kerusakan pada Pondasi.

b. Kolom Pedestal

Kolom Pedestal dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan atau retak yang mengindikasikan penurunan pondasi, bagian sekitar Kolom Pedestal juga tidak terjadi Penurunan Pondasi.

Ditinjau dari persandingan perencanaan dan pelaksanaan dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 5 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Pondasi

LAPORAN KONTROL KUALITAS PEMBANGUNAN PT SUKASARI MITRA MANDIRI								
No	Item Yang Ditinjau	Aspek Yang Ditinjau	Perencanaan	Sumber Dikumen	Pelaksanaan	Sumber Dokumen	Dokumen	Keterangan
1	Pondasi	Mutu Beton	K-450	Perhitungan Struktur	K-500 kg/cm ²	Gambar As Built	Terlampir	<i>Memuhi</i>
		Dimensi	mini pile 25 cm x 25 cm	Perhitungan Struktur	Mini Pile 25 cm x 25cm	Gambar As Built dan Dokumentasi pelaksanaan	Terlampir	<i>Memuhi</i>

Sumber: Dokumen PT. Suka Sari Mitra Mandiri

Dari hasil persandingan tabel 4.5 disimpulkan pelaksanaan Struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan. Tidak ada perbedaan baik itu Dimensi Pondasi, Penulangan dan Mutu Beton.

Dokumentasi pelaksanaan Pondasi:



Gambar 4. 8 Dokumentasi Pelaksanaan Pondasi

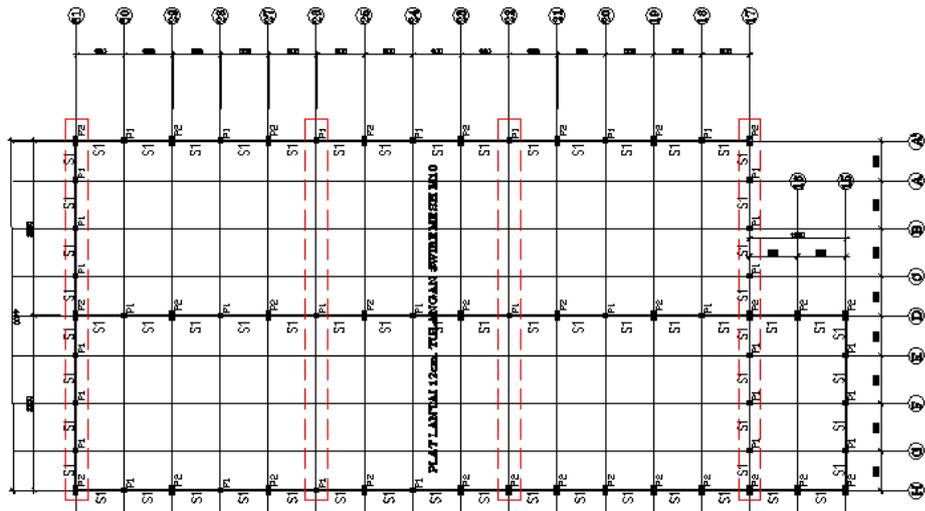
Sumber: Dokumentasi Penulis

Dari hasil analisa kondisi visual dan didukung oleh pengujian penurunan yang dilakukan pada Pondasi dalam keadaan baik dan tidak ada kerusakan Pondasi. Merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung, secara visual dalam kategori tidak terdapat kerusakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa Pondasi dalam Keadaan Laik.

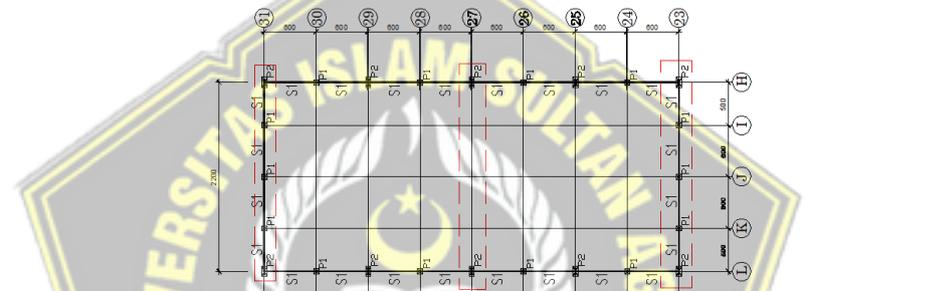
4.2.2 Kolom

Struktur Atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah. Struktur Atas ini terdiri atas Kolom, Pelat Lantai, Balok, Dinding Geser dan Tangga yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Pada bangunan ini diambil Struktur Pokok Utamanya pada sistem rangka Kolom, Balok, dan pelat Lantai.

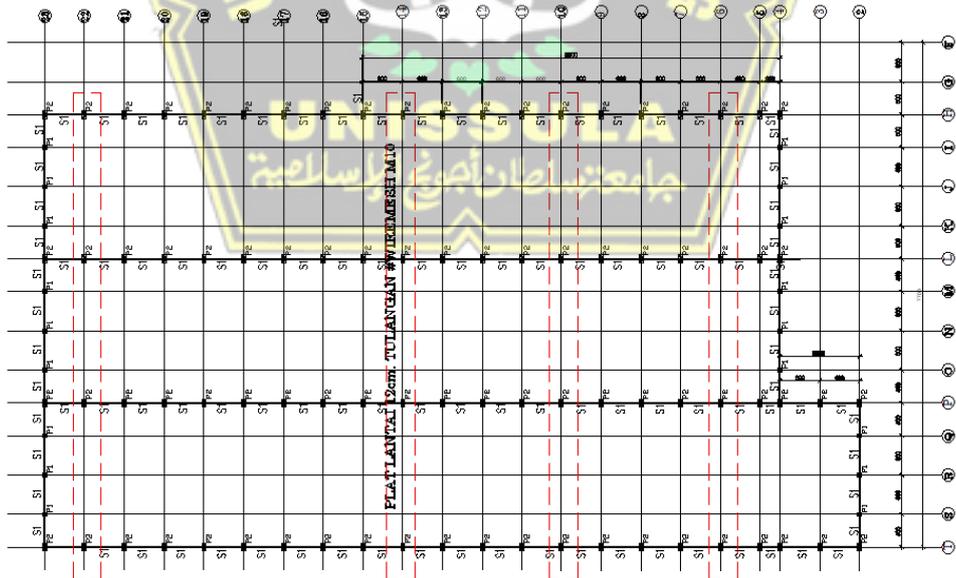
Hasil dari analisa visual pada Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri dilakukan pada beberapa sampel Kolom pada bagian – bagian yang berbeda – beda yang mampu merepresentasikan keadaan bangunan. Diantaranya pada tengah bentang Kolom yang berstruktur 2 lantai. Hal tersebut dilakukan karena bagian tengah adalah pusat dari beban yang bekerja. Kemudian pada tepi depan dan belakang bangunan hal tersebut karena terdapat bantuan atau perilaku yang berbeda karena terdapat dinding yang mengapit. Kemudian pada tengah dan tepi Kolom pada Portal bagian tengah, hal itu dilakukan karena pada bangunan satu lantai pada bagian tengah juga berpusat sebagai poros. Berikut adalah hasilnya:



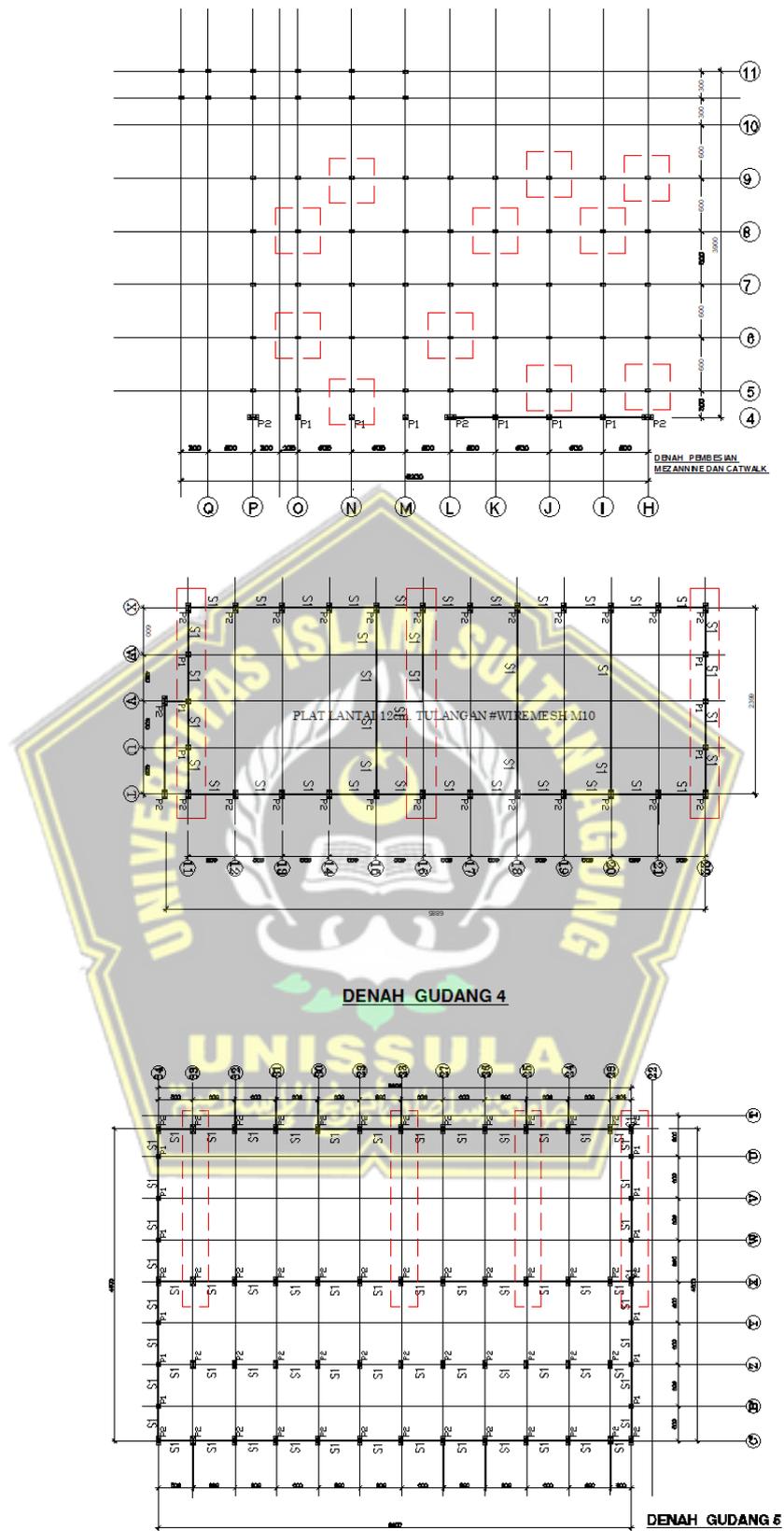
DENAH GUDANG 1



DENAH GUDANG 2



DENAH GUDANG 3



Gambar 4. 9 Denah Pengamatan Visual Kolom

Sumber: Analisis Penulis

Tabel 4.5 Matriks Kolom

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
1	Hasil : Portal D – 22, Gedung 1  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 450 200	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> Hardness adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik
2	Hasil : Portal D – 26, Gedung 1  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 450 200	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> Hardness adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
3	<p>Hasil : Portal H – 27, Gedung 2</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 450 200</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik</p>
4	<p>Hasil: Portal H – 23, Gedung 2</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 450 200</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
5	Hasil : Portal H – 31, Gedung 2  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 450 200	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik
6	Hasil : Portal L – 14, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
7	<p>Hasil : Portal T – 14, Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik</p>
8	<p>Hasil : Portal H – 10, Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
9	Hasil : Portal T – 10, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom, kemudian Sambungan Kolom dengan Pedestal dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik
10	Hasil : Portal L – 10, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
11	Hasil : Portal H – 23, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Pada Kolom Portal yang ditinjau, kondisi Kolom dalam keadaan baik, terlihat pada bagian Badan Kolom Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik
12	Hasil : Portal J – 9, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Sambungan Kolom dengan Balok pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan kencang
13	Hasil : Portal J – 9, Gedung 3	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Badan Kolom yang di tinjau dan Sambungan antara Kolom

