

LAPORAN MAGANG PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN LUMAJANG



Oleh :

Dimas Bagus Prasetyo 21035010079

Maulana Zidan Dwi Cahya 21035010122

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
2024**

LAPORAN MAGANG PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN LUMAJANG



Oleh :

Dimas Bagus Prasetyo **21035010079**

Maulana Zidan Dwi Cahya **21035010122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN MAGANG MBKM
PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN LUMAJANG**
Magang MBKM Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1)
Disusun Oleh :



Dimas Bagus Prasetyo
NPM. 21035010079



Maulana Zidan Dwi Cahya
NPM. 21035010122

Menyetujui :

Dosen Pembimbing 1,



Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.
NIP. 196512081991031001

Dosen Pembimbing 2,



**Karina Meilawati Eka Putri, S.T.,
M.T.**
NIP. 199405232024062001

**Koordinator Program Studi
Teknik Sipil**



Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.
NIP. 196512081991031001

Pembimbing Lapangan



SWA
SINAR WARINGIN
ADIPERKASA

Sherly Adefrid Feby S., S.Tr. T.

**Mengetahui
Dekan Fakultas
Teknik dan Sains**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Magang.....	1
1.3.1 Tujuan Umum.....	1
1.3.2 Tujuan Khusus.....	2
1.4 Manfaat Magang.....	2
1.4.1 Bagi Perguruan Tinggi.....	2
1.4.2 Bagi Perusahaan atau Mitra.....	2
1.4.3 Bagi Mahasiswa	2
1.5 Lokasi Proyek.....	2
BAB II STRUKTUR ORGANISASI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Struktur Organisasi.....	4
2.2.1 Umum.....	4
2.2.2 Hubungan Kerja	4
2.2.3 Struktur Organisasi Konraktor	6
BAB III ASPEK HUKUM DAN KETENAGAKERJAAN.....	10
3.1 Umum.....	10
3.2 Pengertian Hukum dan Ketenagakerjaan	10
3.3 Aspek Hukum dalam Proyek.....	10
3.4 Aspek Ketenagakerjaan dalam Proyek.....	11
3.5 Job Safety Analisis	13
3.6 Jumlah Tenaga Kerja	13
3.7 Hak dan Kewajiban	14
BAB IV MANAJEMEN ALAT BERAT	16
4.1 Umum.....	16
4.2 Aspek Manajemen Alat Berat.....	16
4.3 Tower Crane	17
4.3.1 Berat Material.....	18
4.3.2 Sudut Slewing dan Jarak Trolley.....	18

4.3.3	Waktu Siklus Pelaksanaan Tower Crane	21
4.3.4	Efisiensi.....	24
4.3.5	Produktivitas.....	24
4.4	Truck Mixer.....	24
4.5	Concrete Pump	25
4.5.1	Jenis-jenis Concrete Pump	25
4.5.2	Produktivitas.....	27
BAB V	ADMINISTRASI PROYEK	30
5.1	Umum.....	30
5.2	Struktur Organisasi.....	30
5.2.1	Unsur-unsur Organisasi Proyek.....	30
5.2.2	Struktur Organisasi Proyek.....	33
5.3	Sistem Pelaporan	35
5.3.1	Laporan Harian.....	35
5.3.2	Laporan Mingguan	36
5.3.3	Laporan Bulanan	36
5.3.4	Gambar Kerja	36
5.3.5	Rapat Koordinasi.....	37
5.3.6	Kurva-S	37
5.4	Jenis Kontrak.....	39
BAB VI	TEKNIK PENGELOLAAN LINGKUNGAN	40
6.1	Umum.....	40
6.2	Pengertian AMDAL	40
6.2.1	Dokumen AMDAL.....	41
6.3	Pengelolaan Lingkungan	41
6.3.1	Pengendalian Dampak Alat Berat.....	41
6.3.2	Pengelolaan Kebersihan (Housekeeping).....	43
BAB VII	STRUKTUR RANGKA GEDUNG TINGGI.....	44
7.1	Site Plan.....	44
7.2	Data Proyek	44
7.3	Umum.....	44
7.3.1	Plat.....	45
7.3.2	Balok	46
7.3.3	Kolom.....	47
7.3.4	Shearwall.....	48
7.4	Hubungan Balok dan Kolom (HBK).....	48
7.5	Perhitungan Hubungan Balok-Kolom	49
7.5.1	Data Perencanaan	49
7.5.2	Gaya pada Balok	49

7.5.3	Perhitungan Hubungan Balok Kolom	52
BAB VIII	STRUKTUR BAJA LANJUT	57
8.1	Umum.....	57
8.2	Konstruksi Baja WF Sebagai Rangka Atap.....	57
8.3	Komponen Rangka Atap.....	58
8.3.1	Lokasi Rooftop.....	58
8.3.2	Komponen Struktur	59
8.4	Pembebanan.....	59
8.4.1	Beban Mati	60
8.4.2	Beban Hidup.....	60
8.4.3	Beban Angin.....	60
8.5	Analisa Struktur.....	64
8.5.1	Respon Spektra.....	64
8.5.2	Analisis SAP 2000.....	66
8.6	Analisa Sambungan Las	67
BAB IX	TOPIK KHUSUS (SHEARWALL).....	70
9.1	Umum.....	70
9.2	Fungsi Shearwall	70
9.2.1	Memperkokoh dan Memperkuat Bangunan	70
9.2.2	Meredam Guncangan Gempa Bumi	70
9.2.3	Meningkatkan Gaya Beban Pikul Gedung	71
9.2.4	Mengurangi Biaya Pemeliharaan Bangunan	71
9.3	Jenis Shearwall.....	71
9.3.1	Free Standing Shearwall.....	71
9.3.2	Opening Shearwall	71
9.3.3	Coupled Shearwall	71
9.4	Rekayasa Struktur.....	72
9.4.1	Sistem Struktur	72
9.4.2	Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).....	73
9.4.3	Sistem Ganda.....	73
9.4.4	Analisa Struktur.....	73
9.4.5	Perencanaan Dimensi	73
9.4.6	Kekakuan Struktur.....	74
9.4.7	Pembebanan.....	75
9.5	Analisis Ekuivalen.....	75
9.6	Kinerja Struktur Gedung	77
9.6.1	Kinerja Batas Layan	77
9.6.2	Kinerja Batas Ultimate	77
9.7	Penulangan Dinding Geser	77

9.7.1	Penulangan Geser.....	77
9.7.2	Penulangan Lentur dan Aksial pada Komponen Batas.....	78
9.8	Perencanaan Struktur Shearwall.....	78
9.8.1	Data – data Perencanaan Shearwall.....	79
9.8.2	Kontrol Ketebalan Terhadap Geser	80
9.8.3	Perhitungan Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal	81
9.8.4	Menentukan Kebutuhan Lapis Tulangan.....	81
9.8.5	Perencanaan Tulangan Longitudinal dan Transversal	81
9.8.6	Perhitungan Kuat Geser Dinding Struktural.....	82
9.8.7	Perencanaan Dinding terhadap Kombinasi Gaya Aksial dan Lentur.....	83
9.8.8	Menentukan Keperluan Syarat Komponen Batas Khusus.....	83
BAB X	PENUTUP	85
10.1	KESIMPULAN.....	85
10.2	SARAN	85
	DAFTAR PUSTAKA	86
	LAMPIRAN.....	89
	HASIL SAP2000 STRUKTUR BAJA LANJUT.....	89
	HASIL SAP2000 TOPIK KHUSUS (SHEARWALL).....	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang.....	3
Gambar 2. 1 Struktur organisasi proyek Hotel Aston Inn Lumajang.....	4
Gambar 2. 2 Struktur organisasi kontraktor.....	6
Gambar 3. 1 Job Safety Analisis.....	13
Gambar 4. 1 Tower crane.....	17
Gambar 4. 2 Site plan proyek Hotel Aston Inn Lumajang.....	18
Gambar 4. 3 Site plan tower crane.....	20
Gambar 4. 4 Pengecoran menggunakan bucket dengan tower crane.....	22
Gambar 4. 5 Penyambungan kolom setelah fabrikasi dengan tower crane.....	23
Gambar 4. 6 Pemasangan bekisting kolom dengan tower crane.....	23
Gambar 4. 7 Truck mixer.....	24
Gambar 4. 8 Rute truck mixer dari batching plant ke lokasi proyek.....	25
Gambar 4. 9 Concrete pump.....	25
Gambar 4. 10 Concrete pump longboom.....	26
Gambar 4. 11 Concrete pump mini.....	26
Gambar 4. 12 Concrete pump standart.....	26
Gambar 4. 13 Forteble.....	26
Gambar 4. 14 Grafik produktivitas concrete pump pada pengecoran lantai 5 dan 6.....	28
(sumber : data pribadi).....	28
Gambar 5 1 Triple constraint of project management.....	30
Gambar 5 2 Logo owner.....	30
Gambar 5 3 Logo PT. A.E.R.	31
Gambar 5 4 Logo PT. Seismotec Structural Engineer.....	31
Gambar 5 5 Logo PT. Manajemen Konstruksi Utama.....	32
Gambar 5 6 Logo PT. Sinar Waringin Adiperkasa.....	32
Gambar 5. 7 Draft laporan harian PT. Sinar Waringin Adiperkasa.....	36
Gambar 5 8 Site plan for tender.....	37
Gambar 5.9 Kurva S.....	38
Gambar 6. 1 Tower crane.....	42
Gambar 6. 2 Concrete pump.....	42
Gambar 6. 3 Truck mixer.....	42
Gambar 6. 4 Sampah dampak proyek.....	43
Gambar 6. 5 Penyediaan sampah khusus.....	43
Gambar 6. 6 Pemasangan safety deck.....	43
Gambar 7. 1 Site plan Hotel Aston Inn Lumajang.....	44
Gambar 7. 2 Plat lantai.....	45
Gambar 7. 3 Plat satu arah.....	46

Gambar 7. 4 Plat dua arah	46
Gambar 7. 5 Balok	46
Gambar 7. 6 Kolom.....	47
Gambar 7. 7 Shearwall.....	48
Gambar 7. 8 Hubungan balok-kolom	48
Gambar 7. 9 Hubungan balok kolom grid C/8 lantai 5	52
Gambar 7. 10 Skematik bean hinging	55
Gambar 7. 11 gaya geser akibat gempa arah y	55
Gambar 8 1 Rencana atap baja Hotel Aston Inn Lumajang	57
Gambar 8 2 Lokasi rooftop Hotel Aston Inn Lumajang.....	58
Gambar 8 3 Beban yang diterima gording	59
Gambar 8 4 Spesifikasi atap.....	60
Gambar 8 5 Gambar tekanan kecepatan.....	61
Gambar 8 6 diagram tekan angin	61
Gambar 8 7 Beban angin desain minimum	62
Gambar 8 8 Kecepatan angin pada SAP 2000.....	63
Gambar 8 9 Spektrum respon tanah sedang	64
(sumber : situs desain spectra Indonesia; cipta karya)	64
Gambar 8 10 Nilai spektral percepatan periode	64
Gambar 8 11 Input load pattern pada SAP 2000	66
Gambar 8 12 3D model atap baja.....	66
Gambar 8 13 Analisis gaya atap baja	67
Gambar 8 14 Rencana sambungan las atap baja	68
Gambar 9 1 Shearwall	70
Gambar 9 2 Sistem struktur beton bertulang penahan gempa bumi.....	72
Gambar 9 3 Hubungan beban dan perpindahan pada struktur beton bertulang	74
Gambar 9 4 Analisis statik ekuivalen untuk menentukan gaya geser dasar	76
Gambar 9 5 Diagram interaksi	78
Gambar 9. 6 Lokasi shearwall yang ditinjau.....	79
Gambar 9 7 Gambar 3D Hotel Aston Inn Lumajang.....	79
Gambar 9. 8 Gaya Aksial	80
Gambar 9. 9 Diagram interaksi shearwall	83

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 2	Perhitungan berat material.....	18
Tabel 4. 3	Koordinat area.....	19
Tabel 4. 4	Perhitungan sudut slewing dan travelling trolley.....	20
Tabel 4. 5	Siklus pelaksanaan tower crane pada kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3.....	23
Tabel 4. 6	Efisiensi waktu pelaksanaan tower crane pada kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3.....	24
Tabel 4. 7	Produktivitas tower crane untuk pengoperasian beton, baja tulangan dan bekisting.....	24
Tabel 4. 9	Waktu pengecoran lantai 5 menggunakan concrete pump.....	27
Tabel 4. 10	Waktu pengecoran lantai 6 menggunakan concrete pump.....	28
Tabel 7. 1	Rekapitulasi desain lentur balok G57-3.....	50
Tabel 7. 2	Rekapitulasi desain geser balok G57-3.....	52
Tabel 7. 3	Rekapitulasi desain geser balok G2A6A-10 dan G2A6A-14.....	54
Tabel 7. 4	Rekapitulasi desain geser pada joint.....	56
Tabel 8. 1	Komponen struktur rangka atap Hotel Aston Inn Lumajang.....	59
Tabel 8. 2	Prosedur amplop sesuai SNI 1727:2020 pasal 28.....	61
Tabel 8. 4	Koefisien tekanan dinding.....	62
Tabel 8. 5	Beban pada dinding.....	63
Tabel 8. 6	Parameter hasil SAP 2000.....	65
Tabel 8. 7	SNI 1726:2020 tabel 3 dan 4.....	65
Tabel 8. 8	SNI 1726:2020 tabel 12.....	65
Tabel 8. 9	Gaya dalam pada rafter dan regel.....	67
Tabel 8. 10	Perhitungan kekuatan las pada SAP 2000.....	69
Tabel 9. 1	Analisis gaya aksial Shearwall.....	80
Tabel 9. 2	Gaya geser Shearwall.....	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan di Indonesia semakin pesat terutama dibidang konstruksi. Sebagai mahasiswa jurusan teknik sipil diwajibkan mengikuti perkembangan tersebut, agar penerapan ilmu yang telah diberikan di kampus dapat berkembang. Program magang MBKM merupakan salah satu wadah mahasiswa dalam pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengimplementasikan soft skill maupun hard skill mahasiswa, dimana mahasiswa dilatih untuk dapat memecahkan masalah yang ada di lapangan dengan ilmu yang dimiliki selama perkuliahan, serta agar mahasiswa mendapat pengalaman dalam dunia keteknik sipil sehingga dapat menunjang mahasiswa dalam memasuki dunia kerja.

Pelaksanaan Magang MBKM dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan sehingga dapat memahami proses pelaksanaan proyek di lapangan dengan baik. Magang MBKM dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, dimulai pada tanggal 2 September 2024 dan berakhir pada tanggal 31 Desember 2024. Magang MBKM Lapangan ini dilaksanakan di Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang dengan kontraktor pelaksana PT. Sinar Waringin Adiperkasa, dimana penulis ikut kedalam bagian tim kontraktor dengan pembagian job position sebagai supervisor, structure surveyor, quality control, Drafter, Quantity Surveyor, dan admin.

Dalam perencanaan Gedung bertingkat perlu perhatian khusus, mengingat mempunyai tingkat kesulitan dalam segi perencanaannya, salah satunya seperti beban-beban yang bekerja sangat beragam. Selain itu perlu diperhatikan juga beban-beban yang diterima oleh bangunan, seperti beban gempa, dimana jika terjadi gempa bangunan tersebut harus tetap kokoh berdiri atau setidaknya jika bangunan runtuh, bangunan tersebut masih memiliki waktu yang cukup untuk orang-orang didalamnya dapat menyelamatkan diri. Selain faktor-faktor tersebut, dalam proyek pembangunan gedung bertingkat juga membahas beberapa aspek seperti perencanaan, desain, manajemen proyek, dampak sosial dan ekonomi, serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan dan kelanjutan gedung tersebut. Proyek pembangunan hotel Aston Inn Lumajang merupakan salah satu elemen kunci yang mendukung penyediaan sarana tempat tinggal sementara bagi masyarakat luar kota yang sedang berlibur di Lumajang. Oleh karena itu, pembangunan proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang memiliki relevansi yang signifikan dalam upaya meningkatkan sistem keamanan dan kesejahteraan masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan diteliti dalam laporan magang mandiri proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang adalah :

1. Bagaimana struktur organisasi proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang?
2. Apa metode pelaksanaan konstruksi beton pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang?
3. Apa metode pelaksanaan konstruksi baja pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang?
4. Bagaimana manajemen proyek pembangunan hotel Aston Inn Lumajang?

1.3 Tujuan Magang

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam melaksanakan program magang MBKM, antara lain:

1.3.1 Tujuan Umum

Kegiatan Magang MBKM ini bertujuan untuk mengembangkan diri dan juga keterampilan terhadap perubahan ilmu pengetahuan dan teknologi serta permasalahan yang dihadapi di dunia kerja sesuai bidang Teknik Sipil, sehingga mahasiswa mampu berkontribusi dalam menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki dengan sikap peduli, tanggung jawab, dan bijaksana. Selama pelaksanaan kegiatan Magang juga dapat menjadi sarana untuk melatih kemampuan diri agar dapat bekerja sama baik bagi peserta Magang Kerja maupun instansi terkait.

1.3.2 Tujuan Khusus

Sebagai calon Ahli Teknik Sipil, diharapkan mampu:

1. Mengetahui struktur organisasi Pekerja Proyek, kebijakan, dan pelaksanaan yang diterapkan pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
2. Mengetahui proses manajemen alat berat pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
3. Mengetahui aspek hukum dan ketenagakerjaan pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
4. Mengetahui metode pelaksanaan struktur baja lanjut pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
5. Mengetahui teknik pengelolaan lingkungan pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
6. Mengetahui mekanisme pada pekerjaan struktur rangka Gedung tinggi pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
7. Mengetahui metode pelaksanaan untuk topik khusus yang diangkat yaitu metode pengecoran pada proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang.

1.4 Manfaat Magang

Adapun manfaat yang diperoleh dari pelaksanaan dan pengamatan selama kegiatan magang MBKM di proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang sebagai berikut:

1.4.1 Bagi Perguruan Tinggi

1. Terjalannya hubungan baik antara Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur khususnya Program Studi Teknik Sipil dengan PT. Sinar Waringin Adiperkasa.
2. Branding Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur kepada lingkungan masyarakat sekitar proyek.

1.4.2 Bagi Perusahaan atau Mitra

1. Membentuk kerja sama dan hubungan baik antara Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur dengan PT. Sinar Waringin Adiperkasa.
2. Hasil analisa dan pengamatan yang dilakukan mahasiswa selama magang dapat menjadi bahan masukan bagi perusahaan untuk menentukan kebijakan perusahaan dimasa yang akan datang.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

1. Mahasiswa dapat lebih mendalami dan memperoleh ilmu tentang dunia kerja Teknik Sipil khususnya pada bidang pembangunan gedung bertingkat serta mampu menerapkan ilmu yang didapatkan.
2. Dapat menjalin hubungan baik dengan perusahaan sehingga memungkinkan mendapatkan kesempatan bekerja di PT. Sinar Waringin Adiperkasa setelah lulus.

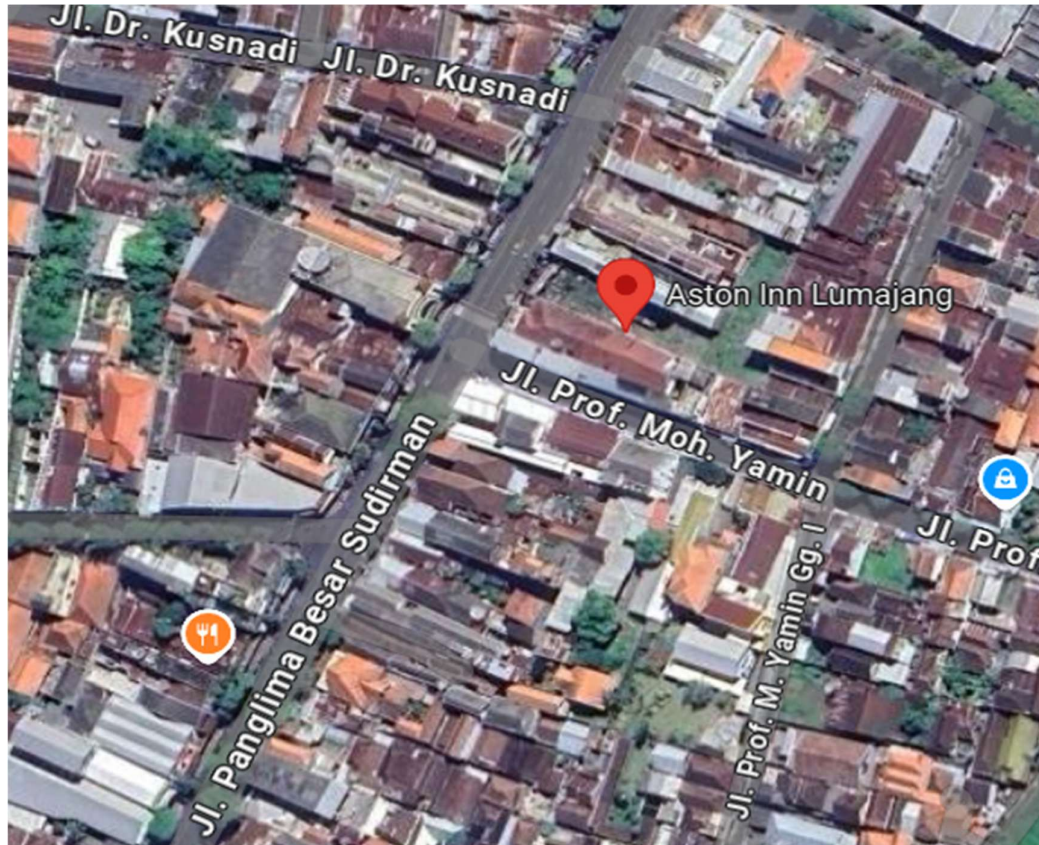
1.5 Lokasi Proyek

Kegiatan magang MBKM ini dilaksanakan ditempat dan waktu berikut:

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang

Pemilik Proyek : PT. Royal Sejahtera Bersama

Konsultan pengawas : PT. Manajemen Konstruksi Utama
Kontraktor Pelaksana : PT. Sinar Waringin Adiperkasa
Lokasi Proyek : Panglima Sudirman no. 83, Kec. Tompokersan, Kab. Lumajang
Periode Magang : 02 September 2024 – 31 Desember 2024



*Gambar 1.1 Lokasi proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang
(sumber: google maps)*

BAB II

STRUKTUR ORGANISASI

2.1 Tinjauan Pustaka

Organisasi merupakan sebuah perkumpulan yang terkoordinasi secara sadar dengan ikatan yang relatif dapat diidentifikasi, memiliki fungsi dari keanggotaanya yang bersifat berkelanjutan untuk mencapai sebuah tujuan bersama. Dalam lingkup konstruksi, struktur organisasi harus disusun sejak awal proyek direncanakan dan harus tercantum di kontrak. Hal ini bertujuan agar sejak awal proyek dilaksanakan, semua individu yang berada di lingkup konstruksi mengetahui tugas dan wewenang masing-masing.

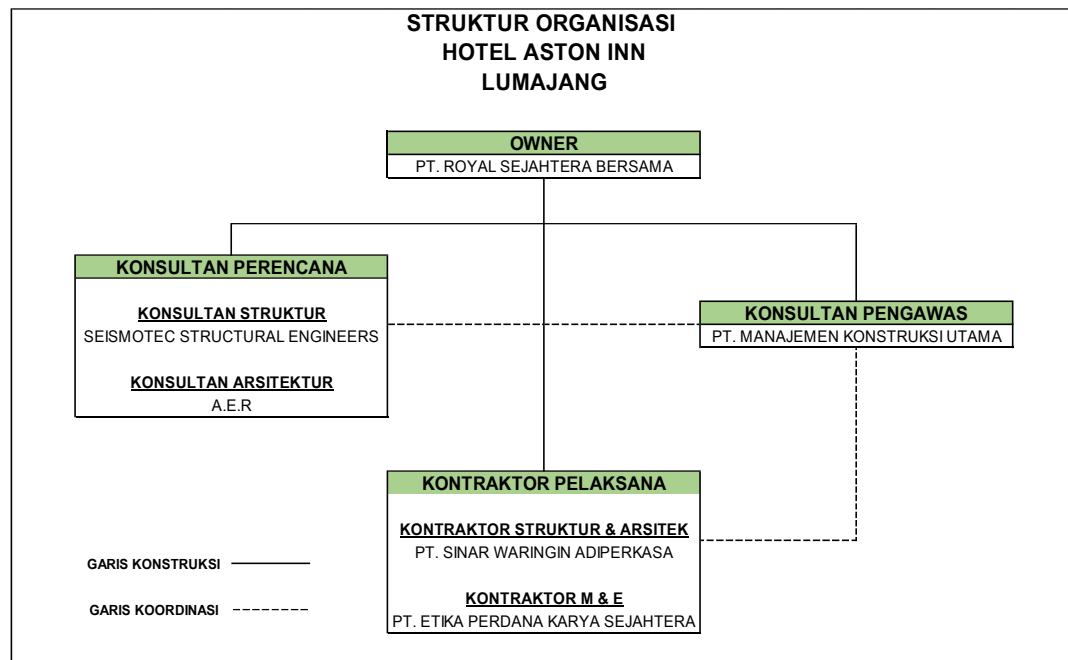
2.2 Struktur Organisasi

2.2.1 Umum

Dalam melakukan perencanaan dan pembangunan suatu proyek perlu adanya struktur organisasi pada proyek tersebut. Hal ini bertujuan agar pembangunan dapat berjalan secara efektif dan efisien sesuai dengan rencana dan mendapat hasil maksimal demi kepuasan seluruh pihak. Struktur organisasi tersebut dilakukan dengan melakukan pembagian tata kerja yang jelas dimana hal tersebut akan memudahkan dalam mengetahui tugas dan tanggung jawab masing-masing komponen yang disesuaikan dengan kemampuan masing-masing untuk mendapat hasil yang optimal.

2.2.2 Hubungan Kerja

Hubungan kerja merupakan komunikasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam suatu pekerjaan. Hubungan kerja antar organisasi ini dimaksudkan agar terdapat suatu keterkaitan antara pemilik proyek (Owner), konsultan perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor pelaksana.



Gambar 2. 1 Struktur organisasi proyek Hotel Aston Inn Lumajang

(sumber : data proyek)

Berdasarkan data yang didapatkan selama kegiatan magang, berikut ini dijelaskan hubungan kerja dalam Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang.

1. *Owner* (Pemilik Proyek)

Owner atau pemilik proyek merupakan seseorang atau organisasi yang memiliki proyek dan memberikan pekerjaan atau tugas kepada pihak penyedia jasa dan yang membayar biaya pekerjaan tersebut. PT. Royal Sejahtera Bersama selaku pemilik proyek atau *Owner* proyek Hotel Aston Inn Lumajang mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Memiliki wewenang sepenuhnya terhadap proyek konstruksi.
- b. Memiliki ide atau rancangan yang jelas terhadap pekerjaan yang diharapkan.
- c. Menunjuk dan memberikan tugas kepada konsultan perencana untuk merancang proyek.
- d. Menunjuk tim pelaksana (kontraktor) untuk mengerjakan proyek tersebut.
- e. Menunjuk pengawas proyek untuk mengawasi secara langsung pelaksanaan proyek.
- f. Bertanggung jawab atas seluruh biaya yang akan dikeluarkan untuk izin mendirikan bangunan.
- g. Mengadakan kesepakatan terlebih dahulu dengan perencana, pengawas dan pihak pelaksana mengenai tugas, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing pihak sesuai dengan aturan yang telah disepakati.
- h. Berhak mengetahui keadaan proyek dan pekerjaan yang telah dilaksanakan.

2. Konsultan Perencana

Konsultan perencana merupakan suatu badan hukum atau perorangan yang diberikan tugas untuk merancang dan mendesain bangunan sesuai dengan keinginan *Owner*. PT, Seismotec Structural Engineers dan PT. A.E.R sebagai konsultan perencana mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Merancang proyek sesuai dengan keinginan dan permintaan pemilik proyek dalam batasan mengenai kegunaan dan strukturnya.
- b. Melakukan analisis yaitu dengan pengumpulan data lapangan serta penyelidikan tanah.
- c. Melakukan berbagai perhitungan dan analisis, termasuk struktur, mekanikal, elektrik, dan plumbing untuk memastikan desain yang dihasilkan memenuhi standar keamanan dan fungsionalitas.
- d. Membuat perencanaan secara detail berupa gambar kerja, rencana kerja dan syarat (RKS) dan rencana anggaran biaya (RAB).
- e. Memberikan klarifikasi desain, menjawab pertanyaan teknis dari kontraktor dan melakukan tinjauan terhadap *shop drawing* dan usulan perubahan.
- f. Memiliki wewenang untuk menyetujui atau menolak usulan perubahan yang diajukan kontraktor dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap integritas desain keseluruhan.
- g. Berpartisipasi dalam proses *commissioning* dan serah terima, memastikan bahwa hasil akhir sesuai dengan desain yang direncanakan.