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat				dengan Pedestal dalam keadaan baik dan kencang
14	Hasil : Portal O – 8, Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Sambungan Dari antara Kolom dengan Pedestal dalam keadaan baik dan kencang
15	Hasil : Portal O – 8, Gedung 3	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Sambungan Kolom dengan Balok pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat				dan kencang
16	<p>Hasil : Portal L – 7, Gedung 3</p>  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Balok dan Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
17	<p>Hasil : Portal O – 8, Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Balok dan Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>
18	<p>Hasil : Portal N – 4, Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Balok dan Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
19	<p>Hasil : Portal T – 22, Gedung 4</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, dan Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>
20	<p>Hasil : Portal X – 22, Gedung 4</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
21	Hasil : Portal X – 16, Gedung 4  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 300 150	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom dalam keadaan baik, Sambungan Kolom dengan Pedestal dalam keadaan kencang
22	Hasil : Portal T – 16, Gedung 4  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 300 150	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
23	Hasil : Portal X – 16, Gedung 4  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 300 150	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang, Badan Kolom juga dalam keadaan baik
24	Hasil : Portal X – 22, Gedung 5  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal
25	Hasil : Portal X – 22, Gedung 5	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah	Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat			541 MPa	dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda
26	Hasil : Portal V – 34, Gedung 5  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: 541 MPa Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah	Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal, dan Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda.
27	Hasil : Portal T – 28, Gedung 5	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: 541 MPa Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i>	Kolom pada bagian yang ditinjau dalam

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>			<p>Hardness adalah 541 MPa</p>	<p>keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal</p>
28	<p>Hasil : Portal U – 34, Gedung 5</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p> Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> Hardness adalah 541 MPa </p>	<p> Kolom pada bagian yang ditinjau dalam keadaan baik dan tidak terjadi kerusakan pada bagian Badan Kolom, Sambungan Kolom dengan Pedestal </p>
29	<p>Hasil : Portal P' – 1', Gedung Kantor</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p> Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> Hardness adalah </p>	<p> Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover </p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat			541 MPa	oleh cor beton
30	Hasil : Portal K' – 1', Gedung Kantor  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: 541 MPa Hasil pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah	Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover oleh cor beton

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
31	<p>Hasil : Portal N^o – 1a^o, Gedung Kantor</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Darikeadaan baik, pengujian <i>Leeb</i> kondisi Kolom <i>Hardness</i> adalahbaja ter cover 541 MPa</p>	<p>Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover oleh cor beton</p>
32	<p>Hasil : Portal O^o – 3^o, Gedung Kantor</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Darikeadaan baik, pengujian <i>Leeb</i> kondisi Kolom <i>Hardness</i> adalahbaja ter cover 541 MPa</p>	<p>Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover oleh cor beton</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
33	Hasil : Portal N' – 1', Gedung Kantor  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Darikeadaan baik, pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover oleh cor beton
34	Hasil : Portal L' – 1', Gedung Kantor  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: H 250 250	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Darikeadaan baik, pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter cover oleh cor beton

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
35	Hasil : Portal L' – 3', Gedung Kantor  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: H 250 250	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kolom dalam keadaan baik, kondisi Kolom baja ter <i>cover</i> oleh cor beton

Sumber: Analisis Penulis

Hasil pengamatan kondisi visual Kolom dalam keadaan baik, hal tersebut dapat dilihat dari perilaku struktur Kolom tersebut baik pada posisi Sambungan Kolom dengan Pedestal, Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dan Badan Kolom. Hasil dari pengamatan antara lain adalah:

a. Sambungan Kolom dengan Pedestal

Sambungan Kolom dengan Pedestal dalam keadaan baik dan kencang, terlihat Baut juga kencang dan komplit kemudian juga tidak terdapat korosi pada bagian Sambungan dan Baut.

b. Badan Kolom

Badan Kolom pada bangunan dalam keadaan baik, tidak terdapat korosi karena bangunan masih baru. Kemudian dilihat dan dilakukan pengukuran terhadap dimensi Kolom dan hasilnya sama atau sesuai dengan perencanaan yang ada. Dilihat juga kelurusan Kolom apakah terjadi perubahan geometri Kolom atau kelurusan Kolom.

c. Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda

Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang, terlihat Baut juga kencang dan komplit kemudian juga tidak terdapat korosi pada bagian Sambungan dan Baut.

Dilakukan analisa tinjauan dari persandingan perencanaan dan pelaksanaan dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Kolom

Laporan Kontrol Kualitas Pembangunan PT Sukasari Mitra Mandiri								
No	Item Yang Di tinjau	Aspek Yang Ditinjau	Perencanaan	Sumber Dokumen	Pelaksanaan	Sumber Dokumen	Dokumen	Keterangan
1	Kolom	Mutu Beton	K-250	Perhitungan Struktur	K-250	Hasil Uji Tekan Beton	Terlampir	Memenuhi
		Mutu Baja	Tegangan listrik batas (<i>Ultimate Tensile Strength</i>) 400-500 MPa	Perhitungan Struktur	541 MPa	Hasil Uji <i>Leeb Hardness</i>	Terlampir	Memenuhi
		Profil	WF 450 200 9 14	1. Gambar perencanaan	WF 450 200 9 14	1. Pengukuran Lapangan	Terlampir	Memenuhi
			WF 300 150 6,5 9		WF 300 150 6,5 9			
WF 350 175 7 11	2. Perhitungan Struktur	WF 350 175 7 11	2. Gambar <i>As Built</i>					
H 250 250		H 250 250						

Sumber: Analisis Penulis



Gambar 4. 10 Dokumentasi Pelaksanaan Kolom

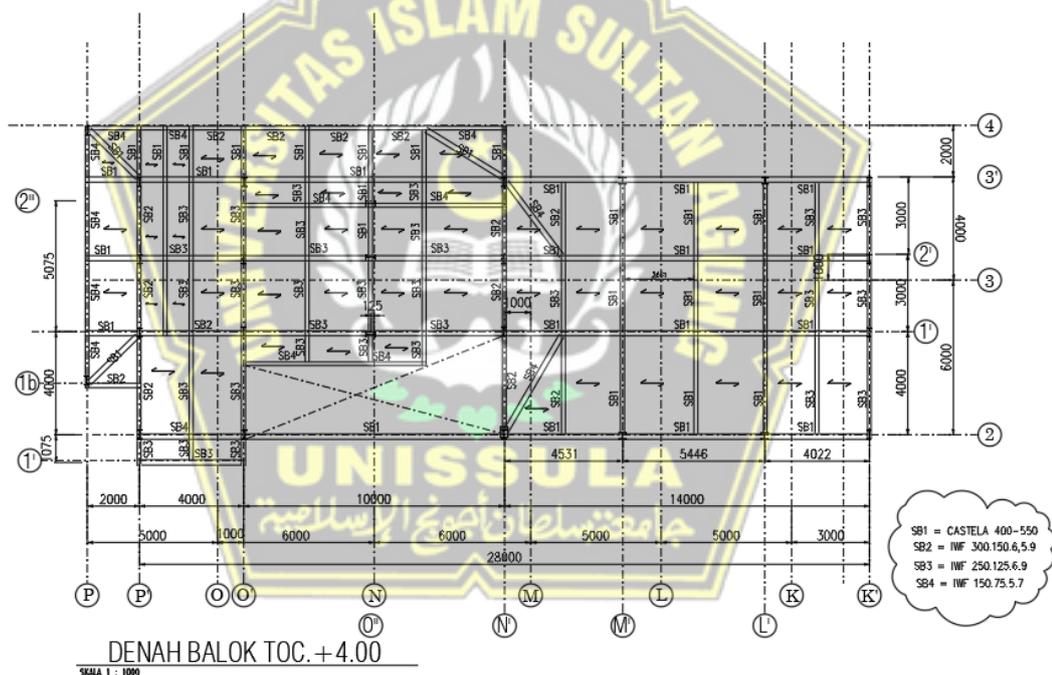
Sumber: Dokumentasi Penulis

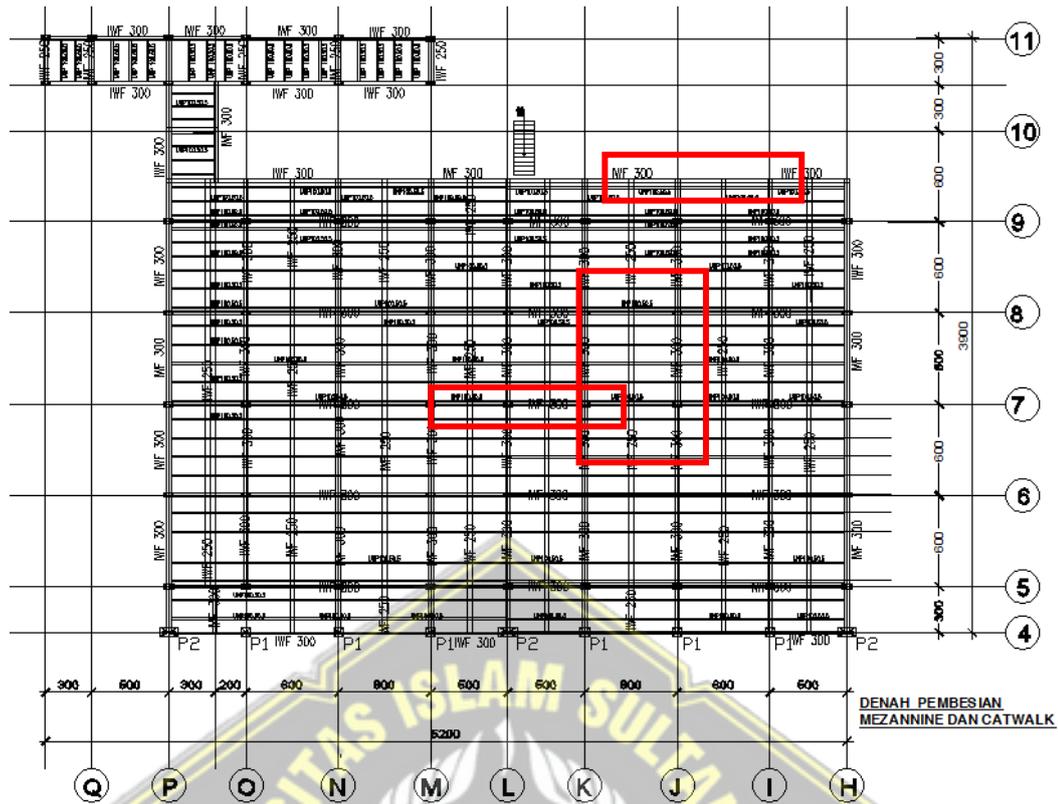
Dari hasil persandingan disimpulkan pelaksanaan struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan. Kemudian ditinjau dari dokumentasi pelaksanaan bangunan juga sama dengan perencanaan dan metode pengerjaan sesuai.

Dari hasil Analisa Kondisi Visual dan hasil Analisa Kesesuaian Terhadap Perencanaan dan Pelaksaaan Kolom dalam keadaan baik, tidak terlihat adanya kerusakan pada Kolom. Merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dapat disimpulkan bahwa Kolom dalam keadaan laik. Hal tersebut didasari karena pada bagian Kolom tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.

4.2.3 Balok

Hasil dari analisa visual pada Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri adalah sebagai berikut ini:





Gambar 4. 11 Denah Balok Lantai 2

Sumber: Analisis Penulis

Tabel 4. 7 Matriks Balok Mezzanine

Sampel ke-...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
1	Hasil : Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 300 150	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari yang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
2	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>
3	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>
4	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
5	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>
6	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>
7	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dariyang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
8	Hasil : Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 300 150	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari yang di tinjau pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Pada Balok Sambungan dan Badan Balok dalam keadaan baik.

Sumber: Analisis Penulis

Hasil pengamatan kondisi visual Balok dalam keadaan baik, hal tersebut dapat dilihat dari perilaku Struktur Balok tersebut, baik pada posisi Sambungan Balok dengan Kolom dan Sambungan Balok dengan Balok. Kemudian juga dilihat kondisi Badan Balok. Hasil dari pengamatan tersebut antara lain adalah:

a. Sambungan Balok dengan Kolom

Sambungan Balok dengan Kolom dalam keadaan baik dan kencang, terlihat Baut juga kencang dan komplit kemudian juga tidak terdapat korosi pada bagian Sambungan dan Baut.

b. Badan Balok

Badan Balok pada bangunan dalam keadaan baik, tidak terdapat korosi karena bangunan masih baru. Kemudian dilihat dan dilakukan pengukuran terhadap dimensi Balok dan hasilnya sama atau sesuai dengan perencanaan yang ada. Dilihat juga deformasi Balok apakah terjadi lendutan atau tidak.

c. Sambungan Balok dengan Balok

Sambungan Balok dengan Balok dalam keadaan baik dan kencang, terlihat Baut juga kencang dan komplit kemudian juga tidak terdapat korosi pada bagian Sambungan dan Baut.