3. Konsultan Pengawas

Konsultan pengawas merupakan badan hukum atau individu baik swasta maupun instansi pemerintah yang berfungsi sebagai pengawas dan mengontrol jalannya proyek agar mendapat hasil yang optimal sesuai persyaratan yang disepakati. PT. Manajemen Konstruksi Utama sebagai konsultan pengawas mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Mengawasi pekerjaan konstruksi dalam waktu yang telah ditentukan (*time schedule*).
- b. Membimbing dan mengawasi secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan.
- c. Mengkoordinasikan dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antara berbagai bidang agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.
- d. Mengatasi dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir yang diharapkan dengan kualitas, kuantitas dan waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan.

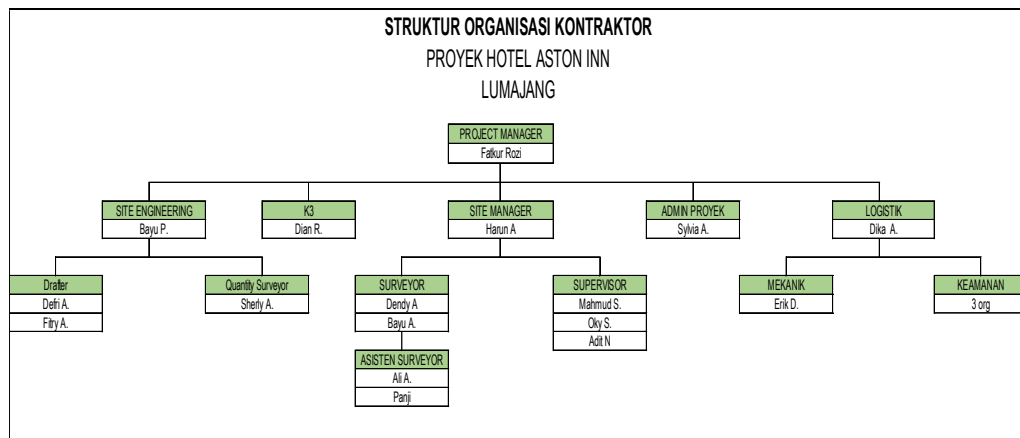
- e. Menghentikan semua pekerjaan bila terjadi penyimpangan dari perjanjian yang sudah disepakati.
 - f. Menyusun laporan kemajuan pekerjaan harian, mingguan dan bulanan.
 - g. Melakukan tindakan antisipatif terhadap adanya kemungkinan bertambahnya pekerjaan.
 - h. Bertanggung jawab untuk mengevaluasi dan menyetujui pengajuan *shop drawing*, metode kerja dan perubahan desain yang diusulkan oleh kontraktor.
 - i. Memeriksa dan memverifikasi tagihan kontraktor, memastikan bahwa pembayaran sesuai dengan pekerjaan yang telah dilaksanakan.
4. Kontraktor

Kontraktor adalah perusahaan atau badan hukum baik swasta atau pemerintah yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan untuk melakukan pekerjaan sesuai dengan penjelasan dalam rencana kerja dan syarat (RKS) serta pihak yang melaksanakan pekerjaan fisik proyek konstruksi. PT. Sinar Waringin Adiperkasa sebagai kontraktor struktur dan arsitektur serta PT. Etika Perdana Karya Sejahtera sebagai kontraktor *mechanical* dan *electrical* mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- a. Melaksanakan proyek sesuai dengan apa yang ada dalam gambar kerja, spesifikasi teknis dan diuraikan dalam persyaratan kontrak.
- b. Menyediakan material dan peralatan konstruksi yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek yang telah mendapat persetujuan dari Owner.
- c. Memberitahukan kepada konsultan pengawas secara tertulis apabila terjadi penyimpangan atau ketidaksesuaian antara spesifikasi teknis dengan gambar kerja.
- d. Menyelenggarakan dan menjadwalkan rapat koordinasi proyek.
- e. Memberikan laporan perkembangan pekerjaan, material dan tenaga yang tepat kepada konsultan pengawas dalam bentuk laporan harian, mingguan dan bulanan.
- f. Menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan (time scheduling).
- g. Mengadakan konsultasi dengan pihak pengawas mengenai perubahan pelaksanaan pekerjaan.
- h. Memastikan bahwa seluruh operasi konstruksi dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan, termasuk penyediaan alat pelindung diri (APD), pelatihan keselamatan, dan penerapan prosedur kerja yang aman.

2.2.3 Struktur Organisasi Kontraktor

Organisasi yang melakukan suatu proyek, memerlukan struktur atau badan organisasi seperti manajer, pembagian kerja, bawahan, tugas dan tingkat manajemen. Berdasarkan data yang didapatkan selama kegiatan magang MBKM, berikut ini dijelaskan struktur organisasi kontraktor PT. Sinar Waringin Adiperkasa beserta tugas dan tanggung jawab dari pihak terlibat.



Gambar 2. 2 Struktur organisasi kontraktor

(sumber : data proyek)

1. *Project Manager*

Project Manager merupakan seseorang professional yang bertanggung jawab untuk merencanakan, melaksanakan dan mengawasi seluruh aspek proyek agar berjalan sesuai tujuan, jadwal, anggaran dan kualitas yang diinginkan. Berikut ini tanggung jawab utama *Project Manager* yaitu:

- a. Bertanggung jawab untuk perencanaan, manajemen, koordinasi dan mengendalikan keuangan proyek konstruksi.
- b. Memastikan kebutuhan klien/*Owner* terpenuhi, proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran.
- c. Membuat rencana penggunaan material dan peralatan konstruksi.
- d. Melakukan analisis, penilaian dan pengendalian terhadap risiko seperti keterlambatan jadwal pekerjaan atau penambahan biaya proyek.
- e. Memastikan standar kualitas konstruksi terpenuhi.
- f. Menggunakan teknologi terbaru dalam bidang IT (Informasi dan Teknologi) untuk mengorganisir tenaga kerja dan kemajuan pekerjaan proyek.
- g. Merekrut tenaga professional, menentukan sub-kontraktor pemenang tender pekerjaan.
- h. Bertanggung jawab penuh terhadap seluruh kegiatan pembukuan keuangan, biaya dan kesesuaian gambar kerja dengan pelaksanaan di lapangan.
- i. Bertanggung jawab penuh terhadap kegiatan serah terima pekerjaan kepada klien/*Owner*.

Project Manager membawahi :

- *Site Engineer*
- K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)
- *Site Manager*
- Admin Proyek
- Logistik

2. *Site Engineer*

Site Engineer adalah seorang professional dalam proyek konstruksi yang bertanggung jawab atas implementasi teknis dan pengawasan di lapangan untuk memastikan pekerjaan berjalan sesuai dengan rencana, spesifikasi dan standar yang telah ditentukan. *Site Engineer* juga menjadi penghubung antara perencanaan proyek yang dilakukan oleh tim desain dan realisasi fisik di lapangan. Beberapa tanggung jawab utama dari seorang *Site Engineer* yaitu:

- a. Pengawasan dan implementasi teknik pekerjaan.
- b. Pengelolaan sumber daya di lapangan dengan mengatur dan mengoordinasikan tenaga kerja, material dan peralatan.
- c. Pemecahan masalah teknis yang muncul selama pelaksanaan konstruksi dan memberikan solusi untuk setiap kendala.
- d. Komunikasi dengan tim konstruksi diantaranya manajer proyek, arsitek serta tim lainnya.
- e. Pengawasan pekerjaan sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan dan melakukan pemeriksaan secara berkala.
- f. Melakukan pencatatan harian terkait pembangunan proyek di lapangan.
- g. Memastikan bahwa seluruh kegiatan di lapangan dilakukan sesuai dengan prosedur keselamatan dan Kesehatan kerja.
- h. Memastikan setiap tahap proyek diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

Site Engineer membawahi :

- *Drafter*
- *Quality surveyor*

3. K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)

K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) adalah suatu sistem yang dirancang untuk melindungi Kesehatan dan keselamatan para pekerja di tempat kerja serta menciptakan lingkungan kerja yang aman dan bebas risiko. Beberapa tujuan utama dari K3 adalah :

- a. Mencegah kecelakaan kerja.
- b. Melindungi Kesehatan pekerja.
- c. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.
- d. Mematuhi peraturan perundang-undangan tentang keselamatan kerja di Indonesia
- e. Meningkatkan produktivitas kerja.
- f. Membudayakan keselamatan kerja.

4. *Site Manager*

Site Manager adalah seorang professional dalam proyek konstruksi yang bertanggung jawab penuh atas pengelolaan dan koordinasi kegiatan di lokasi proyek untuk memastikan proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran dan sesuai standar kualitas yang telah ditentukan. *Site Manager* mengawasi seluruh operasi harian di lokasi proyek dan menjadi penghubung utama antara pekerja lapangan dan manajemen proyek. Beberapa tugas utama seorang *Site Manager* yaitu:

- a. Perencanaan dan pengorganisasian proyek di lapangan.
- b. Pengawasan dan koordinasi tim konstruksi.
- c. Memastikan pekerjaan dilakukan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, serta melakukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki ketidaksesuaian atau kesalahan di lapangan.
- d. Mengelola anggaran proyek yang dialokasikan untuk aktivitas lapangan, mengontrol pengeluaran serta memastikan penggunaan sumber daya secara efisien agar proyek tetap dalam anggaran.
- e. Menegakkan prosedur keselamatan dan memastikan semua pekerja mematuhi standar keselamatan, serta mengidentifikasi potensi bahaya di lapangan.
- f. Pemecahan masalah dan pengambilan keputusan ketika muncul suatu masalah di lapangan, memberikan solusi yang cepat dan efektif untuk meminimalkan hambatan yang menyebabkan keterlambatan atau penambahan biaya.
- g. Melakukan pelaporan harian dan mingguan kepada manajer proyek serta mendokumentasikan kemajuan dan tantangan proyek di lapangan.
- h. Komunikasi dengan pemangku kepentingan.

Site Manager membawahi :

- *Surveyor*
- *Supervisor*

5. Admin Proyek

Admin proyek adalah seorang profesional yang mendukung manajemen administrasi dalam sebuah proyek dengan menangani tugas-tugas administratif untuk memastikan kelancaran operasional proyek. Beberapa tugas utama seorang admin proyek yaitu:

- a. Mengorganisir dan mengarsipkan dokumen-dokumen penting, seperti kontrak, gambar kerja, surat-menyurat, laporan harian dan memastikan bahwa semua dokumen tersimpan dan mudah diakses.

- b. Membantu manajer proyek dan tim proyek dalam memantau jadwal proyek serta membuat pembaruan berkala terkait kemajuan proyek, baik dalam bentuk laporan maupun grafik.
- c. Menyiapkan laporan harian, mingguan atau bulanan yang mencakup aktivitas proyek, penggunaan sumber daya, perkembangan pekerjaan serta biaya yang dikeluarkan.
- d. Menjadi penghubung antara tim proyek dan pihak terkait lainnya, serta mengelola korespondensi seperti email, surat dan panggilan telepon yang berkaitan dengan proyek.
- e. Mengatur jadwal pertemuan antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk rapat koordinasi, rapat mingguan dan pertemuan antara klien dan tim proyek.
- f. Mengumpulkan data dari lapangan, mengolahnya menjadi laporan atau grafik dan melakukan rekapitulasi data yang diperlukan oleh manajemen proyek.
- g. Membantu mengurus kebutuhan pengadaan material atau alat proyek berdasarkan daftar yang diberikan oleh tim Teknik atau Site Manager.
- h. Memantau kehadiran dan lembur pekerja di lapangan, mengelola jadwal kerja dan memastikan data absensi tercatat dengan baik untuk pelaporan.
- i. Mendukung manajemen keuangan proyek dengan mencatat pengeluaran harian, memeriksa kelengkapan dokumen pembayaran dan memastikan transparansi keuangan proyek.

6. Logistik

Logistik dalam proyek adalah proses pengelolaan, perencanaan, pengadaan, penyimpanan, pengiriman dan pengawasan aliran material, peralatan, serta sumber daya lainnya yang diperlukan untuk mendukung kelancaran proyek dari awal hingga selesai. Beberapa tugas utama logistik dalam proyek yaitu:

- a. Perencanaan kebutuhan material dan sumber daya.
- b. Pengadaan dan pembelian material.
- c. Pengawasan transportasi dan pengiriman.
- d. Penyimpanan dan pengelolaan Gudang.
- e. Kontrol persediaan dan inventaris.
- f. Koordinasi dengan tim proyek.
- g. Pengelolaan alat dan peralatan konstruksi.
- h. Pengendalian biaya logistik.

BAB III

ASPEK HUKUM DAN KETENAGAKERJAAN

3.1 Umum

Hukum ketenagakerjaan adalah peraturan hukum yang mengatur hal-hal yang berkaitan dengan ketenagakerjaan. Sebelumnya, undang-undang ketenagakerjaan dikenal dengan istilah perburuhan. Setelah Indonesia mendapatkan kemerdekaannya, regulasi mengenai ketenagakerjaan di Indonesia diatur melalui Undang-Undang Nomor 14 tahun 1969 tentang Pokok-pokok Ketentuan Tenaga Kerja telah berusia 14 tahun. Pada tahun 1997, Undang-Undang ini diubah dengan Undang-Undang Nomor 25 tahun 1997 tentang Ketenagakerjaan. Keberadaan regulasi ini menghasilkan berbagai protes dari masyarakat atas Undang-Undang Ketenagakerjaan. Hal ini, berhubungan dengan isu Menara Jamsostek yang dibangun diduga melalui praktik kolusi dan penyelewengan dana Jamsostek. Undang-Undang Nomor 25 tahun 1997 mengalami penundaan dan akhirnya digantikan dengan Undang-Undang Nomor 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. (Wijayanti, 2009)

Hukum ketenagakerjaan sebelumnya merujuk pada hukum perburuhan yang merupakan terjemahan dari *arbeidsrechts*. Ada beberapa opini dan pembatasan mengenai pengertian hukum ketenagakerjaan. Molenaar mengemukakan pengertian dasar tentang *arbeidsrecht*, yaitu bagian dari hukum yang berlaku yang pada intinya mengatur mengenai relasi antara pekerja dan pengusaha, antara pekerja dengan sesama pekerja, serta pekerja dengan pihak yang berwenang. (Manulang, 2001)

3.2 Pengertian Hukum dan Ketenagakerjaan

Hukum ketenagakerjaan diartikan sebagai himpunan peraturan baik tertulismaupun tidak tertulis yang berkenaan dengan kejadian dimana seseorang bekerja pada orang lain dengan menerima upah. Pengertian itu identic dengan pengertian hukum perburuhan (Njoto & Habib, 2023). Namun, pemahaman mengenai hukum ketenagakerjaan dikatakan masih belum cocok jika dilihat dari perspektif ahli hukum. Pandangan di kalangan pakar hukum mengenai hukum ketenagakerjaan, sebagai berikut:

1. Imam Soepomo

Menjelaskan bahwa hukum tenaga kerja mencakup segala aturan, termasuk yang bersifat jelas dan tidak jelas, yang terkait dengan suatu insiden ketika seseorang bekerja untuk orang lain dalam bentuk resmi dengan menerima bayaran yang sudah ditentukan. Hukum ketenagakerjaan merupakan serangkaian peraturan dan prinsip yang ada secara tertulis atau pun tidak tertulis yang mengatur hubungan laboratorium antara pengusaha dan karyawan atau pekerja.