Kemudian ditinjau dari persandingan perencanaan dan pelaksanaan dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 4. 8 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Balok

LAPORAN KONTROL KUALITAS PEMBANGUNAN PT SUKASARI MITRA								
MANDIRI								
No	Item Yang Di tinjau	Aspek Yang Di tinjau	Perencanaan	Sumber Dokumen	Pelaksanaan	Sumber Dokumen	Dokumen	Keterangan
1	Balok	Mutu Beton	K-250	Perhitungan Struktur	K-250	Hasil uji tekan beton	Terlampir	<i>Memuhi</i>
		Mutu Baja	Tegangan Tarik Batas (<i>Ultimate Tensile Strength</i>) 400-500 MPa	Perhitungan Struktur	541 MPa	Hasil uji <i>Leeb Hardness</i>	Terlampir	<i>Memuhi</i>
		Dimensi	WF 300 150 6,5 9	1. Gambar Perencanaan	WF 300 150 6,5 9	1. Pengukuran Lapangan	Terlampir	<i>Memuhi</i>
			WF.250.1 25.6.9	2. Perhitungan Struktur	WF.250. 125.6.9	2. Gambar <i>As Built</i>		
		UNP.100. 50.5		UNP.100 .50.5				

Sumber: Analisis Penulis

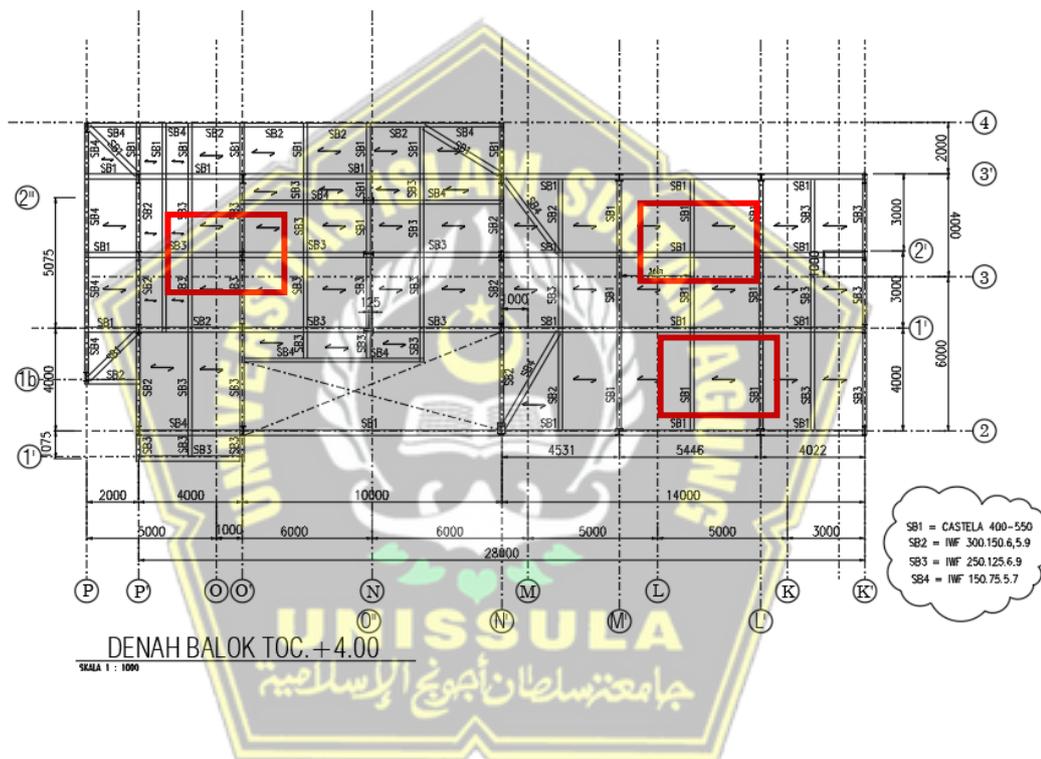
Dari hasil persandingan disimpulkan pelaksanaan struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan.

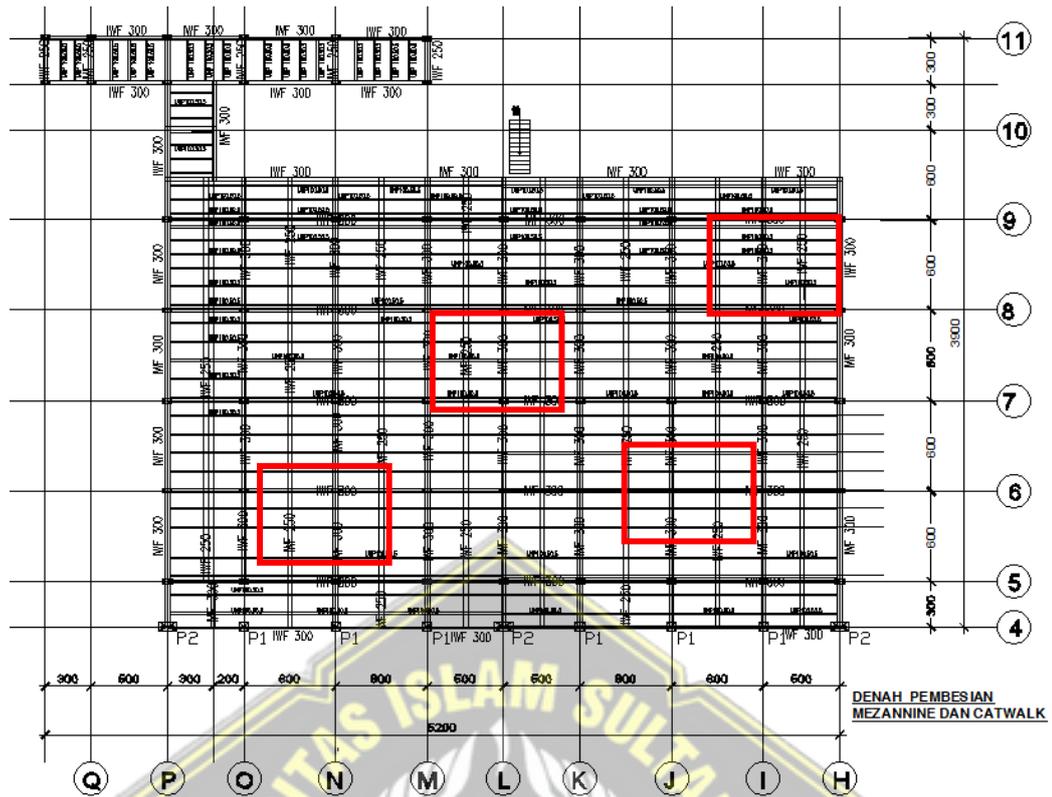
Dari hasil analisa kondisi visual dan persandingan pelaksanaan dengan perencanaan Balok Bangunan PT. Suka Sari Mitra Mandiri dalam keadaan baik tidak terjadi korosi dan dalam kondisi prima. Maka merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan

atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dapat disimpulkan bahwa Balok dalam keadaan laik. Hal tersebut didasari karena pada bagian Balok tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.

4.2.4 Pelat Lantai

Hasil dari Analisa Visual pada Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri sebagai berikut ini:





Gambar 4. 12 Denah Pelat Lantai Lantai 2

Sumber: Analisis Penulis

Tabel 4. 9 Matriks Pelat Lantai 2

Sampel ke-...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
1	<p>Hasil : Ruang gedung 3</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	Dimensi:	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil:	Pelat Lantai dalam keadaan baik, terlihat pada lantai yang di tinjau dalam keadaan baik dan tidak ditemukan kerusakan pada lantai

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
2	<p>Hasil: Ruang gedung</p> <p>3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	Dimensi:	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil:	Pelat Lantai dalam keadaan baik, terlihat pada lantai yang di tinjau dalam keadaan baik dan tidak ditemukan kerusakan pada lantai
3	<p>Hasil: Ruang gedung</p> <p>3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	Dimensi:	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil:	Pelat Lantai dalam keadaan baik, terlihat pada lantai yang di tinjau dalam keadaan baik dan tidak ditemukan kerusakan pada lantai
4	<p>Hasil: Ruang gedung</p> <p>3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan</p>	Dimensi:	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil:	Pelat Lantai dalam keadaan baik, terlihat pada lantai yang di tinjau dalam keadaan baik dan tidak ditemukan kerusakan pada

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	<input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat				lantai

Sumber: Analisis Penulis

Hasil pengamatan kondisi Visual Pelat Lantai dalam keadaan baik, hal tersebut dapat dilihat dari perilaku struktur Pelat Lantai tersebut baik pada posisi tengah bentang, pada posisi tepi dan posisi lapangan dan tumpuan. Hasil dari pengamatan diantara lain adalah:

- a. Pengamatan pada posisi lapangan
 Pada posisi lapangan atau tengah bentang Pelat Lantai dalam kondisi baik dan tidak terjadi retakan pada permukaan. Kemudian lendutan yang ekstrim akibat pembebanan juga tidak terlihat melewati batas syarat yang ditentukan.
- b. Pengamatan pada posisi tumpuan
 Pada posisi tumpuan atau tepi Pelat Lantai dalam kondisi baik dan tidak terjadi retakan pada permukaan. Kemudian lendutan yang ekstrim akibat pembebanan juga tidak terlihat melewati batas syarat yang ditentukan.

Ditinjau dari persandingan perencanaan dan pelaksanaan dengan hasil sebagai berikut tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Pelat Lantai

LAPORAN KONTROL KUALITAS PEMBANGUNAN PT SUKASARI MITRA MANDIRI								
No	Item Yang Ditinjau	Aspek Yang Ditinjau	Perencanaan	Sumber Dokumen	Pelaksanaan	Sumber Dokumen	Dokumen	Keterangan
1	Pelat Lantai	Mutu Beton	K-250	Perhitungan Struktur	K-250	Hasil Uji Tekan Beton	Terlampir	<i>Memuhi</i>

	Mutu Baja	>D10=f y 4000 kg/cm2	Perhitu- ngan Struktur	>D10=f fy 4000 kg/cm2	Perhitu- ngan Struktur	Terlam- pir	<i>Meme- nuhi</i>
		<D12=f y 2400 kg.cm2		<D12=f y 2400 kg/cm2			
	Dimen- si	T=120 mm	Perhitu- ngan Struktur	T=120 mm	1. Gambar <i>As Built</i>	Terlam- pir	<i>Meme- nuhi</i>
Tula- ngan	Wiremes h M.10	1. Gambar Perenca- naan	Wireme sh M.10	1. Gambar <i>As Built</i>	Terlam- pir	<i>Meme- nuhi</i>	

Sumber: Analisis Penulis

Dari hasil persandingan disimpulkan pelaksanaan struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan.



Gambar 4. 13 Dokumentasi Pelaksanaan Pelat Lantai

Sumber: Dokumentasi Penulis

Dari hasil persandingan disimpulkan pelaksanaan struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan.

Hasil Analisa Pelat Lantai secara visual dan persandingan perencanaan dan pelaksanaan terlihat bahwa kondisi dalam keadaan baik dan prima. Pelat Lantai tidak terdapat kerusakan struktur. Merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan

Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dapat disimpulkan bahwa Pelat Lantai dalam keadaan laik. Hal tersebut didasari karena pada bagian Pelat Lantai tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.

4.2.5 Rangka Atap

Struktur Pelengkap ialah struktur utama yang menyangga langsung dari pembebanan sebelum disalurkan ke Struktur Kolom. Sehingga perlu adanya peninjauan Secara Visual dengan kondisi sebagai berikut.

Tabel 4. 11 Matriks Rangka Atap

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
1	<p>Hasil: Gedung 1 dan 2</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 450 200</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan Kuda – Kuda dengan Kolom dan Sambungan kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
2	<p>Hasil : Gedung 1 dan 2</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 450 200</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p> Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa </p>	<p> Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan dan Sambungan kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang. </p>
3	<p>Hasil : Gedung 1 dan 2</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 450 200</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p> Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa </p>	<p> Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik. </p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
4	Hasil : Gedung 1 dan 2  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 450 200	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.
5	Hasil : Gedung 1 dan 2  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 450 200	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.
6	Hasil : Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
7	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.</p>
8	<p>Hasil : Gedung 3</p>  <p><input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.</p>
9	<p>Hasil : Gedung 3</p>	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat				
10	Hasil : Gedung 3  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.
11	Hasil : Gedung 3	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb</i> <i>Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik.

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>				
12	<p>Hasil : Gedung 4</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan dan Sambungan kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang.</p>
13	<p>Hasil : Gedung 4</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...</p>	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i></p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>			<p>adalah 541 MPa</p>	<p>dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan dan Sambungan kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang.</p>
14	<p>Hasil : Gedung 4</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat </p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p>Hasil: Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan Kuda – Kuda dan Kolom dalam keadaan baik dan kencang.</p>
15	<p>Hasil: Gedung 4</p>	<p>Dimensi: WF 300 150</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ... </p>	<p>Hasil: Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan</p>

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat			MPa	baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan Kuda – Kuda dan Kolom dalam keadaan baik dan kencang.
16	Hasil: Gedung 5  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan buhul dalam keadaan baik dan kencang.
17	Hasil : Gedung 5	Dimensi: WF 350 175	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	Hasil: Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa	Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat

Sampel ke- ...	Pengamatan Visual terhadap Kerusakan	Pengukuran	Pemeriksaan Kesesuaian Kondisi Faktual dengan Rencana Teknis dan Gambar Terbangun	Penggunaan Peralatan Non-Destruktif	Keterangan
	 <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat				<p>pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan buhul dalam keadaan baik dan kencang.</p>
18	<p>Hasil : Gedung 5</p>  <input checked="" type="checkbox"/> Tidak Rusak <input type="checkbox"/> Rusak Ringan <input type="checkbox"/> Rusak Sedang <input type="checkbox"/> Rusak Berat	<p>Dimensi: WF 350 175</p>	<input checked="" type="checkbox"/> Sesuai <input type="checkbox"/> Tidak Sesuai, yaitu ...	<p>Hasil: Hasil Dari pengujian <i>Leeb Hardness</i> adalah 541 MPa</p>	<p>Kondisi Rangka Atap pada bagian yang di tinjau dalam keadaan baik, terlihat pada bagian badan Kuda – Kuda, Sambungan buhul dalam keadaan baik dan kencang.</p>

Sumber: Analisis Penulis

Hasil pengamatan kondisi visual Kuda – Kuda dan Rangka Atap dalam keadaan baik, hal tersebut dapat dilihat dari perilaku struktur Kolom tersebut baik pada posisi Sambungan – Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda, badan Kuda – Kuda

dan Rangka Atap lainnya seperti Gording dan aksesorisnya. Hasil dari pengamatan antara lain adalah:

a. Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda

Sambungan Kolom dengan Kuda – Kuda dalam keadaan baik dan kencang, terlihat Baut juga kencang dan komplit kemudian juga tidak terdapat korosi pada Bagian Sambungan dan Baut.

b. Badan Kuda - Kuda

Badan Kuda – Kuda pada bangunan dalam keadaan baik, tidak terdapat korosi karena bangunan masih baru. Kemudian dilihat dan dilakukan pengukuran terhadap dimensi Kuda – Kuda dan hasilnya sama atau sesuai dengan perencanaan yang ada. Dilihat juga kelurusan Kuda – Kuda apakah terjadi perubahan geometri Kolom atau kelurusan Kolom.

c. Rangka Atap (Gording dan aksesorisnya)

Gording dalam keadaan baik tidak mengalami lendut dan melengkung, kemudian Jarum Gording juga terpasang, Kait Angin juga tersedia dan dalam keadaan baik. Penutup Atap juga dalam keadaan baik dan tidak terjadi korosi atau bolong.

Ditinjau dari persandingan perencanaan dan pelaksanaan dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Persandingan Perencanaan dan Pelaksanaan Rangka Atap

LAPORAN KONTROL KUALITAS PEMBANGUNAN PT SUKASARI MITRA MANDIRI								
No	Item Yang Ditinjau	Aspek Yang Ditinjau	Perencanaan	Sumber Dokumen	Pelaksanaan	Sumber Dokumen	Dokumen	Keterangan
1	Rangka Atap	Mutu Beton	K-250	Perhitungan Struktur	K-250	Hasil Uji Tekan Beton	Terlampir	Memuhi
		Mutu Baja	Tegangan tarik batas (ultimate)	Perhitungan Struktur	541 MPa	Hasil Uji <i>Leeb Hardness</i>	Terlampir	Memuhi

			tensile strength) 400-500 MPa					
Profil	WF.400.200.9.14	1. Gambar Perencanaan	WF.400.200.9.14	WF.400.200.9.14	1. Pengukuran Lapangan	Terlampir	Memenuhi	
	WF 300 150 6,5 9		WF 300 150 6,5 9					
	WF 350 175 7 11	2. Perhitungan Struktur	WF 350 175 7 11	2. Gambar As Built				
	UNP.150.65.20.2,5		UNP.150.65.20.2,5					

Sumber: Analisis Penulis



Gambar 4. 14 Dokumentasi Pelaksanaan Rangka Atap

Sumber: Dokumentasi Penulis

Dari hasil persandingan disimpulkan pelaksanaan struktur sama dengan perencanaan yang dilakukan.

Dari hasil Analisa Kondisi Visual dan persandingan pelaksanaan dengan perencanaan terlihat kondisi Rangka Atap dalam keadaan baik dan prima. Maka merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dapat disimpulkan bahwa Rangka Atap dalam keadaan laik. Hal tersebut didasari karena pada bagian Rangka Atap tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.

4.2.6 Evaluasi Kelaikan Struktur Bangunan

Dari hasil pemeriksaan kondisi visual, pengukuran dilapangan, persandingan dengan dokumen perencanaan, dilakukan proses evaluasi pada bangunan untuk setiap aspek yang ditinjau. Berikut adalah hasil evaluasi dari analisa yang sudah dilakukan dan berdasarkan ketentuan dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung. Pada peraturan tersebut dasar acuan dalam evaluasi Kelaikan Struktur Bangunan adalah sebagai berikut:

1. Bangunan dapat dinilai Laik Fungsi Struktur apabila bangunan tersebut tidak terdapat kerusakan sama sekali.
2. Bangunan dapat dinilai Laik Fungsi Struktur dengan catatan apabila bangunan tersebut terdapat kerusakan ringan dan sedang.
3. Bangunan dapat dinilai tidak Laik Fungsi Struktur apabila bangunan tersebut terdapat kerusakan berat:

Berikut adalah hasil dari Evaluasi Kelaikan Struktur Bangunan PT Sukasari Mitra Mandiri :

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Evaluasi Kelaikan Struktur

No.	Aspek Tinjauan	Kesimpulan	Hasil Evaluasi	Rekomendasi
1.	Pondasi	Pada pengamatan Pondasi hasil dari survey melalui pengamatan visual dan pengukuran penurunan yang dilakukan. Pondasi dalam keadaan baik tidak terjadi kerusakan struktur baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.	Laik	Dilakukan pembuatan titik BM (<i>Bench Mark</i>) untuk sarana pemeriksaan berkala penurunan bangunan yang terjadi.
2	Kolom	Kolom dalam keadaan baik tidak terdapat adanya kerusakan struktur yang disebabkan karena beban yang over atau lainnya. Kolom bangunan tidak ada kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat	Laik	Dilakukan pemeriksaan berkala bulanan. Dengan membuat Form Pemeriksaan kerusakan.
3	Balok	Balok dalam keadaan baik tidak ditemukan adanya kerusakan struktur. Seluruh Balok dalam keadaan tidak ada kerusakan.	Laik	Dilakukan pemeriksaan berkala bulanan. Dengan membuat Form Pemeriksaan kerusakan.

No.	Aspek Tinjauan	Kesimpulan	Hasil Evaluasi	Rekomendasi
4	Pelat Lantai	Kondisi dari Pelat Lantai masih baik. Penggunaan lantai mezzanine sesuai dengan rencana. Sehingga tidak terjadi ketidaksesuaian fungsi penggunaan mezzanine. Pelat Lantai dalam keadaan baik dan tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat	Laik	Dilakukan pemeriksaan berkala bulanan. Dengan membuat Form Pemeriksaan kerusakan.
5	Rangka Atap	Rangka atap dalam keadaan baik dan kokoh. Tidak terdapat kerusakan struktur. Sambungan kencang dan Baut komplit. Tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat	Laik	Dilakukan pemeriksaan berkala bulanan. Dengan membuat Form Pemeriksaan kerusakan.

Sumber: Dokumen Penulis

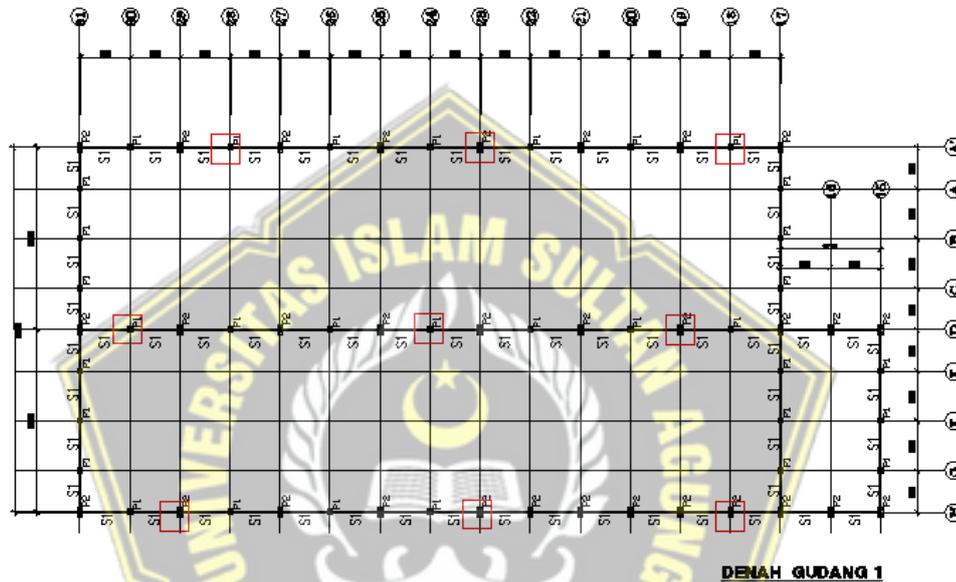
4.3 Pemeriksaan Keamanan Struktur Bangunan

Pemeriksaan Keamana Struktur Bangunan Gedung ini dilakukan dengan menggunakan hasil dari Simulasi Permodelan yang dilakukan dengan bantuan Program SAP 2000. Kemudian dilakukan pengujian *Leebhardnees* guna mengetahui kondisi kekuatan material di lapangan, sehingga Simulasi Permodelan yang dilakukan sama dengan kondisi di lapangan. Selain itu untuk dimensi yang dimasukan dalam Simulasi Permodelan juga hasil dari pengukuran yang dilakukan pada kondisi lapangan, baik itu dimensi Kolom, Balok dan Pelat Lantai.

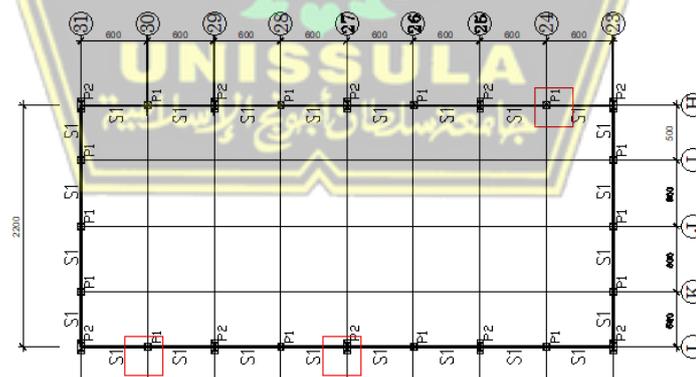
Setelah dilakukan Simulasi Permodelan maka akan dilakukan persandingan dengan standard acuan yang ada, dipenelitian ini standard acuan yang digunakan untuk melakukan Pemeriksaan Keamanan Struktur adalah SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan SNI 1727-2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Gedung dan Struktur Lain.