2. Moleenar

Berpendapat, hukum ketenagakerjaan secara umum mengatur relasi antara pemberi kerja dan pekerja, pekerja dengan pekerja, serta antara pengusaha dengan pengusaha.

3. M.G. Levenbach

Mengemukakan, aturan tenaga kerja merupakan peraturan yang mencakup hubungan pekerjaan antara karyawan dan pengusaha yang pekerjaannya dilakukan dengan pengawasan.

4. Dalivo

Undang-Undang ketenagakerjaan adalah kumpulan aturan, baik yang tercatat maupun yang tak tercatat, yang mengatur interaksi pekerja dan pengusaha dengan imbalan upah sebagai bentuk penghargaan.

3.3 Aspek Hukum dalam Proyek

Aspek hukum dalam proyek mengacu pada kerangka aturan dan regulasi yang harus dipatuhi selama perencanaan, pelaksanaan, hingga penyelesaian suatu proyek (Halim, 2021). Aspek ini mencakup berbagai bidang hukum yang relevan untuk memastikan proyek berjalan sesuai dengan peraturan yang berlaku, serta untuk melindungi semua pihak yang terlibat, termasuk pemilik proyek,

kontraktor, pekerja, dan masyarakat sekitar. Berikut adalah beberapa aspek hukum yang penting dalam proyek:

1. Hukum Kontrak

Mengatur hubungan hukum antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, seperti pemilik proyek, kontraktor, konsultan, dan subkontraktor. Kontrak mencakup kesepakatan tentang lingkup pekerjaan, biaya, jadwal, standar kualitas, serta kewajiban dan hak masing-masing pihak. Penyelesaian perselisihan (dispute resolution) juga sering diatur dalam kontrak proyek.

2. Hukum Perizinan

Mengatur izin-izin yang diperlukan untuk menjalankan proyek, seperti izin mendirikan bangunan (IMB), analisis dampak lingkungan (AMDAL), izin lokasi, dan izin operasional lainnya. Tujuannya adalah untuk memastikan proyek mematuhi ketentuan hukum terkait tata ruang, lingkungan, dan penggunaan lahan.

3. Hukum Ketenagakerjaan

Mengatur hubungan kerja antara pemberi kerja dan pekerja dalam proyek, termasuk upah, jam kerja, hak cuti, keselamatan kerja, serta jaminan sosial. Aspek ini juga mencakup perlindungan terhadap hak pekerja dan kewajiban pemberi kerja sesuai dengan undang-undang ketenagakerjaan.

4. Hukum Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Mengatur standar keselamatan dan kesehatan kerja untuk mencegah kecelakaan dan melindungi kesejahteraan pekerja di lokasi proyek. Aspek ini diatur melalui peraturan pemerintah, seperti peraturan tentang alat pelindung diri (APD) dan standar keselamatan konstruksi.

5. Hukum Lingkungan

Mengatur pengelolaan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh proyek, seperti polusi, limbah, atau perubahan ekosistem. Proyek harus mematuhi regulasi seperti AMDAL dan kewajiban untuk melakukan pengelolaan limbah serta rehabilitasi lingkungan.

6. Hukum Pajak

Mengatur kewajiban pajak yang terkait dengan proyek, seperti pajak pertambahan nilai (PPN), pajak penghasilan (PPh), dan pajak bumi dan bangunan (PBB). Aspek ini penting untuk memastikan bahwa semua transaksi dalam proyek sesuai dengan peraturan perpajakan.

7. Hukum Properti dan Pertanahan

Mengatur kepemilikan dan penggunaan tanah untuk proyek, termasuk pembebasan lahan, sewa tanah, dan konflik hukum terkait kepemilikan lahan. Penting dalam proyek yang melibatkan pengadaan atau penggunaan tanah.

8. Hukum Keuangan dan Pembiayaan

Mengatur sumber pembiayaan proyek, termasuk perjanjian pinjaman, investasi, dan pendanaan lainnya. Aspek ini juga mencakup kewajiban pencatatan keuangan yang transparan dan pelaporan keuangan sesuai standar hukum.

Aspek hukum dalam proyek adalah elemen penting untuk memastikan pelaksanaan proyek berjalan lancar, mematuhi aturan, dan melindungi semua pihak yang terlibat. Dengan memahami dan menerapkan aspek hukum yang relevan, potensi risiko hukum dapat diminimalkan, dan keberhasilan proyek dapat lebih terjamin.

3.4 Aspek Ketenagakerjaan dalam Proyek

Aspek ketenagakerjaan mengacu pada berbagai aturan, kebijakan, dan prinsip yang mengatur hubungan antara pemberi kerja dan pekerja, serta perlindungan dan kewajiban yang harus dipenuhi

oleh kedua belah pihak. Dalam konteks proyek konstruksi atau industri lainnya, aspek ketenagakerjaan bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang adil, aman, dan produktif. Berikut adalah aspek-aspek utama dalam ketenagakerjaan:

1. Hubungan Kerja

Perjanjian Kerja: Mengatur bentuk hubungan antara pekerja dan pemberi kerja, baik dalam bentuk kontrak kerja waktu tertentu (PKWT) maupun tidak tertentu (PKWTT). **Hak dan Kewajiban:** Menetapkan hak pekerja (seperti upah dan cuti) serta kewajiban mereka (seperti melaksanakan tugas pekerjaan), termasuk hak dan kewajiban pemberi kerja.

2. Pengupahan

Upah Minimum: Mengacu pada standar upah minimum yang ditetapkan oleh pemerintah sesuai dengan wilayah atau sektor. **Tunjangan dan Insentif:** Meliputi tunjangan kesehatan, transportasi, lembur, dan bonus kinerja. **Transparansi:** Pengupahan harus dilakukan secara jelas, tepat waktu, dan sesuai perjanjian kerja.

3. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Perlindungan Pekerja: Menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja di tempat kerja dengan menyediakan fasilitas dan pelatihan terkait K3. **Alat Pelindung Diri (APD):** Wajib disediakan oleh pemberi kerja, terutama dalam pekerjaan yang memiliki risiko tinggi, seperti konstruksi. **Protokol Keamanan:** Meliputi prosedur darurat, pengelolaan risiko kecelakaan kerja, dan perlindungan terhadap bahaya lingkungan kerja.

4. Jaminan Sosial Tenaga Kerja

BPJS Ketenagakerjaan: Memberikan perlindungan terhadap kecelakaan kerja, jaminan hari tua, jaminan kematian, dan jaminan pensiun. **BPJS Kesehatan:** Menjamin akses pekerja dan keluarganya terhadap layanan kesehatan.

5. Pemberdayaan dan Pengembangan Pekerja

Pelatihan dan Pendidikan: Memberikan pelatihan kerja untuk meningkatkan kompetensi dan produktivitas pekerja. **Pengembangan Karir:** Memberikan kesempatan bagi pekerja untuk berkembang di dalam organisasi.

6. Cuti dan Waktu Kerja

Jam Kerja: Diatur sesuai dengan undang-undang (misalnya, 40 jam per minggu untuk pekerjaan penuh waktu). **Cuti** Termasuk cuti tahunan, cuti sakit, cuti melahirkan, dan cuti lainnya sesuai aturan. **Lembur** Harus dihitung dan dibayar sesuai ketentuan yang berlaku.

7. Pemberian Hak-Hak Pekerja

Hak Berserikat: Pekerja memiliki hak untuk bergabung atau mendirikan serikat pekerja. **Hak atas Kondisi Kerja Layak:** Meliputi lingkungan kerja yang aman, bebas diskriminasi, dan sesuai standar hukum.

8. Penyelesaian Perselisihan

Mekanisme Penyelesaian: Mengatur cara penyelesaian perselisihan antara pekerja dan pemberi kerja, baik melalui negosiasi, mediasi, arbitrase, atau pengadilan hubungan industrial. **Perlindungan Hukum:** Memberikan perlindungan terhadap tindakan diskriminasi, PHK sepihak, atau pelanggaran hak pekerja.

9. Pemberhentian dan Pemutusan Hubungan Kerja (PHK)

Aturan PHK: PHK harus dilakukan sesuai dengan prosedur yang diatur oleh undang-undang. **Kompensasi:** Pemberi kerja wajib memberikan kompensasi berupa pesangon, uang penghargaan, dan uang penggantian hak jika pekerja diberhentikan.



10. Kepatuhan terhadap Hukum dan Peraturan

Undang-Undang Ketenagakerjaan: Mematuhi UU Ketenagakerjaan yang berlaku di negara tersebut, seperti UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan di Indonesia. Pengawasan yaitu Mematuhi pengawasan dari instansi terkait untuk memastikan kondisi kerja sesuai regulasi.

Aspek ketenagakerjaan bertujuan untuk menciptakan hubungan kerja yang harmonis, adil dan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan memperhatikan aspek-aspek ini, perusahaan dapat meningkatkan kesejahteraan pekerja sekaligus meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan proyek.

3.5 Job Safety Analysis

Menurut OSHA 3071 revisi tahun 2002, JSA adalah teknik analisis bahaya pada pekerjaan sebagai cara untuk mengidentifikasi bahaya sebelum terjadi sebuah incident atau kecelakaan kerja. JSA adalah alat yang penting dalam manajemen keselamatan (Roughton & Crutchfield, 2015). Jika digunakan secara konsisten dan benar, adanya JSA dapat meningkatkan kemampuan pekerja dalam membangun portofolio bahaya dan risiko yang terkait dengan berbagai pekerjaan, langkah kerja dan tugas rinci dilakukan oleh karyawan yang terlibat dalam pekerjaan yang akan dilakukan.

PT. ROYAL SEJAHTERA BERSAMA  <small>MANAJEMEN KONSTRUKSI UTAMA PROJECT MANAGEMENT CONSULTANT</small>	JOB SAFETY ANALISIS (JSA) Item Pekerjaan			 <small>SINAR WARINGIN ADIPERKASA</small>	
	Proyek : ASTON INN - LUMAJANG				
Proyek Pekerjaan : ASTON INN - LUMAJANG No : SUBYEK JSA Tanggal Pengajuan : NO / JSA / ARS / BULAN / TAHUN Start Pelaksanaan :					
TASK-KEY STEPS JOB	MESIN DAN PERALATAN	POTENSI KECELAKAAN DAN BAHAYA	TINDAKAN PENGAMANAN DAN PENCEGAHAN	CHECK LIST	
				YA	TIDAK
ITEM JSA					
Diketahui Pemberi Tugas, PT. Royal Sejahtera Bersama		Diperiksa & disetujui MK, PT. Manajemen Konstruksi Utama		Diajukan oleh Kontraktor PT. Sinar Waringin Adiperkasa	
(.....) Representative Owner		(.....) (.....) Const. Manager SO		(.....) (.....) Project Manager SO	
<small>No. Form. MKU-QMS-ENG - 08</small>		<small>Rev : 00</small>		<small>Tanggal :</small>	

Gambar 3. 1 Job Safety Analisis

(sumber : Dokumen Proyek)

3.6 Jumlah Tenaga Kerja

Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang memiliki jumlah tenaga kerja sebanyak 130 orang dari kontraktor dan konsultan. Namun, jumlah tenaga kerja setiap harinya berbeda-beda sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan. Untuk mengetahui jumlah pekerja per hari dapat ditinjau dari pekerjaan pada tanggal 17 Oktober 2024, jumlah tenaga kerja dalam satu hari sebanyak 118 orang ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.1 Jumlah Tenaga Kerja per hari Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn
(sumber: dokumen proyek)

No.	Status	Jumlah
Staff Konsultan		
1.	Construction Manager & Architecture Engineer	1
2.	Structure Engineer	1
3.	MEP Engineer	1
4.	Admin	1
5.	Inspektor	1
Staff Kontraktor		
1.	Project Manager	1
2.	Manager konstruksi	4
3.	Struktur engineer	1
4.	Drafter	2
5.	Admin	1
6.	Safety	1
7.	Logistic	1
8.	Pelaksana utama	2
9.	Pelaksana struktur	2
10.	Mekanik	2
11.	Survey	3
12.	Asisten survey	1
13.	Operator <i>tower crane</i>	1
14.	Operator <i>truck mixer</i>	1

Tenaga Kerja		
1.	Mandor	3
2.	Tukang Kayu	27
3.	Tukang Besi	26
4.	K3 Harian	10
5.	Tukang Pasang Bata	8
6.	Tukang Aci	8
7.	Tukang Plester	6
8.	Tukang Mekanik	2
Total		118

3.7 Hak dan Kewajiban

Pada pasal 27 ayat 2 UUD 1945 dinyatakan bahwa "Tiap-tiap warga negara berhak atas pekerjaan dan penghidupan yang layak bagi kemanusiaan". Berikut beberapa hak yang didapatkan oleh pekerja (Hanipa dkk., 2023).

1. Mendapatkan upah.
2. Mendapatkan cuti sesuai dalam kontrak kerja perusahaan.
3. Berhak mendapatkan perlindungan keamanan dan kesehatan dari perusahaan.

4. Berhak melakukan proses hukum apabila pekerja mendapat tuduhan yang tidak sesuai.
5. Tidak mendapatkan diskriminasi.
6. Memperoleh kebebasan dalam menjaga privasi.
7. Bebas dalam mengutarakan isi hati, artinya pekerja tidak diperkenankan untuk dipaksa melakukan hal yang tidak baik.

Selain hak yang didapatkan pekerja, terdapat juga kewajiban yang harus dipenuhi. Berikut kewajiban yang harus dilaksanakan oleh pekerja:

1. Pekerja wajib melakukan pekerjaan yang telah disepakati dengan semaksimal mungkin sesuai kemampuannya.
2. Pekerja berkewajiban untuk mematuhi perjanjian atau kontrak kerja.
3. Melakukan *job description* sesuai perintah.
4. Bekerja 8 jam sehari kecuali *overtime* (maksimal lembur 4 jam sehari menurut UU Cipta Kerja pasal 78 ayat (1b)).
5. Menggunakan APD lengkap ketika bekerja.
6. Melindungi segala bentuk rahasia perusahaan.