4.3.1. Pengujian *Leeb Hardness* Pada Struktur Baja

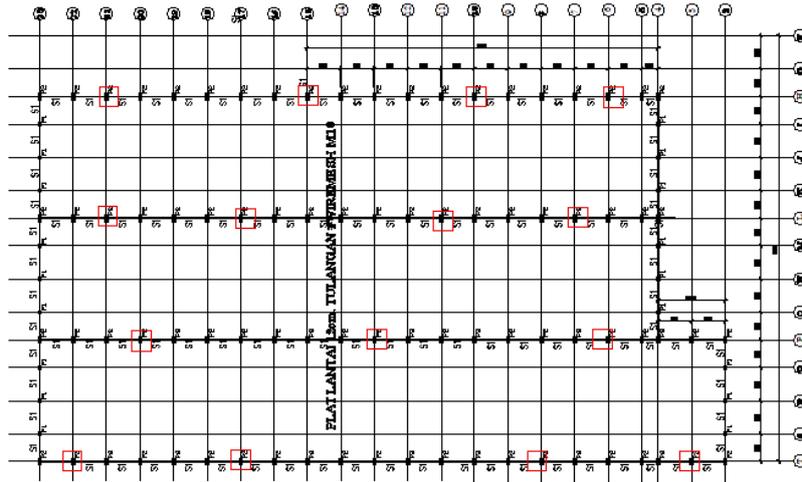
a. Denah Lokasi uji



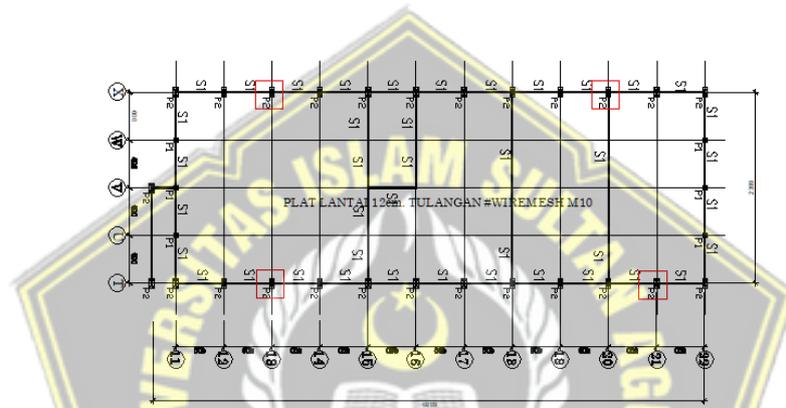
DENAH GUDANG 1



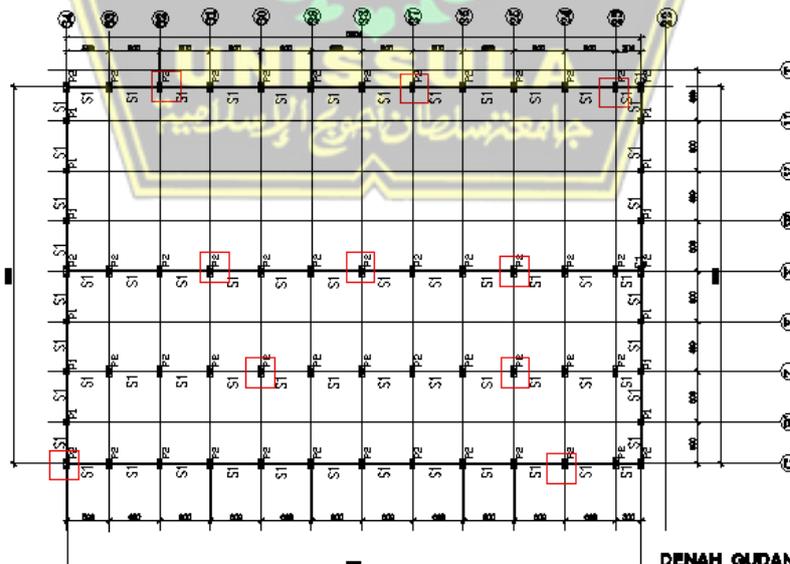
DENAH GUDANG 2



DENAH GUDANG 3



DENAH GUDANG 4



DENAH GUDANG 5

Gambar 4. 15 Titik Tinjauan Uji Leeb Hardness Kolom

Sumber: Analisis Penulis

b. Hasil *Leebhardness*

Hasil pengujian *Leeb Hardness* terlihat bahwa hasil lebih dari mutu yang direncanakan. Berikut adalah hasil dari pengujian *Leebhardness*.

Tabel 4. 14 Kesimpulan *Leeb Hardness*

AREA OF INSPECTED	IMPACT DIRECTION	ACTUAL SPOT CHECK HARDNESS (HB)				TENSILE STRENGTH (Mpa)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)
		#1	#2	#3	AVE		
Sample 1 Kolom K - 1	→	170	167	168	168	557	557
Sample 2 Kolom K - 1	→	168	168	167	168	555	555
Sample 3 Kolom K - 1	→	168	169	167	168	556	556
Sample 4 Kolom K - 1	→	165	168	168	167	553	553
Sample 5 Kolom K - 1	→	170	170	165	168	557	557
Sample 6 Kolom K - 2	→	168	168	168	168	556	556
Sample 7 Kolom K - 2	→	165	165	168	166	549	549
Sample 8 Kolom K - 2	→	171	170	167	169	561	561
Sample 9 Kolom K - 2	→	168	168	168	168	556	556

GEDUNG 1 DAN 2

AREA OF INSPECTED	IMPACT DIRECTION	ACTUAL SPOT CHECK HARDNESS (HB)				TENSILE STRENGTH (Mpa)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)
		#1	#2	#3	AVE		
Sample 1 Kolom K - 1		169	165	158	164	541	541
Sample 2 Kolom K - 1		168	165	165	166	549	549
Sample 3 Kolom K - 1		160	160	165	162	534	534
Sample 4 Kolom K - 1		168	165	167	167	552	552
Sample 5 Kolom K - 1		167	167	166	167	552	552
Sample 6 Kolom K - 1		160	160	160	160	528	528
Sample 7 Kolom K - 1		161	165	164	163	540	540
Sample 8 Kolom K - 1		160	160	160	160	528	528
Sample 9 Kolom K - 1		158	162	162	161	531	531
Sample 10 Kolom K - 2		168	168	168	168	556	556
Sample 11 Kolom K - 2		167	166	167	167	552	552
Sample 12 Kolom K - 2		166	166	166	166	549	549
Sample 13 Kolom K - 2		165	168	168	167	553	553
Sample 14 Kolom K - 2		165	165	166	165	547	547
Sample 15 Kolom K - 2		165	165	164	165	545	545

GEDUNG 3

AREA OF INSPECTED	IMPACT DIRECTION	ACTUAL SPOT CHECK HARDNESS (HB)				TENSILE STRENGTH (Mpa)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)
		#1	#2	#3	AVE		
Sample 1 Kolom K - 1	→	166	165	166	166	548	548
Sample 2 Kolom K - 1	→	167	165	167	166	550	550
Sample 3 Kolom K - 1	→	166	166	166	166	549	549
Sample 4 Kolom K - 1	→	167	167	165	166	550	550

GEDUNG 4

AREA OF INSPECTED	IMPACT DIRECTION	ACTUAL SPOT CHECK HARDNESS (HB)				TENSILE STRENGTH (Mpa)	TENSILE STRENGTH (N/mm ²)
		#1	#2	#3	AVE		
Sample 1 Kolom K - 1	→	167	166	166	166	550	550
Sample 2 Kolom K - 1	→	165	165	167	166	548	548
Sample 3 Kolom K - 1	→	168	168	166	167	554	554
Sample 4 Kolom K - 1	→	166	166	166	166	549	549
Sample 5 Kolom K - 1	→	165	168	168	167	553	553
Sample 6 Kolom K - 1	→	167	167	167	167	553	553
Sample 7 Kolom K - 1	→	166	166	166	166	549	549
Sample 8 Kolom K - 1	→	168	166	166	167	552	552
Sample 9 Kolom K - 1	→	168	165	165	166	549	549
Sample 10 Kolom K - 1	→	165	165	165	165	546	546

Sumber: Analisis Penulis

GEDUNG 5

Dapat disimpulkan bahwa dari Hasil *Leeb Hardness* didapatkan dari nilai yang terkecil yaitu **541.0 MPa**. Nilai tersebut akan dimasukkan kedalam masukan mutu material untuk melakukan Simulasi Permodelan Struktur Bangunan agar sesuai dengan mutu material di lapangan.

Berikut adalah beberapa dokumentasi pengujian *Leeb Hardness test* yang dilakukan.



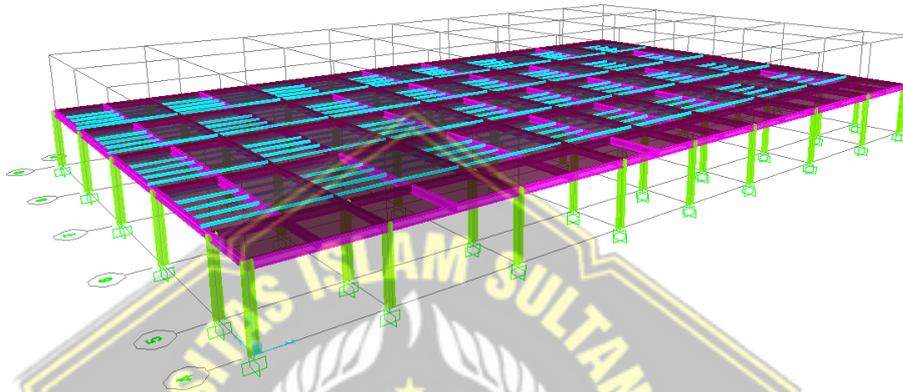
Gambar 4. 16 Dokumentasi Pengujian *Leeb Hardness Test*

Sumber: Dokumentasi Penulis

4.3.2. Simulasi Perhitungan Struktur

Dilakukan pengecekan dengan Simulasi Perhitungan Struktur menggunakan bantuan Program SAP 2000 v.20. Bagian yang di analisa adalah Bagian Kolom dan Balok pada Lantai 2 atau *Mezzanine*, Berikut adalah hasil dari Analisa Simulasi Permodelan.

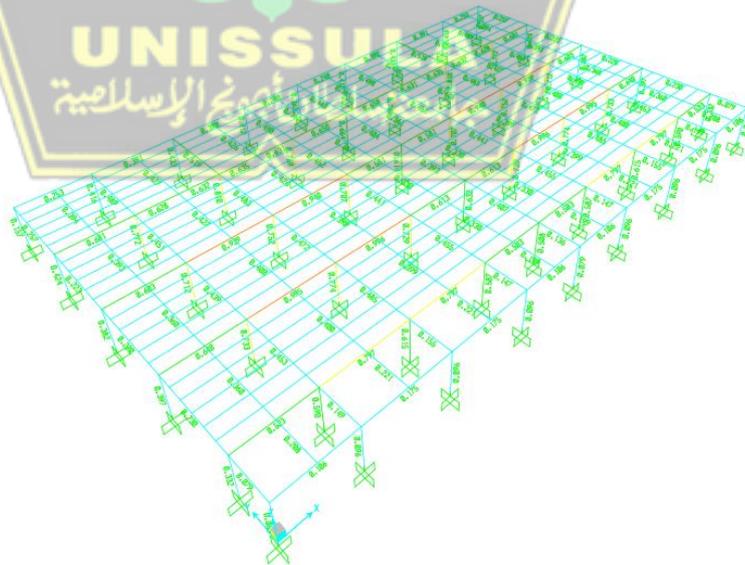
a. Permodelan



Gambar 4. 17 Simulasi Permodelan Struktur

Sumber: Analisa Penulis

b. *Ratio* Kolom dan Balok



Gambar 4. 18 *Ratio* Kolom dan Balok

Sumber: Analisa Penulis

Dari hasil Simulasi Kolom dan Balok dalam keadaan baik dan *ratio* yang terjadi kurang dari 1.

Tabel 4. 15 Ratio Kolom

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93				
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
Text	Text	Text	Text	Unitless
174	WF.350.175.7.11	Column	No Messages	0.657057
178	WF.350.175.7.11	Column	No Messages	0.657057
173	WF.350.175.7.11	Column	No Messages	0.630424
179	WF.350.175.7.11	Column	No Messages	0.630424
175	WF.350.175.7.11	Column	No Messages	0.629215

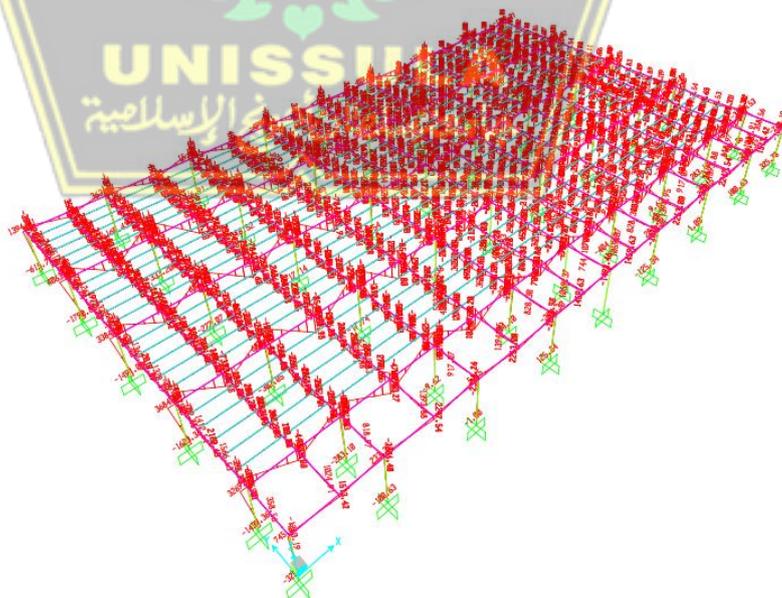
Sumber: Analisa Penulis

Tabel 4. 16 Ratio Balok

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93				
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
Text	Text	Text	Text	Unitless
80	WF.300.150.6,5,9	Beam	No Messages	0.796679
86	WF.300.150.6,5,9	Beam	No Messages	0.796677
85	WF.300.150.6,5,9	Beam	No Messages	0.796643
81	WF.300.150.6,5,9	Beam	No Messages	0.796641
55	WF.300.150.6,5,9	Beam	No Messages	0.681053

Sumber: Analisa Penulis

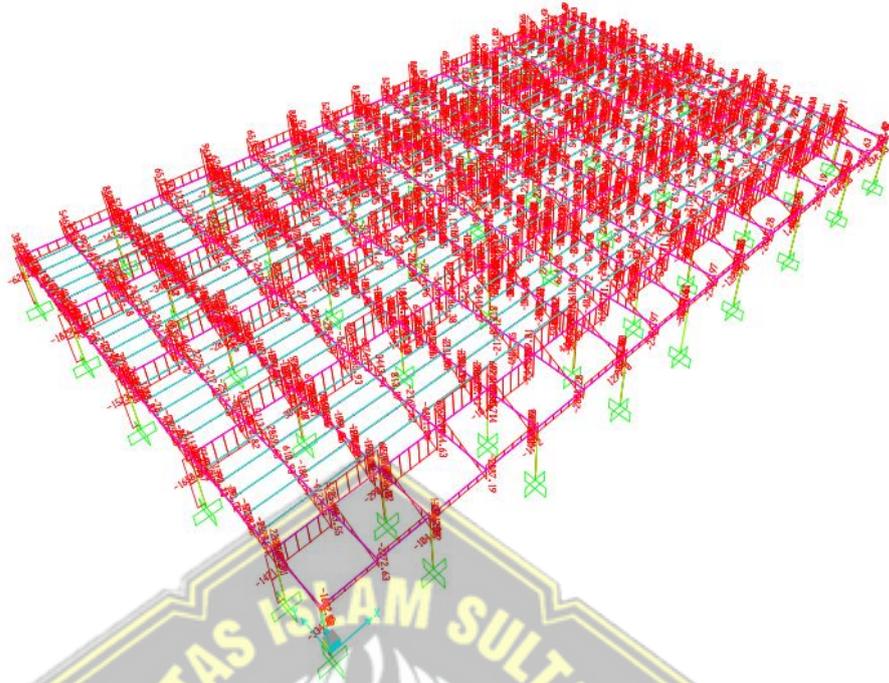
c. Gaya Momen



Gambar 4. 19 Diagram Gaya Momen

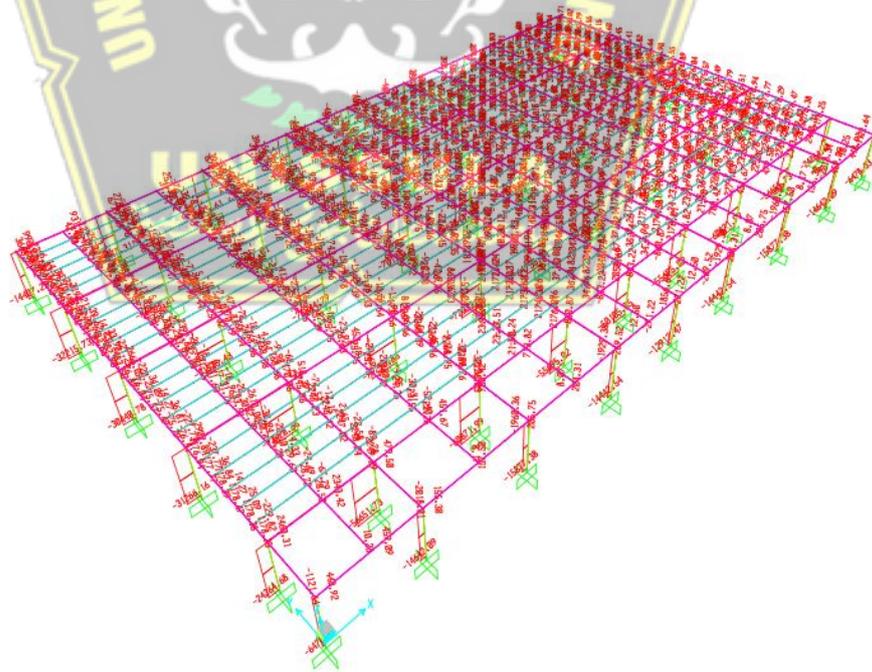
Sumber: Analisa Penulis

d. Gaya Geser



Gambar 4. 20 Diagram Gaya Geser
Sumber: Analisa Penulis

e. Gaya Axial



Gambar 4. 21 Diagram Gaya Axial
Sumber: Analisa Penulis

f. Pengecekan Kolom

Dilakukan pengecekan pada Kolom dengan memasukkan Gaya Dalam Maksimal yang didapat dari Simulasi Permodelan yang dilakukan kemudian dikontrol dengan peraturan yang berlaku yaitu SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan hasilnya sebagai berikut:

ANALISA PROFIL I KOLOM BAJA TUNGGAL

Acuan Standar : SNI 1729 - 2015 Date : 8/1/2024 13:26

Nama Project : PT SUKA SARI MITRA MANDIRI [C]2020 : Rizal Agung Prabowo

A. DATA BAHAN

Tegangan leleh baja (*yield stress*), $F_y = 240$ MPa

Modulus elastik baja (*modulus of elasticity*), $E = 200000$ MPa

Angka Poisson (*Poisson's ratio*), $u = 0.3$

Modulus geser (*shear modulus*), $G = E / [2 * (1 + u)] = 76923$ MPa

B. DATA PROFIL BAJA

WIDE FLANGE (WF)

Nominal Dimensional	STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS					SECTION AREA cm ²	UNIT WEIGHT		INFORMATIVE REFERENCE					
	H x B	t1	t2	r	A		Kg/m	Kg/12m	GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA		MODULUS OF SECTION	
	mm x mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm	I _x	I _y	r _x	r _y	Z _y	Z _x
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14	168	686	49.5	6.11	1.86	88.8	13.2	
150 x 100	148 x 100	6	9	8	26.35	21.1	253	1,000	150	8.17	2.39	135	30.1	
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.2	218	1,650	114	8.26	2.21	160	23.0	
200 x 100	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.3	256	1,840	134	8.24	2.22	184	26.8	
200 x 150	194 x 150	6	9	8	38.11	30.6	367	2,830	507	8.30	3.85	271	67.6	
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.7	308	3,540	255	10.4	2.79	285	41.1	
250 x 125	250 x 125	6	9	12	37.66	29.6	355	4,050	294	10.4	2.79	324	47.0	
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32	384	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3	
300 x 150	300 x 150	6	7	9	46.78	36.7	440	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7	
350 x 175	346 x 174	6	9	14	62.68	44.4	497	14,100	792	14.5	3.88	644	94.0	
350 x 175	350 x 175	7	11	14	83.14	68.6	695	13,600	984	14.7	3.95	775	112	

Sumber : Katalog PT. Gunung Garuda

Profil baja :	WF.350.175.7.11	
Tinggi profil,	$H = 350$	mm
Lebar profil,	$B = 175$	mm
Tebal profil sayap (<i>flens</i>),	$t_f = 7$	mm
Tebal profil badan (<i>web</i>),	$t_w = 11$	mm
Luas penampang (satu elemen),	$A = 8314$	mm ²
Momen inersia penampang (satu elemen) thd. sb. x,	$I_{x1} = 136000000$	mm ⁴
Momen inersia penampang (satu elemen) thd. sb. y,	$I_{y1} = 9840000$	mm ⁴
Momen inersia penampang (satu elemen) minimum,	$I_{min} = 9840000$	mm
Jari-jari girasi (satu elemen) thd. sb. x,	$r_{x1} = 127.9$	mm
Jari-jari girasi (satu elemen) thd. sb. y,	$r_{y1} = 34.4$	mm
Jari-jari girasi minimum (satu elemen),	$r_{min} = 34.4$	mm
Panjang kolom thd. sb. z,	$L_z = 3200$	mm
Panjang kolom,	$L = 3200$	mm

Panjang kolom,
 Panjang kolom efektif,
 Faktor reduksi kekuatan untuk aksial tekan,
 Gaya aksial tekan akibat beban terfaktor, dari SAP2000
 Gaya aksial tekan akibat beban terfaktor,

L =	3200	mm
KL =	1600	mm
ϕ_n =	0.90	
$P_{u.act}$ =	82	ton
$P_{u.act}$ =	820000	N

C. PERHITUNGAN KEKUATAN

1. KELANGSINGAN PROFIL

Mengacu kepada AISC - 2010 tabel B4.1a untuk cek kelangsingan penampang :

a. Penampang Badan,

$$\begin{aligned} h / t_w &> 1.49 \sqrt{E/F_y} && \rightarrow \text{Penampang Langsing} \\ h / t_w &\leq 1.49 \sqrt{E/F_y} && \rightarrow \text{Penampang Tidak Langsing} \end{aligned}$$

Nilai $h = H - (2 \times t_f)$

Tebal profil badan (*web*),

h =	336	mm
t_w =	11	mm
b/t_w =	31	mm

Syarat yang harus dipenuhi,

$$\begin{aligned} h / t_w &\leq 1.49 \sqrt{E/F_y} \\ 31 &< 43 && \rightarrow \text{Tidak Langsing (OK)} \end{aligned}$$

b. Penampang Sayap,

$$\begin{aligned} b / t_f &> 0.56 \sqrt{E/F_y} && \rightarrow \text{Penampang Langsing} \\ b / t_f &\leq 0.56 \sqrt{E/F_y} && \rightarrow \text{Penampang Tidak Langsing} \end{aligned}$$

Nilai $b = 0.5 \times H$

Tebal profil sayap (*flens*),

b =	88	mm
t_f =	7	mm
b/t_f =	12.5	mm

Syarat yang harus dipenuhi,

$$\begin{aligned} b / t_f &\leq 0.56 \sqrt{E/F_y} \\ 12.5 &< 16 && \rightarrow \text{Tidak Langsing (OK)} \end{aligned}$$

Hasil klasifikasi profil termasuk penampang tidak langsing, sehingga tidak terjadi risiko tekuk lokal. Kemudian analisa dilakukan dengan mempertimbangkan risiko tekuk global pada kondisi tekuk lentur dan tekuk lentur-torsi.

2. TEGANGAN KRITIS TEKUK LENTUR

Mengacu kepada SNI 1729 - 2015 untuk cek tegangan kritis lentur terdapat dua kondisi :

a. Tekuk Inelastis, jika

$$K L / r_{\min} \leq 4.71 \sqrt{E/F_y} \quad \rightarrow \text{Tekuk Inelastis}$$

$$F_y / F_e \leq 2.25 \quad \rightarrow \text{Tekuk Inelastis}$$

Maka, mencari tegangan kritis dengan F_{cr} :

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

b. Tekuk Elastis, jika

$$K L / r_{\min} > 4.71 \sqrt{E/F_y} \quad \rightarrow \text{Tekuk Elastis}$$

$$F_y / F_e > 2.25 \quad \rightarrow \text{Tekuk Elastis}$$

Maka, mencari tegangan kritis dengan F_{cr} :

$$F_{cr} = 0.877 F_e$$

Analisa Profil,

$$KL / r_{\min} \leq \text{atau} > 4.71 \sqrt{E/F_y}$$

47 < 136 → Inelastis

$$F_y / F_e \leq 2.25$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{K/L}{r_{\min}}\right)^2}$$

$KL = 0.5 L$

$$F_e = 912 \text{ MPa}$$

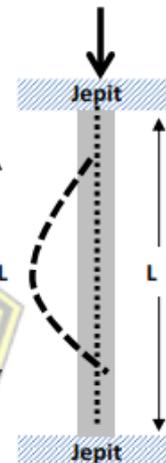
$$F_y / F_e \leq 2.25$$

0.26 < 2.25 → Inelastis

Maka tegangan kritis untuk tekuk lentur,

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e}\right) F_y$$

$$F_{cr} = 215 \text{ MPa}$$



3. TEGANGAN KRITIS TEKUK LENTUR - TORSI

Mengacu kepada SNI 1729 - 2015 untuk cek tegangan kritis lentur - torsi khususnya profil simetri ganda (H atau I), menggunakan nilai F_{cr} dari tekuk lentur, tetapi F_e acuan rumusnya berbeda.

Dimana F_e adalah tegangan tekuk Euler (elastis). Untuk mengetahui fenomena tekuk torsi maka nilai KL dicoba 0.5 L, semakin kecil semakin lebih baik untuk pengamatan tekuk torsi.

Analisa Profil,

$$KL / r_{\min} \leq \text{atau} > 4.71 \sqrt{E/F_y}$$

47	<	136
----	---	-----

→ Inelastis

$$F_y / F_e \leq 2.25$$

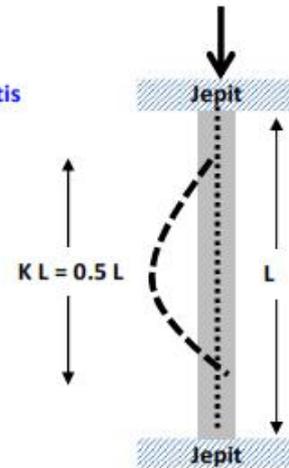
$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K L)^2} + G J \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

C_w konstanta warping, penampang terbuka mm⁴

J konstanta torsi, penampang terbuka mm⁴

G modulus geser = 77200 MPa

C_w	=	2.89E+11	mm ⁴
J	=	$1/3 (2 B t_f^3 + H' t_w^3)$	
	=	192194.3	mm ⁴
G	=	77200	MPa



Catatan: Untuk profil I simetris ganda, C_w boleh diambil sebagai $I_y h_o^2 / 4$, di mana h_o adalah jarak antara titik berat sayap, sebagai pengganti dari analisis lebih teliti. Untuk T dan siku ganda, menghilangkan istilah dengan C_w bila yang dihitung F_{cr} dan ambil X_o sebesar 0.