BAB IV

MANAJEMEN ALAT BERAT

4.1 Umum

Alat berat adalah mesin berukuran besar yang digunakan dalam berbagai industri, seperti konstruksi, pertambangan, pertanian, dan kehutanan, untuk memudahkan pekerjaan berat seperti pengangkutan, pemindahan, dan mendukung konstruksi bangunan tinggi (Randy, 2020). Penggunaan alat berat sangat penting dalam meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu pengerjaan, serta meminimalkan kebutuhan tenaga kerja manual. Jenis alat berat yang sering digunakan antara lain *Tower Crane* (TC), *Truck Mixer* (TM) dan *Concrete Pump* (CP) . Alat berat ini memiliki fungsi yang sesuai dengan tugasnya.

Penggunaan alat berat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi kerja, tetapi juga mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan keselamatan di lokasi proyek. Namun, agar alat berat tetap berfungsi optimal, diperlukan perawatan yang baik, seperti pemeriksaan harian, penggantian suku cadang, pelumasan, dan penyimpanan yang tepat. Dengan pemeliharaan yang baik, alat berat akan lebih tahan lama dan siap digunakan kapan pun dibutuhkan. Secara keseluruhan, alat berat memainkan peran penting dalam keberhasilan proyek-proyek industri dengan mempercepat pengerjaan dan memastikan keamanan serta kualitas hasil kerja.

4.2 Aspek Manajemen Alat Berat

Manajemen alat berat adalah proses pengelolaan yang melibatkan perencanaan, pengoperasian, pemeliharaan, dan pengawasan alat berat dalam suatu proyek. Tujuan utama dari manajemen ini adalah memastikan bahwa alat berat digunakan secara efektif, efisien, dan tepat waktu, sekaligus meminimalkan biaya operasional dan memperpanjang umur alat. Pengelolaan alat berat yang baik akan memastikan proyek berjalan lancar dan sesuai dengan jadwal, dengan risiko downtime yang minimal. Beberapa aspek penting dalam manajemen alat berat yaitu:

1. Perencanaan dan Pengadaan
2. Jadwal Operasional
3. Pemeliharaan dan Perawatan (Mainaintenance)
4. Manajemen Pengoperasian dan Pengawasan
5. Pengawasan Bahan Bakar dan Suku Cadang
6. Pengendalian Biaya
7. Pengaturan Logistik dan Mobilisasi
8. Manajemen Risiko dan Keselamatan
9. Pelaporan dan Dokumentasi
10. Evaluasi Kinerja

Manajemen alat berat yang baik tidak hanya mendukung kelancaran proyek, tetapi juga mengoptimalkan anggaran dan sumber daya, serta mempertimbangkan keselamatan di lokasi pekerjaan.

4.3 Tower Crane



Gambar 4. 2 Tower crane

(sumber : dokumentasi pribadi)

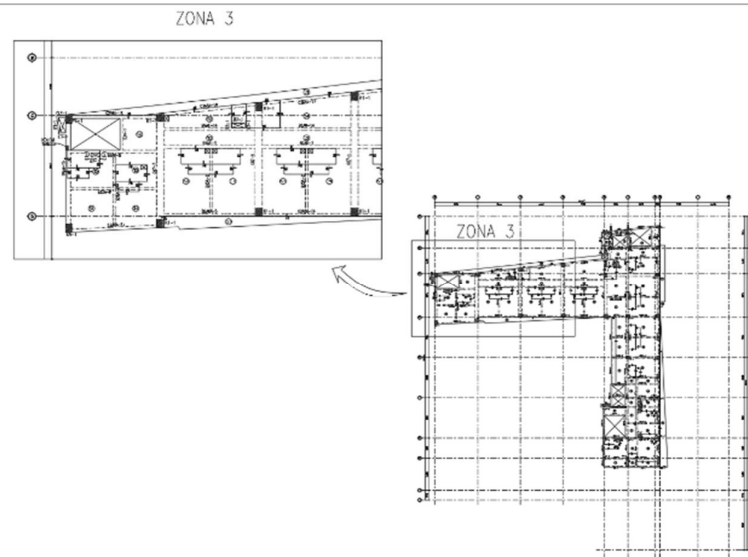
Tower Crane adalah alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Pada saat pemilihan *Tower Crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan, yaitu kondisi lapangan yang tidak luas, ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain, dan pergerakan alat tidak perlu. Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena tower crane diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berlangsung, *Tower Crane* harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai dengan daya jangkauan yang ditetapkan. (Purwiyono, 2023)

Pada Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang memiliki lahan yang bersebelahan langsung dengan rumah – rumah dan ruko disekitarnya, sehingga letak *Tower Crane* didirikan pada area pintu lobby Gedung Hotel Aston Inn Lumajang. *Tower crane* tersebut memiliki fungsi utama sebagai penunjang distribusi material dan peralatan yang digunakan untuk keberlangsungan project. Pada proyek ini, digunakan *Tower Crane* tipe QTZ250(7032) fabrikasi Dahan Construction Machinery, dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Pemilik Alat : PT. Sinar Waringin Adiperkasa
- Tipe : QTZ250(7320)
- Fabrikasi : Dahan Construction Machinery, China
- Tahun : 2015
- Peraturan yang berlaku : Permanaker. No 8 Tahun 2020
- Tinggi menara : 40 m
- Panjang jib : 70 m
- Jumlah seksi jib : 12 seksi
- Panjang counterweight jib : 20,68 m
- Berat counterweight jib : 20,8 ton
- Kapasitas Hoisting : 2,5 Ton (70 m)
: 12 Ton (21,4 m)
- Kecepatan Hoisting : 30 m/menit
- Kecepatan Slewing : 0,7 rpm
- Kecepatan Trolley : 63 m/menit

- Kecepatan Landing : 45 m/menit

Produktivitas dari alat berat tower crane akan ditinjau ketika tower crane beroperasi pada pekerjaan pembesian kolom, bekisting kolom, dan pengecoran kolom. Kolom yang ditinjau merupakan kolom K1-1 dengan jumlah 6 kolom dan kolom K5-1 dengan jumlah 2 kolom pada zona 3 lantai 4.



Gambar 4. 3 Site plan proyek Hotel Aston Inn Lumajang

(sumber : data proyek)

4.3.1 Berat Material

Untuk material yang dipakai terdiri dari baja tulangan mutu 420B diameter 19 mm, 13mm, dan 10mm yang beratnya volume tulangan dikalikan massa jenis baja tulangan 7850 kg/m³. Bekisting kolom dengan material triplek tebal 12mm yang beratnya dikalikan dengan masa jenis kayu 450 kg/m³, lalu aksesoris bekisting kolom yang terdiri dari lock beam, tie rod, wing nut, dan baja hollow diasumsikan dengan berat total 150 kg per satu set bekisting kolom. Beton segar kolom yang beratnya volume dikalikan dengan massa jenis beton 2400 kg/m³, lalu berat *bucket* cor kapasitas 800 liter adalah 300 kg. Data rekapitulasi berat dari material bekisting, baja tulangan, dan beton pada kolom K1-1 dan K5-1 ditulis pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 Perhitungan berat material

(sumber: dokumen pribadi)

Material	Berat Material (KG)		
	Kolom K1-1	Kolom K5-1	Total Berat
Beton	18734.4	5304	24038.4
Bekisting	1135.86	372.58	1508.44
Baja Tulangan	2186.46	554.28	2740.74

4.3.2 Sudut Slewing dan Jarak Trolley

Penentuan jarak *trolley* dan sudut putaran *slewing* dari jib dihitung menggunakan rumus *pythagoras* dengan acuan koordinat dari ketiga titik. Terdapat tiga titik yang ditinjau yaitu titik awal material, titik menara *Tower Crane*, dan titik kolom. Berikut perhitungan untuk mencari jarak *trolley* dan sudut *slewing* tersebut dengan contoh terhadap langsir material *precast* baja tulangan K1-1 as grid D/2:

Tabel 4. 3 Koordinat area

(sumber: dokumen pribadi)

AREA	TITIK KOORDINAT	
	x	y
Tower Crane (TC)	741114.56	9100680.91
Material (am)	745107.79	9100676.03
Kolom K1-1 grid D/2 (k)	745160.82	9100685.26

- a. Titik awal material terhadap titik tiang *Tower Crane* (D1)

$$D1 = \sqrt{(Y_{tc} - Y_{am})^2 + (X_{am} - X_{tc})^2}$$

$$D1 = \sqrt{(9100680,91 - 9100676,03)^2 + (745107,79 - 745114,56)^2}$$

$$D1 = 8,34 \text{ m}$$

- b. Titik tiang *Tower Crane* terhadap titik kolom K1-1 as grid D/2 (D2)

$$D2 = \sqrt{(Y_k - Y_{tc})^2 + (X_{tc} - X_k)^2}$$

$$D2 = \sqrt{(9100685,26 - 9100680,91)^2 + (745114,56 - 745160,82)^2}$$

$$D2 = 46,45 \text{ m}$$

- c. Titik awal material terhadap titik kolom K1-1 as grid D/2 (D3)

$$D3 = \sqrt{(Y_{am} - Y_k)^2 + (X_k - X_{am})^2}$$

$$D3 = \sqrt{(9100680,91 - 9100685,26)^2 + (745160,82 - 745107,79)^2}$$

$$D3 = 53,21 \text{ m}$$

- d. Jarak *travelling trolley* (Dt)

$$Dt = |D2 - D1|$$

$$Dt = |46,45 - 8,34|$$

$$Dt = 38,11 \text{ m}$$

- e. Sudut *slewing* JIB

$$\cos \alpha = \frac{D1^2 + D2^2 - D3^2}{2xD1xD2}$$

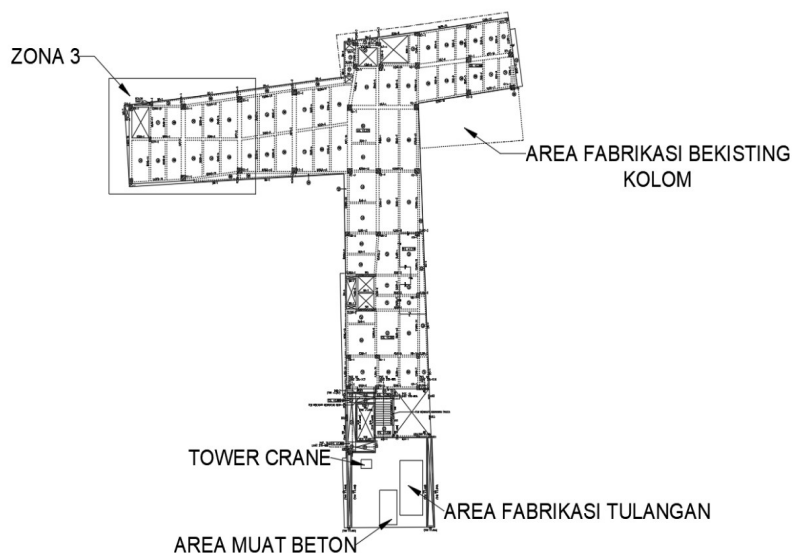
$$\cos \alpha = \frac{8,34^2 + 46,45^2 - 53,21^2}{2x8,34x46,45}$$

$$\cos \alpha = -0,779$$

$$\alpha = 141,17^\circ$$

$$\alpha = 2,46 \text{ rad}$$

Setelah menghitung persamaan diatas, untuk memindahkan material dari area fabrikasi *precast* baja tulangan kolom menuju titik kolom K1-1 as grid D/2, didapatkan jarak *travelling trolley* sepanjang 38,11 m dan sudut *slewing* JIB sebesar $141,17^\circ$ atau $2,46 \text{ rad}$.



Gambar 4. 4 Site plan tower crane

(sumber : data pribadi)

Berikut adalah hasil perhitungan sudut *Slewing dan Travelling Trolley* pada lantai 4 zona 3 Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang.

Tabel 4. 4 Perhitungan sudut slewing dan travelling trolley

(sumber: dokumen pribadi)

Titik Kolom	Material	Sudut Slewing ($^{\circ}/rad$)	Jarak Travelling Trolley (m)	Tinggi Hosting (m)	Tinggi Landing (m)
K1-1 (C/2)	Beton	176,633 / 3,082	43,439	21,650	0,500
	Bekisting	57,803 / 1,008	6,825	10,200	2,800
	Tulangan	149,047 / 2,601	43,298	15,550	1,000
K1-1 (C/3)	Beton	171,54 / 2,994	40,896	21,650	0,500
	Bekisting	52,714 / 0,920	4,282	10,200	2,800
	Tulangan	143,958 / 2,512	40,755	15,550	1,000
K1-1 (C/4)	Beton	167,133 / 2,917	39,845	21,650	0,500
	Bekisting	50,408 / 0,879	3,231	10,200	2,800
	Tulangan	139,547 / 2,435	39,703	15,550	1,000
K1-1 (D/2)	Beton	177,172 / 3,092	38,260	21,650	0,500
	Bekisting	58,343 / 1,018	1,645	10,200	2,800
	Tulangan	149,046 / 2,610	38,118	15,550	1,000
K1-1 (D/3)	Beton	143,931 / 2,512	36,195	21,650	0,500
	Bekisting	52,688 / 0,919	0,277	10,200	2,800
	Tulangan	143,931 / 2,512	36,195	15,550	1,000
K1-1 (D/4)	Beton	166,561 / 2,907	34,615	21,650	0,500
	Bekisting	47,732 / 0,833	1,999	10,200	2,800
	Tulangan	138,975 / 2,425	34,473	15,550	1,000
K5-1 (C/1)	Beton	179,619 / 3,134	46,023	21,650	0,500
	Bekisting	61,551 / 1,074	9,408	10,200	2,800
	Tulangan	152,794 / 2,666	45,881	15,550	1,000
K5-1 (D/1)	Beton	178,799 / 3,120	41,331	21,650	0,500
	Bekisting	62,371 / 1,088	4,716	10,200	2,800
	Tulangan	153,614 / 2,681	41,189	15,550	1,000