$\pi^2 E C_w$	=	5.71E+17	
$(K L)^2$	=	2.56E+06	
$G J$	=	1.48E+10	
$1/I_x + I_y$	=	6.86E-09	
F_e	=	1630	MPa

$$F_y / F_e \leq 2.25$$

0.147	<	2.25
-------	---	------

→ Inelastis

Maka tegangan kritis untuk tekuk lentur - torsi,

$$F_{cr} = (0.658 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

F_{cr}	=	226	MPa
----------	---	-----	-----

Analisa profil,

$$F_{cr \text{ lentur}} \leq \text{atau} > F_{cr \text{ torsi}}$$

215	<	226
-----	---	-----

→ Terjadi Lentur
Lentur

Sehingga kuat tekan nominal memakai tegangan kritis :

4. KUAT TEKAN NOMINAL

Mencari kuat tekan nominal memakai tegangan kritis :

Lentur

$$\begin{aligned} \text{Sehingga } P_n &= F_{cr} A_g \\ &= 1787 \text{ kN} \\ &= 179 \text{ Ton} \\ P_u &= \phi P_n \\ &= 161 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Analisa profil,

$$P_{u.act} \leq \text{atau} > P_u$$

82 < 161 → AMAN (OK)

Dari hasil pengecekan, Kolom dalam keadaan baik dan kuat menahan beban layan yang terjadi. Hal tersebut terlihat dari beberapa hal yang di tinjau dan disandingkan dengan SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

g. Pengecekan Balok

Dilakukan pengecekan pada Balok dengan memasukkan Gaya Dalam Maksimal yang didapat dari simulasi permodelan yang dilakukan kemudian di control SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan hasilnya sebagai berikut:



ANALISA BALOK LENTUR

Acuan Standar : SNI 1729 - 2015 Date : 8/1/2024 13:27
 Nama Project : PT SUKA SARI MITRA MANDIRI [C]2020 : Rizal Agung Prabowo

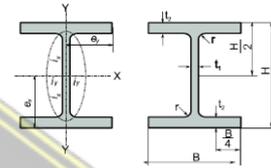
Data : dipakai Profil IWF = **WF.300.150.6,5,9** **STEP 1**

WIDE FLANGE (IWF)

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS					SECTION AREA	UNIT WEIGHT		INFORMATIVE REFERENCE					
								GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA		RADIUS OF GYRATION OF AREA		MODULUS OF SECTION	
Nominal Dimensional	H x B	t1	t2	r	A	Kg/m	Kg/12m	Ix	Iy	Ix	Iy	Zy	Zy
mm	mm x mm	mm	mm	mm	cm ²			cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14	188	666	49.5	6.11	1.66	68.8	13.2
• 150 x 100	148 x 100	6	9	8	26.35	21.1	253	1,000	150	8.17	2.39	135	30.1
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.2	218	1,580	114	8.26	2.21	160	23.0
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.3	256	1,840	134	8.24	2.22	184	26.8
• 200 x 150	194 x 150	6	9	8	38.11	30.8	367	2,630	507	8.30	3.65	271	67.6
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.7	308	3,540	255	10.4	2.79	285	41.1
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.5	355	4,050	294	10.4	2.79	324	47.0
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32	384	6,320	442	12.4	3.29	424	59.3
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.7	440	7,210	508	12.4	3.29	481	67.7

Detail Profil :

t1 (mm)	=	6.5	Iy (mm ⁴)	=	5080000
t2 (mm)	=	9	ix (mm)	=	12.4
r (mm)	=	13	iy (mm)	=	3.29
A (mm ²)	=	46.78	Zx (mm ³)	=	481000
W (Kg/m)	=	36.7	Zy (mm ³)	=	67700
Ix (cm ⁴)	=	7210			



Cek Klasifikasi Penampang : **STEP 2**

>> Sayap

λ_{pf}	=	$0.38 (E/F_y)^{1/2}$	=	10.97	E =	200000 Mpa
λ_f	=	$1/2 b_f/t_f$	=	8.333333333	F _y = BJ37 =	240 Mpa
λ_{rf}	=	$1.0 (E/F_y)^{1/2}$	=	28.87		

Jika, $\lambda_f < \lambda_{pf}$ dan $\lambda_{rf} > \lambda_f < \lambda_{pf}$ = **Profil Sayap Kompak (Cek LTB | F2 - AISC 2010)**

>> Badan

λ_{pw}	=	$3.76 (E/F_y)^{1/2}$	=	108.54	E =	200000 Mpa
λ_w	=	h/t_w	=	23.08	F _y = BJ37 =	240 Mpa
λ_{rw}	=	$5.7 (E/F_y)^{1/2}$	=	164.54		

Jika, $\lambda_w < \lambda_{pw}$ dan $\lambda_{rw} > \lambda_w < \lambda_{pw}$ = **Profil Badan Kompak (Cek LTB | F2 - AISC 2010)**

Cek Parameter LTB Berdasarkan F2 - AISC 2010,

r_y	=	$(I_y/A)^{1.2}$	=	329.54 mm
L_p	=	$1.76 r_y (E/F_y)^{1/2}$	=	16742.63 mm
C_w	=	$(I_y h_o^2)/4$	=	2.5249E+10
r_{ts}	=	$((I_y C_w)^{1.2} / S_x)^{1.2}$	=	27.2868797 mm
A	=	$1.95 r_{ts} (E/0.7F_y)$	=	44,341.18
J	=	$1/3 (2t_f^3 b + t_w^3 h_o)$	=	85807 mm ⁴
B	=	$((J/S_x^2 h_o) + (J/S_x^2 h_o)^2 + 6.76 (0.7 F_y/E)^2)^{0.5}$	=	0.001274241 0.0000016 4.7699E-06
	=		=	0.035785952
L _r	=	A x B	=	1586.79131 mm 1.59 m

Desain Pembebanan :	STEP 3
	QLL = 600 Kg/m ² qu = 3600 Kg/m Mmax = $\frac{1}{12} q L^2$ = 10800 Kg.m

Cek Kuat Lentur Penampang Pada Kondisi Plastis (Maksimum) :	STEP 4
$Z_x = b t_f (d - t_f) + 0.25 t_w h^2$ = 481,000 mm ³	
$M_p = Z_x F_y$ = 115.44 kN.m	
$\phi M_p = \phi M_n$ = 113.13 kN.m	
$M_u = 108$ kN.m	
$Ratio = M_u / \phi M_p$ = 0.95 < 1 (Oke)	

Cek Kuat Geser Nominal Profil :	STEP 5
$A_w = d t_w = 975$ mm	
$h = d - 2 t_f = 282$ mm	
>> Untuk Profil WF $h/t_w < 2.24 (E/F_y)^{1/2}$ 23.08 < 64.66 >> maka, $C_v = 1$; $\phi_v = 1$	
$\phi V_n = \phi_v 0.6 F_y A_w C_v$ = 140.4 kN	
$V_u = 1.2 q L = 108$ kN	
$Ratio = V_u / \phi V_n$ = 0.77 < 1 (Oke)	

Dari hasil pengecekan, Balok dalam keadaan baik dan kuat menahan beban layanan yang terjadi. Hal tersebut terlihat dari beberapa hal yang di tinjau dan disandingkan dengan SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

h. Pengecekan *Deformasi* Balok

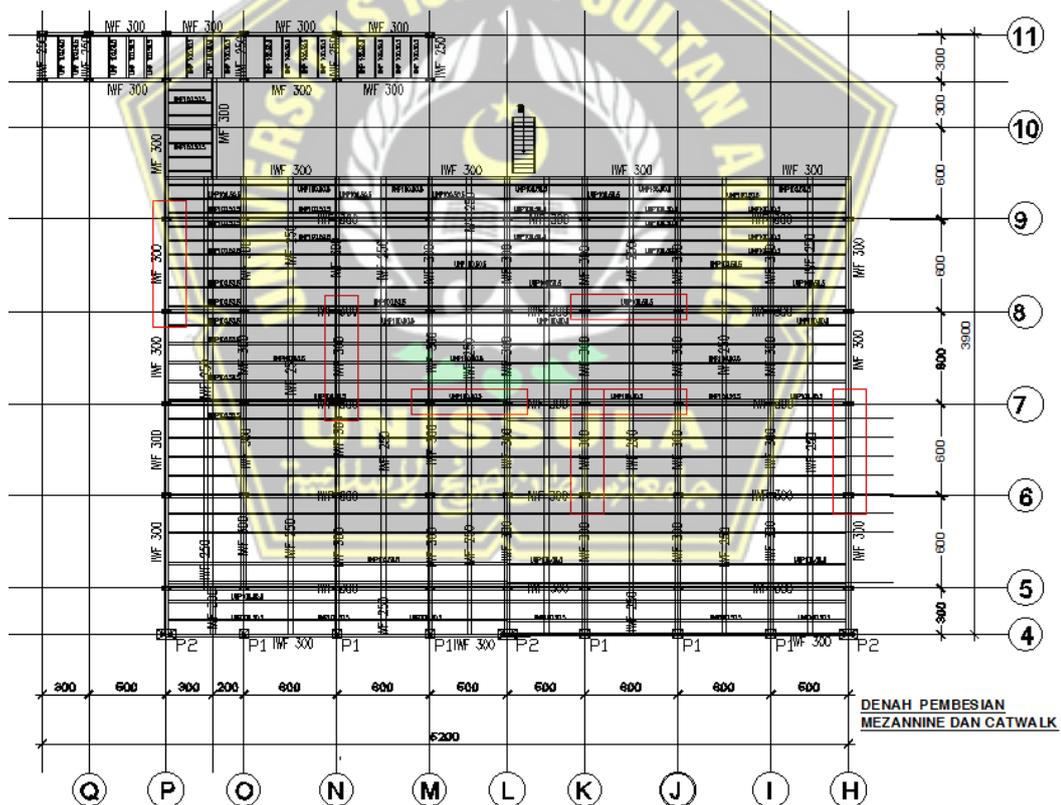
Dilakukan pemeriksaan deformasi pada Balok agar dapat dilihat apakah Balok mengalami lendutan yang ekstim dan melebihi syarat yang ditentukan atau tidak. Pengontrolan syarat maksimal lendutan Balok mengacu pada SNI 2847 – 2020 Tentang Bangunan Gedung, berikut adalah hasil dari pengujian *deformasi* yang dilakukan:

1. Alat:

- a. Meter laser
- b. Papan pencatat

2. Metode atau Cara:

- c. Letakkan Meter Laser pada lantai yang lurus, kemudian tembakkan pada bagian daerah tumpuan pada Balok yang di tinjau kemudian catat ketinggiannya.
- d. Berikutnya hal yang sama dilakukan pada bagian Area Lapangan Balok.
- e. Lakukan hal yang sama pada bagian Area Tumpuan Balok pada sisi sebarang yang pertama.
- f. Lakukan pencatatan dan dapat dilihat apakah ada selisih antara ketinggian tiga daerah tersebut. Bilamana tidak ada dapat disimpulkan Balok dalam keadaan aman dan tidak mengalami lendutan. Bilamana terdapat selisih harus kurang dari syarat yang di tentukan yaitu $< L/360$.



Gambar 4. 22 Lokasi Pengujian Deformasi

Sumber: Analisis Penulis

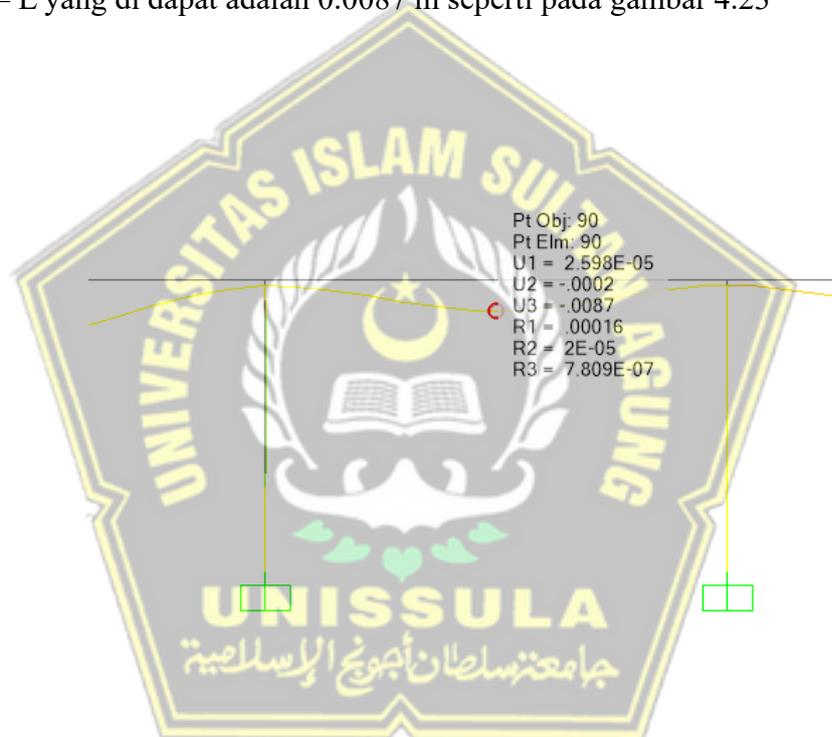
Pengukuran deformasi pada Balok yang dilakukan pada bagian – bagian yang dipilih. Bagian yang dipilih diantaranya pada bagian tengah bangunan dengan

bentang terpanjang hal tersebut dilakukan karena potensi pemusatan beban terdapat ditempat tersebut, kemudian berikutnya adalah bagian tepi bangunan untuk mewakili bagian tepi bangunan, dan tempat tempat lain yang dapat merepresentasikan Prilaku Struktur Balok.