4.3.3 Waktu Siklus Pelaksanaan Tower Crane

Diambil contoh perhitungan untuk siklus waktu dalam langsir beton terhadap kolom K1-1 grid C/2. Untuk mencari waktu siklus menggunakan satu persamaan yang sama dalam setiap fasenya, yaitu:

$$\text{Waktu fase (t)} = \frac{\text{Jarak Fase (S)}}{\text{Kecepatan Fase (V)}}$$

a. Waktu Berangkat

- Waktu Muat = 1,583 menit
- Hoisting
 - Kecepatan Hoisting = 30 m/menit
 - Tinggi Hoisting = 21,650 m
 - Maka:
 - Waktu Hoisting = $\frac{21,650 \text{ m}}{30 \text{ m/menit}}$ = 0,721 menit
- Slewing
 - Kecepatan Slewing = 0,7 rpm
 - Sudut slewing = 3,082 rad
 - Maka:
 - Waktu Slewing = $\frac{3,082 \text{ rad}}{0,7 \text{ rpm}}$ = 4,402 menit
- Trolley
 - Kecepatan Trolley = 63 m/menit
 - Jarak Trolley = 43,439 m
 - Maka:
 - Waktu Trolley = $\frac{43,439 \text{ m}}{63 \text{ m/menit}}$ = 0,689 menit
- Landing
 - Kecepatan Landing = 45 m/menit
 - Tinggi Landing = 0,5 m
 - Maka:
 - Waktu Landing = $\frac{0,5 \text{ m}}{45 \text{ m/menit}}$ = 0,011 menit
- Waktu Bongkar = 6,650 menit

b. Waktu Kembali

- Hoisting
 - Kecepatan Hoisting = 30 m/menit
 - Tinggi Hoisting = 0,5 m
 - Maka:
 - Waktu Hoisting = $\frac{0,5 \text{ m}}{30 \text{ m/menit}}$ = 0,017 menit
- Slewing
 - Kecepatan Slewing = 0,7 rpm
 - Sudut slewing = 3,082 rad
 - Maka:

Waktu Slewing	$= \frac{3,082 \text{ rad}}{0,7 \text{ rpm}}$
	$= 4,402 \text{ menit}$
- Trolley	
Kecepatan Trolley	$= 63 \text{ m/menit}$
Jarak Trolley	$= 43,439 \text{ m}$
Maka:	
Waktu Trolley	$= \frac{43,439 \text{ m}}{63 \text{ m/menit}}$
	$= 0,689 \text{ menit}$
- Landing	
Kecepatan Landing	$= 45 \text{ m/menit}$
Tinggi Landing	$= 21,650 \text{ m}$
Maka:	
Waktu Landing	$= \frac{43,439 \text{ m}}{63 \text{ m/menit}}$
	$= 0,481 \text{ menit}$

Total waktu siklus (berangkat):

$$= \text{Waktu Muat} + \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \text{Trolley} + \text{Landing} + \text{Waktu Bongkar}$$

$$= 1,583 + 0,721 + 4,402 + 0,689 + 0,011 + 6,650$$

$$= 14,056 \text{ menit atau } 14 \text{ menit } 4 \text{ detik}$$

Total waktu siklus (kembali):

$$= \text{Hoisting} + \text{Slewing} + \text{Trolley} + \text{Landing}$$

$$= 0,017 + 4,402 + 0,689 + 0,481$$

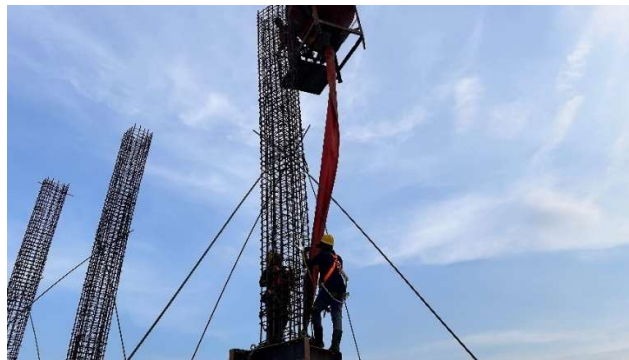
$$= 5,589 \text{ menit atau } 5 \text{ menit } 36 \text{ detik}$$

Total waktu siklus (berangkat dan kembali) :

$$= 14,056 + 5,589$$

$$= 19,645 \text{ menit atau } 19 \text{ menit } 39 \text{ detik}$$

Jadi untuk satu waktu siklus dari muat beton ke kolom K1-1 C/2 hingga kembali ke tempat muat beton lagi, dibutuhkan waktu 19 menit 39 detik.



Gambar 4. 5 Pengecoran menggunakan bucket dengan tower crane

(sumber : dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 6 Penyambungan kolom setelah fabrikasi dengan tower crane

(sumber : dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 7 Pemasangan bekisting kolom dengan tower crane

(sumber : dokumentasi pribadi)

Total waktu siklus dari langsir material beton, baja tulangan, dan bekisting dari kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3 disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. 5 Siklus pelaksanaan tower crane pada kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3

JENIS KOLOM (GRID)	MATERIAL	WAKTU SIKLUS											JUMLAH SIKLUS	TOTAL (menit)
		WAKTU BERANGKAT						WAKTU KEMBALI						
		MUAT (menit)	HOISTING (menit)	TROLLEY (menit)	SLEWING (menit)	LANDING (menit)	BONGKAR (menit)	HOISTING (menit)	TROLLEY (menit)	SLEWING (menit)	LANDING (menit)			
K1-1 (C/2)	BETON	1.583	0.721	0.689	4.402	0.011	6.650	0.017	0.689	4.402	0.481	1.470	21.115	
	TULANGAN	1.645	0.518	0.687	3.716	0.022	11.220	0.033	0.687	3.716	0.346	1.000	22.591	
	BEKISTING	2.350	0.340	0.108	4.404	0.062	7.830	0.093	0.108	1.441	0.227	1.000	16.964	
K1-1 (C/3)	BETON	2.226	0.722	0.649	4.277	0.011	11.239	0.017	0.649	4.277	0.481	1.470	24.548	
	TULANGAN	1.947	0.518	0.647	3.589	0.022	12.508	0.033	0.647	3.589	0.346	1.000	23.847	
	BEKISTING	2.450	0.340	0.068	1.314	0.062	8.641	0.093	0.068	1.314	0.227	1.000	14.578	
K1-1 (C/4)	BETON	1.402	0.722	0.632	4.167	0.011	8.197	0.017	0.632	4.167	0.481	1.470	20.429	
	TULANGAN	3.150	0.518	0.630	3.479	0.022	12.315	0.033	0.630	3.479	0.346	1.000	24.604	
	BEKISTING	2.235	0.340	0.051	1.257	0.062	8.217	0.093	0.051	1.257	0.227	1.000	13.790	
K1-1 (D/2)	BETON	1.912	0.722	0.607	4.417	0.011	13.227	0.017	0.607	4.417	0.481	1.470	26.419	
	TULANGAN	1.335	0.518	0.605	3.730	0.022	10.731	0.033	0.605	3.730	0.346	1.000	21.655	
	BEKISTING	2.370	0.340	0.026	1.455	0.062	7.456	0.093	0.026	1.455	0.227	1.000	13.510	
K1-1 (D/3)	BETON	1.583	0.722	0.577	1.314	0.011	6.492	0.017	0.577	1.314	0.481	1.470	13.086	
	TULANGAN	1.645	0.518	0.575	3.589	0.022	12.145	0.033	0.575	3.589	0.346	1.000	23.036	
	BEKISTING	3.889	0.340	0.004	1.314	0.062	8.661	0.093	0.004	1.314	0.227	1.000	15.908	
K1-1 (D/4)	BETON	2.493	0.722	0.549	4.153	0.011	9.293	0.017	0.549	4.153	0.481	1.470	22.421	
	TULANGAN	1.258	0.518	0.547	3.465	0.022	14.567	0.033	0.547	3.465	0.346	1.000	24.769	
	BEKISTING	3.124	0.340	0.032	1.190	0.062	8.679	0.093	0.032	1.190	0.227	1.000	14.969	
K5-1 (C/1)	BETON	2.367	0.722	0.731	4.478	0.011	7.171	0.017	0.731	4.478	0.481	1.225	22.412	
	TULANGAN	2.465	0.518	0.728	3.810	0.022	12.553	0.033	0.728	3.810	0.346	1.000	25.013	
	BEKISTING	4.129	0.340	0.149	1.535	0.062	9.663	0.093	0.149	1.535	0.227	1.000	17.882	
K5-1 (D/1)	BETON	3.279	0.722	0.656	4.458	0.011	5.414	0.017	0.656	4.458	0.481	1.225	21.377	
	TULANGAN	1.645	0.518	0.654	3.830	0.022	11.825	0.033	0.654	3.830	0.346	1.000	23.357	
	BEKISTING	2.350	0.340	0.075	1.555	0.062	8.566	0.093	0.075	1.555	0.227	1.000	14.898	
TOTAL SIKLUS WAKTU PEKERJAAN BETON (menit)												171.807		
TOTAL SIKLUS WAKTU PEKERJAAN TULANGAN (menit)												188.873		
TOTAL SIKLUS WAKTU PEKERJAAN BEKISTING (menit)												122.500		

4.3.4 Efisiensi

Saat dilakukan pengamatan secara langsung pada pekerjaan tulangan, beton, dan bekisting untuk semua kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3, memiliki rincian efisiensi waktu pelaksanaan sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Efisiensi waktu pelaksanaan tower crane pada kolom K1-1 dan K5-1 pada zona 3
(sumber: dokumen pribadi)

Material	Siklus Waktu (S)	Waktu Pelaksanaan (W)	Efisiensi (S/W)
	(menit)	(menit)	
Beton	171.807	167.530	1.026
Tulangan	188.873	185.040	1.021
Bekisting	122.500	119.710	1.023
Rata-rata Efisiensi			1.023

4.3.5 Produktivitas

Produktivitas dari tower crane untuk pekerjaan pengecoran, baja tulangan, dan bekisting dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Produktivitas Tower Crane} = \frac{\text{Satuan Pekerjaan}}{\text{Total Waktu Siklus}} \times \text{Efisiensi}$$

Dari rumus tersebut maka didapatkan hasil dari produktivitas tower crane untuk pengangkatan material tulangan, beton, dan bekisting pada tabel berikut:

Tabel 4. 7 Produktivitas tower crane untuk pengoperasian beton, baja tulangan dan bekisting

Tabel 4. 8 (sumber: dokumen pribadi)

MATERIAL	PRODUKTIVITAS (KG/MENIT)
BETON	143.133
BAJA TULANGAN	14.844
BEKISTING	12.597
RATA-RATA PRODUKTIVITAS	56.858

Pada tabel diatas didapatkan nominal produktivitas dari alat berat tower crane yang beroperasi untuk pengangkatan material beton, baja tulangan, dan bekisting sebesar 56,858 kg/menit yang telah dikalikan dengan nilai efisiensi siklus waktu sebesar 1,023.

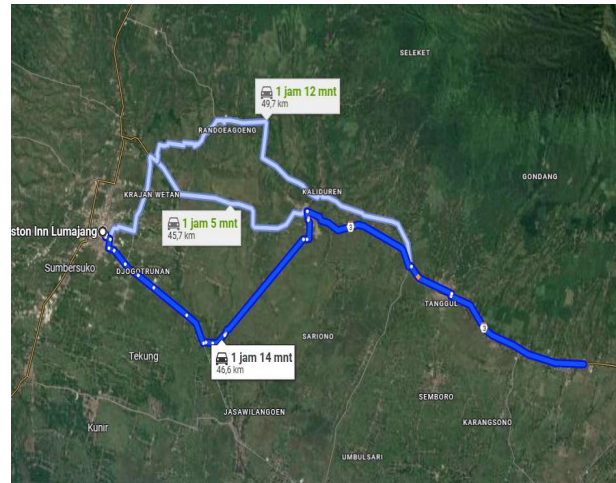
4.4 Truck Mixer



Gambar 4. 8 Truck mixer

(sumber : dokumentasi pribadi)

Truck Mixer merupakan alat yang digunakan untuk membawa campuran beton segar dari pabrik pembuatan *ready-mix (batching plan)* ke lokasi proyek dengan bak yang terus menerus berputar (Jawat dkk., 2018), untuk menuang beton segar dari *Truck Mixer* ke tempat yang sudah ditentukan. Pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Aston Inn Lumajang, *Truck Mixer* yang digunakan berkapasitas 7 m³. *Batching plan* yang digunakan yaitu Merak Jaya Beton yang berlokasi di Jember. Waktu yang dibutuhkan untuk menuju ke lokasi proyek dari *batching plan* yakni kurang lebih 1 jam 15 menit.



Gambar 4. 9 Rute truck mixer dari batching plant ke lokasi proyek

(sumber : google maps)

4.5 Concrete Pump



Gambar 4. 10 Concrete pump

(sumber : dokumentasi pribadi)

Concrete pump adalah alat yang digunakan untuk memindahkan beton dari *mixer truck* ke lokasi pengecoran. Alat ini membantu mempercepat dan mempermudah pekerjaan pengecoran, terutama untuk area yang sulit dijangkau. *Concrete pump* bekerja dengan menggunakan sistem hidrolik dan listrik (Jawat dkk., 2018). Cara kerjanya adalah dengan menghisap beton dari *mixer truck* dan mengirimkannya melalui selang ke lokasi pengecoran.

4.5.1 Jenis-jenis Concrete Pump

Concrete pump memiliki beberapa jenis diantaranya:

Concrete pump longboom



Gambar 4. 11 Concrete pump longboom

(sumber : google)

Jenis ini memiliki lengan yang panjang untuk menjangkau area yang sulit dijangkau, seperti bangunan tinggi atau terowongan.

Concrete pump mini



Gambar 4. 12 Concrete pump mini

(sumber : google)

Jenis ini digunakan untuk bangunan yang hanya bisa diakses kendaraan mini truk

Concrete pump standart



Gambar 4. 13 Concrete pump standart

(sumber : google)

Jenis ini digunakan untuk bangunan rendah seperti rumah pribadi, ruko dan restoran

Forteble



Gambar 4. 14 Forteble

(sumber : google)

Jenis ini biasa disebut dengan pompa kodok, digunakan untuk bangunan proyek seperti bendungan,, waduk, Pelabuhan dan sebagainya.

4.5.2 Produktivitas

Concrete pump merupakan peralatan yang memainkan peran penting dalam memindahkan beton yang sudah dicampur dari *truk mixer* atau *batching plant* ke lokasi pengecoran. Waktu dalam perhitungan produktivitas pengecoran meliputi: waktu efektif, waktu *delay* dan waktu total. Waktu efektif adalah waktu yang dibutuhkan *Concrete Pump* untuk memompa beton ready mix dan mengalirkan ke bagian yang di cor. Waktu *delay* adalah waktu ketika *Concrete Pump* berhenti melakukan pemompaan. Waktu total adalah jumlah waktu efektif dan waktu *delay*. Untuk menghitung produktivitas *Concrete Pump*, dengan contoh area pengecoran dari *Truck Mixer* 1 lantai 5 yaitu:

$$\text{Produktivitas Concrete Pump} = \frac{\text{Volume Beton Segar (m}^3\text{)}}{\text{Total Waktu (menit)}}$$

$$\text{Produktivitas Concrete Pump} = \frac{7 \text{ m}^3}{29.95 \text{ menit}} = 0.234 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Dilakukan perhitungan untuk produktivitas concrete pump pada pekerjaan pengecoran balok dan plat lantai pada lantai 5 dan 6 zona 3. Pada zona 3 mulai lantai 5-7 memiliki denah yang tipikal sehingga volume pengecoran dari lantai tersebut sama. Volume beton segar yang dibutuhkan untuk pekerjaan pengecoran tersebut yaitu 63 m³. Untuk hasil dari waktu pengecoran dan produktivitas dari concrete pump untuk lantai 5 dan 6 zona 3 terlampir pada tabel berikut:

Tabel 4. 9 Waktu pengecoran lantai 5 menggunakan concrete pump

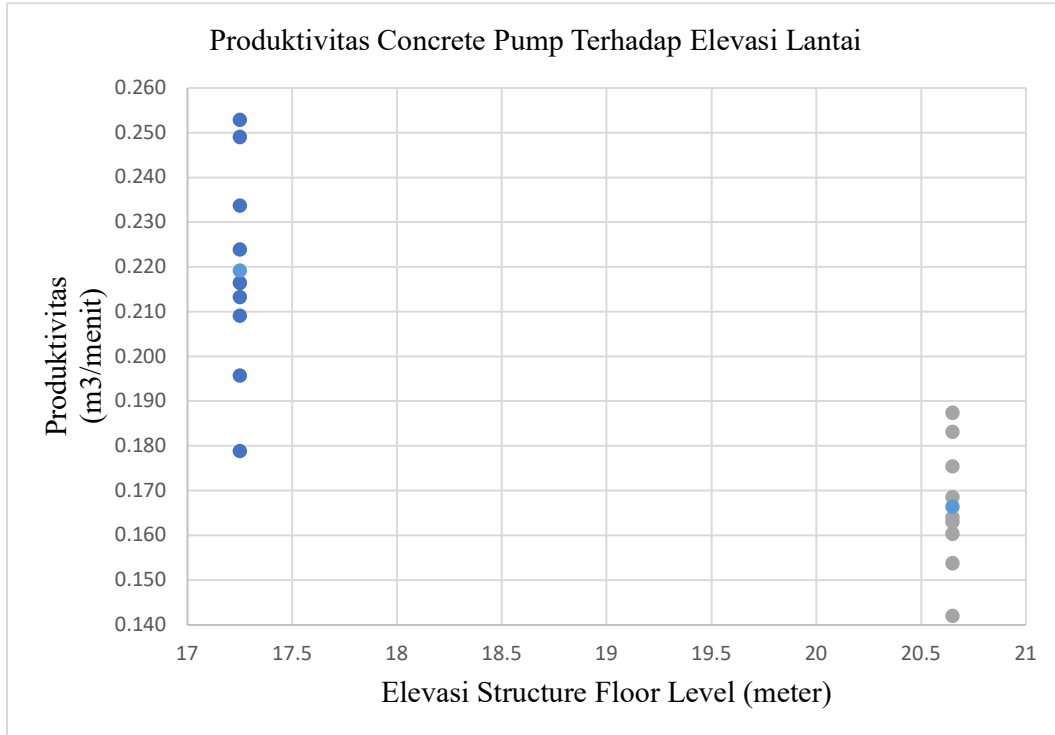
(sumber: dokumen pribadi)

LANTAI 5					
Area	Volume	Waktu Efektif	Waktu Delay	Total Waktu	Produktivitas
(Per 1 TM)	(m3)	(menit)	(menit)	(menit)	(Volume/Total Waktu) (m3/menit)
1	7	21.69	8.26	29.95	0.234
2	7	20.17	7.51	27.68	0.253
3	7	23.91	15.23	39.14	0.179
4	7	21.43	10.91	32.34	0.216
5	7	27.12	8.64	35.76	0.196
6	7	21.39	12.08	33.47	0.209
7	7	22.84	9.98	32.82	0.213
8	7	22.98	8.28	31.26	0.224
9	7	20.64	7.47	28.11	0.249
Rata Rata Total Waktu (menit)					32.281
Rata Rata Total Produktivitas (m3/menit)					0.219

Tabel 4. 10 Waktu pengecoran lantai 6 menggunakan concrete pump
(sumber: dokumen pribadi)

LANTAI 6					
Area	Volume	Waktu Efektif	Waktu Delay	Total Waktu	Produktivitas
(Per 1 TM)	(m ³)	(menit)	(menit)	(menit)	(Volume/Total Waktu) (m ³ /menit)
1	7	29.38	10.52	39.9	0.175
2	7	27.34	10.02	37.36	0.187
3	7	31.82	17.46	49.28	0.142
4	7	28.86	13.82	42.68	0.164
5	7	34.24	11.28	45.52	0.154
6	7	28.78	14.16	42.94	0.163
7	7	30.68	12.96	43.64	0.160
8	7	30.96	10.56	41.52	0.169
9	7	28.28	9.94	38.22	0.183
Rata Rata Total Waktu (menit)					42.340
Rata Rata Total Produktivitas (m³/menit)					0.16642

Setelah melakukan produktivitas concrete pump untuk memompa beton segar menuju lantai 5 dan 6, didapatkan nilai produktivitas 0.219 m³/menit dan 0.166 m³/menit. Lalu dilakukan analisa menggunakan grafik persamaan linier agar dapat diketahui berapa selisih rata – rata produktivitas concrete pump antara elevasi lantai 5 dan 6, dengan selisih elevasi antar lantai yaitu 3,4 meter.



Gambar 4. 15 Grafik produktivitas concrete pump pada pengecoran lantai 5 dan 6
(sumber : data pribadi)

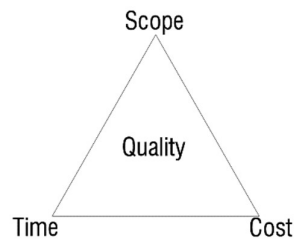
Dari grafik diatas kita bisa mendapatkan kesimpulan bahwa produktivitas *concrete pump* pada lantai 5 dengan elevasi 17,25 meter memiliki rata-rata 0,219 m³/menit, sedangkan produktivitas *concrete pump* pada lantai 6 dengan elevasi 20,85 meter memiliki rata-rata 0,166 m³/menit. Maka didapatkan selisih rata-rata produktivitas dari *concrete pump* ketika sedang beroperasi saat pengecoran lantai 5 dan lantai 6 sebesar 0,053 m³/menit .

BAB V

ADMINISTRASI PROYEK

5.1 Umum

Setiap proyek pastinya memiliki berbagai macam pekerjaan, pentingnya adanya Administrasi proyek yang bertujuan sebagai pengelola segala bentuk kegiatan Administrasi, yang dapat membuat berbagai pekerjaan berjalan sesuai tugasnya masing masing (Rully dkk., 2022). Administrasi proyek merupakan salah satu tahap dari runtutan dalam pengelolaan kontrak yang sangat diperhitungkan dari kegiatan administrasi. Tugas dari Administrasi sendiri adalah memastikan segala aspek Administratif berjalan sesuai dengan rencana dan telah terdokumentasi dengan baik. Pelaksanaan proyek harus berpegang pada tiga kendali (Triple Constraint) yaitu, Mutu (Scope), Waktu (Time), Biaya (Cost).



Gambar 5 1 Triple constraint of project management

(sumber : google)

Administrasi proyek mencakup koordinasi sumber daya (Manusia, Material, dan Teknologi), penyusunan jadwal, pengelolaan resiko, komunikasi dengan pihak bersangkutan, serta pemantauan dan evaluasi kinerja proyek maupun pekerja. Secara umum Administrasi Proyek bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dan efisiensi setiap pekerjaan proyek agar tujuan utama tercapai. Dalam Administrasi Proyek sendiri memiliki Struktur Organisasi yang mendefinisikan tanggung jawab, wewenang, dan alur koordinasi.

5.2 Struktur Organisasi

Proyek pembangunan Hotel Aston Inn yang berada di Kota Lumajang Jalan Panglima Sudirman no. 83, Kec. Tompokersan, Kab. Lumajang merupakan proyek yang dilaksanakan oleh PT. Sinar Waringin Adiperkasa sebagai kontraktor pelaksana, PT. Manajemen Konstruksi Utama sebagai Konsultan pengawas, dan PT. Royal Sejahtera Bersama sebagai Pemilik Proyek (*Owner*).

5.2.1 Unsur-unsur Organisasi Proyek

1. Pemilik Proyek (*Owner*)

**PT. ROYAL
SEJAHTERA
BERSAMA**

Gambar 5 2 Logo owner

(sumber : dokumen proyek)

Owner atau pemilik proyek merupakan seseorang atau organisasi yang memiliki proyek dan memberikan pekerjaan atau tugas kepada pihak penyedia jasa dan yang membayar biaya

pekerjaan tersebut (Mahatmavidya Arya, 2023). PT. Royal Sejahtera Bersama selaku pemilik proyek atau Owner proyek Hotel Aston Inn Lumajang mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Memiliki wewenang sepenuhnya terhadap proyek konstruksi.
- b. Memiliki ide atau rancangan yang jelas terhadap pekerjaan yang diharapkan.
- c. Menunjuk dan memberikan tugas kepada konsultan perencana untuk merancang proyek.
- d. Menunjuk tim pelaksana (kontraktor) untuk mengerjakan proyek tersebut.
- e. Menunjuk pengawas proyek untuk mengawasi secara langsung pelaksanaan proyek.
- f. Bertanggung jawab atas seluruh biaya yang akan dikeluarkan untuk izin mendirikan bangunan.
- g. Mengadakan kesepakatan terlebih dahulu dengan perencana, pengawas dan pihak pelaksana mengenai tugas, kewajiban dan tanggung jawab masing-masing pihak sesuai dengan aturan yang telah disepakati.
- h. Berhak mengetahui keadaan proyek dan pekerjaan yang telah dilaksanakan.

2. Konsultan Perencana



Gambar 5 3 Logo PT. A.E.R.

(sumber : dokumen proyek)



Gambar 5 4 Logo PT. Seismotec Structural Engineer

(sumber : dokumen proyek)

Konsultan perencana merupakan suatu badan hukum atau perorangan yang diberikan tugas untuk merancang dan mendesain bangunan sesuai dengan keinginan *Owner* (Mahatmavidya Arya, 2023). PT. Seismotec Structural Engineers dan PT. A.E.R sebagai konsultan perencana mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Merancang proyek sesuai dengan keinginan dan permintaan pemilik proyek dalam batasan mengenai kegunaan dan strukturnya.
- b. Melakukan analisis yaitu dengan pengumpulan data lapangan serta penyelidikan tanah.
- c. Melakukan berbagai perhitungan dan analisis, termasuk struktur, mekanikal, elektrik, dan plumbing untuk memastikan desain yang dihasilkan memenuhi standar keamanan dan fungsionalitas.
- d. Membuat perencanaan secara detail berupa gambar kerja, rencana kerja dan syarat (RKS) dan rencana anggaran biaya (RAB).
- e. Memberikan klarifikasi desain, menjawab pertanyaan teknis dari kontraktor dan melakukan tinjauan terhadap *shop drawing* dan usulan perubahan.
- f. Memiliki wewenang untuk menyetujui atau menolak usulan perubahan yang diajukan kontraktor dengan mempertimbangkan dampaknya terhadap integritas desain keseluruhan.
- g. Berpartisipasi dalam proses *commissioning* dan serah terima, memastikan bahwa hasil akhir sesuai dengan desain yang direncanakan.

3. Konsultan Pengawas



Gambar 5 5 Logo PT. Manajemen Konstruksi Utama

(sumber : dokumen proyek)

Konsultan pengawas merupakan badan hukum atau individu baik swasta maupun instansi pemerintah yang berfungsi sebagai pengawas dan mengontrol jalannya proyek agar mendapat hasil yang optimal sesuai persyaratan yang disepakati (Mahatmavidya Arya, 2023). PT. Manajemen Konstruksi Utama sebagai konsultan pengawas mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Mengawasi pekerjaan konstruksi dalam waktu yang telah ditentukan (*time schedule*).
- b. Membimbing dan mengawasi secara periodik dalam pelaksanaan pekerjaan.
- c. Mengkoordinasikan dan mengendalikan kegiatan konstruksi serta aliran informasi antara berbagai bidang agar pelaksanaan pekerjaan berjalan lancar.
- d. Mengatasi dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang timbul di lapangan agar dicapai hasil akhir yang diharapkan dengan kualitas, kuantitas dan waktu pelaksanaan yang telah ditetapkan.
- e. Menghentikan semua pekerjaan bila terjadi penyimpangan dari perjanjian yang sudah disepakati.
- f. Menyusun laporan kemajuan pekerjaan harian, mingguan dan bulanan.
- g. Melakukan tindakan antisipatif terhadap adanya kemungkinan bertambahnya pekerjaan.
- h. Bertanggung jawab untuk mengevaluasi dan menyetujui pengajuan *shop drawing*, metode kerja dan perubahan desain yang diusulkan oleh kontraktor.
- i. Memeriksa dan memverifikasi tagihan kontraktor, memastikan bahwa pembayaran sesuai dengan pekerjaan yang telah dilaksanakan.

4. Kontraktor Pelaksana



Gambar 5 6 Logo PT. Sinar Waringin Adiperkasa

(sumber : dokumen proyek)

Kontraktor adalah perusahaan atau badan hukum baik swasta atau pemerintah yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan untuk melakukan pekerjaan sesuai dengan penjelasan dalam rencana kerja dan syarat (RKS) serta pihak yang melaksanakan pekerjaan fisik proyek konstruksi (Mahatmavidya Arya, 2023). PT. Sinar Waringin Adiperkasa sebagai kontraktor struktur dan arsitektur serta PT. Etika Perdana Karya Sejahtera sebagai Kontraktor Mekanikal dan Elektrikal mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

- a. Melaksanakan proyek sesuai dengan apa yang ada dalam gambar kerja, spesifikasi teknis dan diuraikan dalam persyaratan kontrak.
- b. Menyediakan material dan peralatan konstruksi yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek yang telah mendapat persetujuan dari *Owner*.