Diambil satu contoh persandingan antara Hasil Simulasi Permodelan dan Pengukuran di lapangan dengan hasil sebagai berikut.

1. Simulasi Permodelan Struktur

Hasil dari Simulasi Permodelan Struktur di ambil satu contoh pada Portal 7 as M – L yang di dapat adalah 0.0087 m seperti pada gambar 4.23



Gambar 4. 23 Deformasi Simulasi Permodelan Struktur

2. Hasil Pengukuran Dilapangan

Hasil dari pengukuran di lapangan di ambil satu contoh pada Portal 7 as M – L yang di dapat adalah 0.004 m seperti pada gambar tabel 4.17.

Dari hasil di atas dapat dilihat bahwa lendutan yang terjadi tidak berbeda jauh antara hasil pengukuran di lapangan dan hasil Simulasi Struktur. Keduanya masih dibawah

dari syarat yang di tentukan yang tercantum pada tabel 2.4 yaitu lendutan yang terjadi harus $<L/360$ atau sebesar 0.016 m.

Untuk hasil dari pengujian deformasi Balok pad titik lainnya bisa dilihat pada tabel 4.17:

Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Deformasi Balok Gedung

REKAPITULASI HASIL PENGUJIAN DEFORMASI BALOK GEDUNG SUKASARI MITRA MANDIRI								
NO	Portal yang ditinjau	Panjang Balok (m)	Ketinggian daerah tumpuan kanan (m)	Ketinggian daerah lapangan (m)	ketinggian daerah tumpuan kiri (m)	Lendutan (m)	Syarat L/360 (m)	Keterangan
1	Portal 7 As M-L	6	2.415	2.411	2.415	0.004	0.016	AMAN
2	Portal 7 As K-J	6	2.416	2.411	2.415	0.005	0.016	AMAN
3	Portal K As 6-7	6	2.411	2.413	2.410	0.002	0.016	AMAN
4	Portal N As 7-8	6	2.415	2.415	2.415	0.000	0.016	AMAN
5	Portal 8 As K-J	6	2.414	2.412	2.415	0.002	0.016	AMAN
6	Portal P As 8-9	6	2.416	2.412	2.415	0.004	0.016	AMAN
7	Portal H As 6-7	6	2.415	2.415	2.415	0.000	0.016	AMAN

Sumber: Analisis Penulis



Gambar 4. 24 Dokumentasi Pengukuran Balok

Sumber: Dokumentasi Penulis

Dari hasil pengecekan pengukuran *deformasi* Balok, Balok dalam keadaan baik dan lendutan yang terjadi dibawah dari syarat ketentuan lendutan maksimal yang di ijinakan yang tertuang dalam SNI 2847 – 2020 Tentang Bangunan Gedung. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Balok dalam keadaan aman.

4.3.3. Evaluasi Keamanan Struktur Bangunan

Dari hasil analisa simulasi permodelan dan pengukuran Deformasi Lendutan Balok, dilakukan proses evaluasi pada setiap aspek yang ditinjau. Berikut adalah hasil evaluasi dari analisa yang sudah dilakukan dan disandingkan dengan standard acuan dari SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan SNI 2847 – 2020 Tentang Bangunan Gedung.

1. Evaluasi Elemen Kolom

Evaluasi Keamanan Elemen Kolom dapat dilihat pada table 4.18

Tabel 4. 18 Pengecekan Keamana Elemen Kolom

NO	ASPEK YANG DITINJAU	HASIL ANALISA	KETENTUAN SNI 1729-2015	KESIMPULAN
1	Pengecekan Kelangsingan Badan	Rumus: h/t Hasil: 31 mm < 43 mm, Penampang tidak langsing	$< 1.49 \sqrt{(E/Fy)}$ Langsing $> 1.49 \sqrt{(E/Fy)}$ Tidak Langsing	AMAN

2	Pengecekan Kelangsingan Sayap	Rumus: h/t Hasil: 12.5 mm < 16 mm, Penampang tidak langsing	$< 0.56 \sqrt{(E/F_y)}$ Langsing $> 0.56 \sqrt{(E/F_y)}$ Tidak Langsing	AMAN
3	Tegangan Kritis Tekuk Lentur	Hasil: $KL/r_{min} = 47$ mm $4.71 \sqrt{(E/F_y)} = 136$ mm Maka masuk kedalam kondisi $KL/r_{min} \leq 4.71 \sqrt{(E/F_y)}$ Tekuk Inelastis	$KL/r_{min} \leq 4.71 \sqrt{(E/F_y)}$ Tekuk Inelastis $KL/r_{min} > 4.71 \sqrt{(E/F_y)}$ Tekuk Elastis	AMAN
4	Tegangan Kritis Tekuk Lentur - Torsi	Hasil: $F_{cr} \text{ Torsi} = 226$ MPa $F_{cr} \text{ Lentur} = 215$ MPa	$F_{cr} \text{ Lentur} > F_{cr} \text{ Torsi}$ = Terjadi Torsi $F_{cr} \text{ Lentur} < F_{cr} \text{ Torsi}$ = Terjadi Lentur	AMAN
5	Kuat Tekan Nominal	Kuat Tekan Nominal memakai tegangan kritis Lentur. $P_u \text{ Aktual} = 82$ Ton $P_u = 161$ Ton, Sehingga masuk kedalam keadaan P_u .	$P_u \text{ Aktual} \leq P_u$, maka Aman $P_u \text{ Aktual} > P_u$, maka Tidak Aman	AMAN

		Aktual \leq Pu, maka Aman		
--	--	--------------------------------	--	--

2. Evaluasi Keamanan Elemen Balok

Evaluasi Keamanan Elemen Balok dapat dilihat pada table 4.19

Tabel 4. 19 Evaluasi Keamanan Elemen Balok

NO	ASPEK YANG DITINJAU	HASIL ANALISA	KETENTUAN SNI 1729-2015	KESIMPULAN
1	Pengecekan Klasifikasi Penampang Sayap	$\lambda_{pf} = 10.97$ mm $\lambda_f = 8.33$ mm $\lambda_{rf} = 28.87$ mm Maka masuk kedalam kondisi $\lambda_f < \lambda_{pf}$, Profil Sayap Kompak	$\lambda_f < \lambda_{pf}$, Profil Sayap Kompak $\lambda_{rf} > \lambda_f < \lambda_{pf}$, Profil Sayap Tidak Kompak	AMAN
2	Pengecekan Klasifikasi Penampang Badan	$\lambda_{pw} = 108.54$ mm $\lambda_w = 23.08$ mm $\lambda_{rw} = 164.54$ mm Maka masuk kedalam kondisi $\lambda_w < \lambda_{pw}$, Profil Badan Kompak	$\lambda_w < \lambda_{pw}$, Profil Sayap Kompak $\lambda_{rw} > \lambda_w < \lambda_{pw}$, Profil Badan Tidak Kompak	AMAN
2	Kuat Lentur Penampang pada kondisi plastis (maksimal)	Hasil Ratio adalah 0.95, Maka masuk kedalam kondisi ratio $<$ 1, maka Balok di	Jika ratio $>$ 1, maka Balok di katakana tidak aman	AMAN

		katakana aman	Jika ratio < 1, maka Balok di katakana aman	
3	Kuat Geser Nominal Profil	Hasil Ratio adalah 0.77, Maka masuk kedalam kondisi ratio < 1, maka Balok di katakana aman	Jika ratio > 1, maka Balok di katakana tidak aman Jika ratio < 1, maka Balok di katakana aman	AMAN

3. Evaluasi Keamana Deformasi Balok

Evaluasi Keamanan Deformasi Balok dapat dilihat pada table 4.20

Tabel 4. 20 Evaluasi Keamanan Deformasi Balok

NO	ASPEK YANG DITINJAU	HASIL PENGUKURAN LAPANGAN	HASIL ANALISA	KETENTUAN SNI SNI 2847 – 2020	KESIMPULAN
1	Lendutan Balok	1. 0.004 m 2. 0.005 m 3. 0.002 m 4. 0.000 m 5. 0.002 m 6. 0.004 m 7. 0.000 m	1.0.009 m 2.0.008 m 3.0.004 m 4.0.004 m 5.0.006 m 6.0.009 m 7.0.005 m	< L/360 = 0.016 m	AMAN

Dari hasil evaluasi di atas dapat ditarik kesimpulan dan direkomendasikan bahwa Bangunan Gedung PT Sukasari Mitra Mandiri laik dan aman secara Struktur Bangunan dengan acuan penilaian standard acuan yang berlaku.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada penelitian yang berjudul “Asesmen Kelaikan Struktur Bangunan (Studi Kasus: Pabrik PT. Suka Sari Mitra Mandiri Kabupaten Semarang)” didapat Kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi Bangunan Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri dalam keadaan aman secara struktur hal tersebut merujuk pada acuan dan standard yang digunakan yaitu SNI 1729-2015 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural dan SNI 2847 – 2020 Tentang Bangunan Gedung.
2. Struktur Gedung PT. Suka Sari Mitra Mandiri dinyatakan laik secara struktur hal tersebut merujuk pada peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung dapat disimpulkan bahwa bangunan dalam keadaan laik. Hal tersebut didasari karena pada bangunan tidak terdapat kerusakan baik itu kerusakan ringan, sedang maupun berat.

5.2 Saran

Dalam penyusunan Tesis ini Penulis sudah berupaya semaksimal mungkin, namun tidak dapat dipungkiri penelitian ini masih terdapat kekurangan. Hal tersebut tidak terlepas dari keterbatasan Penulis diantaranya dari segi waktu, kemampuan dan tenaga. Oleh karena itu Penulis ingin memberikan beberapa saran baik untuk Peneliti selanjutnya maupun Pemilik PT. Suka Sari Mitra Mandiri, yaitu:

1. Perlu dilakukan pemeriksaan berkala penurunan bangunan dengan acuan titik BM yang sudah dan ditentukan.
2. Dilakukan Pemeriksaan Berkala Bulanan dengan membuat Form Pemeriksaan kerusakan pada tiap komponen struktur untuk meminimalisir terjadinya kerusakan yang fatal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, Arief Subakti. 2020. *Analisis Jenis Kerusakan pada Bangunan Gedung Bertingkat: Studi Kasus Gedung Apartemen dan Hotel Candi Land Semarang*. Jurnal Bangun Rekaprima, Vol. 06/1/April/2020.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. *Sni 1727-2020*, 196. www.bsn.go.id
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia (SNI)*, 289. www.bsn.go.id
- Dardiri, A., & Jurusan, D. (n.d.). Analisis Pola, Jenis, Dan Penyebab Kerusakan Bangunan Gedung Sekolah Dasar. In *Pebruari* (Vol. 35, Issue 1).
- Kementerian PUPR. (2018). *Lamp. II PUPR Nomor 27/PRT/M/2018 SLF*.
- Masdar, Astuti, dkk. 2023. *Asesmen Gedung Serba Guna Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh*. Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan, Vol 4 (2023): 96-299.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). PERMEN PUPR No. 3 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2018 tentang Sertifikat Laik Fungsi Bangunan Gedung.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25 Tahun 2007 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi (SLF).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25 Tahun 2018 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi (SLF).
- Presiden Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah No 16 tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung. *Presiden Republik Indonesia*, 087169, 406. <https://jdih.pu.go.id/detail-dokumen/2851/1>
- Presiden Republik Indonesia. (2002) Peraturan Pemerintah tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, Peraturan Pemerintah 406 (2002).

- Samudaya, dkk. 2016. *Pembuatan Assessment untuk Identifikasi Delapan Pemborosan Di Bidang Industri Konstruksi*. Jurnal Dimensi Utama Teknik Sipil, Vol.3 No.1: 9-15.
- Songga, Raffel. 2021. *Asesmen Kekuatan Struktur Pelat Beton Bertulang Studi Kasus: Gedung Perkantoran di Jakarta*. Prosiding Seminar Intelektual Muda Universitas Trisakti, Hal 28-33.
- Winarsih, Tutik. (2010). *Asesmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung Studi Kasus: Bangunan Gedung Unit Gawat Darurat (UGD) dan Administrasi Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Banyudono, Kabupaten Boyolali*. Tesis Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Yunita, H., & Sunaryati, J. (2017). *Studi Evaluasi Pemeliharaan Bangunan Gedung Perkantoran (Studi Kasus: Komplek Perkantoran Bina Praja Rokan Hulu-Riau)*. In *Universitas Andalas, Padang. Jurusan Teknik Sipil Unand*.