- c. Memberitahukan kepada konsultan pengawas secara tertulis apabila terjadi penyimpangan atau ketidaksesuaian antara spesifikasi teknis dengan gambar kerja.
- d. Menyelenggarakan dan menjadwalkan rapat koordinasi proyek.
- e. Memberikan laporan perkembangan pekerjaan, material dan tenaga yang tepat kepada konsultan pengawas dalam bentuk laporan harian, mingguan dan bulanan.
- f. Menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time scheduling*).
- g. Mengadakan konsultasi dengan pihak pengawas mengenai perubahan pelaksanaan pekerjaan.
- h. Memastikan bahwa seluruh operasi konstruksi dilakukan dengan memperhatikan aspek keselamatan, termasuk penyediaan alat pelindung diri (APD), pelatihan keselamatan, dan penerapan prosedur kerja yang aman.

5.2.2 Struktur Organisasi Proyek

Dalam melakukan perencanaan dan pembangunan suatu proyek perlu adanya struktur organisasi pada proyek tersebut. Hal ini bertujuan agar pembangunan dapat berjalan secara efektif dan efisien sesuai dengan rencana dan mendapat hasil maksimal demi kepuasan seluruh pihak. Struktur organisasi tersebut dilakukan dengan melakukan pembagian tata kerja yang jelas dimana hal tersebut akan memudahkan dalam mengetahui tugas dan tanggung jawab masing-masing komponen yang disesuaikan dengan kemampuan masing-masing untuk mendapat hasil yang optimal.

1. *Project Manager*

Project Manager merupakan seseorang profesional yang bertanggung jawab untuk merencanakan, melaksanakan dan mengawasi seluruh aspek proyek agar berjalan sesuai tujuan, jadwal, anggaran dan kualitas yang diinginkan. Berikut ini tanggung jawab utama *Project Manager* yaitu:

- a. Bertanggung jawab untuk perencanaan, manajemen, koordinasi dan mengendalikan keuangan proyek konstruksi.
- b. Memastikan kebutuhan klien/*Owner* terpenuhi, proyek selesai tepat waktu dan sesuai anggaran.
- c. Membuat rencana penggunaan material dan peralatan konstruksi.
- d. Melakukan analisis, penilaian dan pengendalian terhadap risiko seperti keterlambatan jadwal pekerjaan atau penambahan biaya proyek.
- e. Memastikan Standar kualitas konstruksi terpenuhi.
- f. Menggunakan teknologi terbaru dalam bidang IT (Informasi dan Teknologi) untuk mengorganisir tenaga kerja dan kemajuan pekerjaan proyek.
- g. Merekrut tenaga profesional, menentukan sub-kontraktor pemenang tender pekerjaan.
- h. Bertanggung jawab penuh terhadap seluruh kegiatan pembukuan keuangan, biaya dan kesesuaian gambar kerja dengan pelaksanaan di lapangan.
- i. Bertanggung jawab penuh terhadap kegiatan serah terima pekerjaan kepada klien/*Owner*.

Project Manager membawahi:

- *Site Engineer*
- K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)
- *Site Manager*
- Admin Proyek
- Logistik

2. *Site Engineer*

Site Engineer adalah seorang profesional dalam proyek konstruksi yang bertanggung jawab atas implementasi teknis dan pengawasan di lapangan untuk memastikan pekerjaan berjalan sesuai dengan rencana, spesifikasi dan standar yang telah ditentukan. *Site Engineer* juga menjadi penghubung antara perencanaan proyek yang dilakukan oleh tim desain dan realisasi fisik di lapangan. Beberapa tanggung jawab utama dari seorang *Site Engineer* yaitu:

- a. Pengawasan dan implementasi teknik pekerjaan.

- b. Pengelolaan sumber daya di lapangan dengan mengatur dan mengoordinasikan tenaga kerja, material dan peralatan.
 - c. Pemecahan masalah teknis yang muncul selama pelaksanaan konstruksi dan memberikan solusi untuk setiap kendala.
 - d. Komunikasi dengan tim konstruksi diantaranya manajer proyek, arsitek serta tim lainnya.
 - e. Pengawasan pekerjaan sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan dan melakukan pemeriksaan secara berkala.
 - f. Melakukan pencatatan harian terkait pembangunan proyek di lapangan.
 - g. Memastikan bahwa seluruh kegiatan di lapangan dilakukan sesuai dengan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
 - h. Memastikan setiap tahap proyek diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.
- Site Engineer* membawahi :
- *Drafter*
 - *Quality surveyor*

3. K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)

K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja) adalah suatu sistem yang dirancang untuk melindungi Kesehatan dan keselamatan para pekerja di tempat kerja serta menciptakan lingkungan kerja yang aman dan bebas risiko. Beberapa tujuan utama dari K3 adalah :

- a. Mencegah kecelakaan kerja.
- b. Melindungi Kesehatan pekerja.
- c. Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.
- d. Mematuhi peraturan perundang-undangan tentang keselamatan kerja di Indonesia
- e. Meningkatkan produktivitas kerja.
- f. Membudayakan keselamatan kerja.

4. *Site Manager*

Site Manager adalah seorang profesional dalam proyek konstruksi yang bertanggung jawab penuh atas pengelolaan dan koordinasi kegiatan di lokasi proyek untuk memastikan proyek selesai tepat waktu, sesuai anggaran dan sesuai standar kualitas yang telah ditentukan. *Site Manager* mengawasi seluruh operasi harian di lokasi proyek dan menjadi penghubung utama antara pekerja lapangan dan manajemen proyek. Beberapa tugas utama seorang *Site Manager* yaitu:

- a. Perencanaan dan pengorganisasian proyek di lapangan.
 - b. Pengawasan dan koordinasi tim konstruksi.
 - c. Memastikan pekerjaan dilakukan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, serta melakukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki ketidaksesuaian atau kesalahan di lapangan.
 - d. Mengelola anggaran proyek yang dialokasikan untuk aktivitas lapangan, mengontrol pengeluaran serta memastikan penggunaan sumber daya secara efisien agar proyek tetap dalam anggaran.
 - e. Menegakkan prosedur keselamatan dan memastikan semua pekerja mematuhi standar keselamatan, serta mengidentifikasi potensi bahaya di lapangan.
 - f. Pemecahan masalah dan pengambilan keputusan ketika muncul suatu masalah di lapangan, memberikan solusi yang cepat dan efektif untuk meminimalkan hambatan yang menyebabkan keterlambatan atau penambahan biaya.
 - g. Melakukan pelaporan harian dan mingguan kepada manajer proyek serta mendokumentasikan kemajuan dan tantangan proyek di lapangan.
 - h. Komunikasi dengan pemangku kepentingan.
- Site Manager* membawahi :
- *Surveyor*
 - *Supervisor*

5. Admin Proyek

Admin proyek adalah seorang profesional yang mendukung manajemen administrasi dalam sebuah proyek dengan menangani tugas-tugas administratif untuk memastikan kelancaran operasional proyek. Beberapa tugas utama seorang admin proyek yaitu:

- a. Mengorganisir dan mengarsipkan dokumen-dokumen penting, seperti kontrak, gambar kerja, surat-menyurat, laporan harian dan memastikan bahwa semua dokumen tersimpan dan mudah diakses.
- b. Membantu manajer proyek dan tim proyek dalam memantau jadwal proyek serta membuat pembaruan berkala terkait kemajuan proyek, baik dalam bentuk laporan maupun grafik.
- c. Menyiapkan laporan harian, mingguan atau bulanan yang mencakup aktivitas proyek, penggunaan sumber daya, perkembangan pekerjaan serta biaya yang dikeluarkan.
- d. Menjadi penghubung antara tim proyek dan pihak terkait lainnya, serta mengelola korespondensi seperti email, surat dan panggilan telepon yang berkaitan dengan proyek.
- e. Mengatur jadwal pertemuan antara pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, termasuk rapat koordinasi, rapat mingguan dan pertemuan antara klien dan tim proyek.
- f. Mengumpulkan data dari lapangan, mengolahnya menjadi laporan atau grafik dan melakukan rekapitulasi data yang diperlukan oleh manajemen proyek.
- g. Membantu mengurus kebutuhan pengadaan material atau alat proyek berdasarkan daftar yang diberikan oleh tim Teknik atau Site Manager.
- h. Memantau kehadiran dan lembur pekerja di lapangan, mengelola jadwal kerja dan memastikan data absensi tercatat dengan baik untuk pelaporan.
- i. Mendukung manajemen keuangan proyek dengan mencatat pengeluaran harian, memeriksa kelengkapan dokumen pembayaran dan memastikan transparansi keuangan proyek.

6. Logistik

Logistik dalam proyek adalah proses pengelolaan, perencanaan, pengadaan, penyimpanan, pengiriman dan pengawasan aliran material, peralatan, serta sumber daya lainnya yang diperlukan untuk mendukung kelancaran proyek dari awal hingga selesai. Beberapa tugas utama logistik dalam proyek yaitu:

- a. Perencanaan kebutuhan material dan sumber daya.
- b. Pengadaan dan pembelian material.
- c. Pengawasan transportasi dan pengiriman.
- d. Penyimpanan dan pengelolaan Gudang.
- e. Kontrol persediaan dan inventaris.
- f. Koordinasi dengan tim proyek.
- g. Pengelolaan alat dan peralatan konstruksi.
- h. Pengendalian biaya logistik.

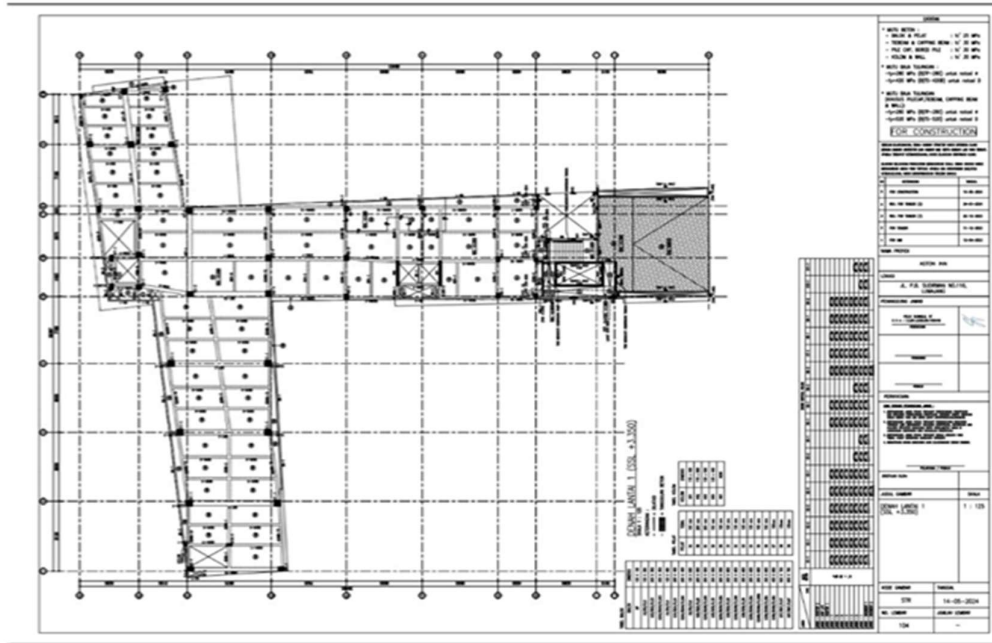
5.3 Sistem Pelaporan

Sistem Pelaporan adalah laporan yang menggambarkan system pertanggungjawaban dari bawahan kepada atasan. Tujuan dari sistem pelaporan adalah agar dapat memantau dan mengendalikan kinerja manajerial dalam menjalankan anggaran yang telah ditetapkan (Abdullah, 2005). Sistem pelaporan mencakup beberapa jenis bagian yang berfungsi untuk memantau kemajuan, mengidentifikasi masalah yang mungkin muncul, dan mengendalikan anggaran.

5.3.1 Laporan Harian

Laporan harian adalah laporan yang dibuat oleh Pelaksana proyek yang dibuat setiap harinya dan diberikan. Poin-poin yang ada dalam Laporan Harian sendiri antara lain:

1. Daftar pekerja yang hadir dihari tersebut
2. Aktivitas pekerjaan yang dilakukan
3. Alat-alat yang digunakan
4. Kendala yang terjadi di lapangan



Gambar 5 8 Site plan for tender

(sumber : dokumen proyek)

5.3.5 Rapat Koordinasi

Rapat koordinasi sebaiknya diadakan setiap minggu untuk menjamin komunikasi dan koordinasi efektif antara semua pihak terkait. Peserta rapat mencakup perwakilan dari kontraktor pelaksana, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan pemilik proyek. Agenda rapat meliputi beberapa poin utama:

- a. Membahas perkembangan proyek.
- b. Mendiskusikan masalah teknis di lokasi proyek dan mencari solusi yang efektif.
- c. Menyajikan alternatif pekerjaan yang mungkin diperlukan.
- d. Membahas solusi untuk masalah teknis, administrasi, atau dana yang muncul.
- e. Mengevaluasi prestasi fisik proyek berdasarkan laporan yang ada.
- f. Memperbarui progres proyek dan memastikan pemahaman yang sama mengenai pencapaian yang telah diraih.

Tujuan rapat koordinasi adalah menciptakan pemahaman bersama, menyelesaikan masalah dengan cepat, dan memastikan proyek berjalan sesuai rencana. Rapat ini juga menjadi platform untuk membahas perubahan atau penyesuaian yang diperlukan selama pelaksanaan proyek.

5.3.6 Kurva-S

Dalam manajemen sebuah proyek harus memiliki kurva-S yang memuat semua jadwal pelaksanaan pekerjaan. Kurva-S merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek (PERUMAHAN KOTA BEKASI Dinda Sulistia & Deliyarti Agustina, 2023). Kurva-S yang bagus adalah ringan disaat awal pekerjaan kemudian berat di tengah dan kemudian ringan lagi di akhir jadwal. Bentuk grafik ini perlu dibuat sebaik mungkin karena akan mempengaruhi arus keuangan proyek dan penjadwalan kedatangan material serta hal-hal penting lainnya. Kurva-S dapat memberikan informasi kemajuan proyek dengan membandingkannya dengan jadwal rencana, sehingga dapat diketahui proyek tersebut mengalami keterlambatan atau tidak. Selain berfungsi untuk mengendalikan waktu, kurva-S juga dapat digunakan untuk mengendalikan biaya proyek. Kurva-S memberikan informasi dengan menampilkan pengeluaran yang terjadi selama periode tertentu dan membandingkannya dengan perencanaan alokasi biaya, sehingga dapat dilihat apakah proyek mengalami kerugian atau tidak. Berikut ini kurva s di proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajan

SCHEDULE
PROYEK ASTON INN, LUMAJANG
PAKET PEKERJAAN STRUKTUR, ARSITEKTUR & PLUMBING

NO.	URAIAN PEKERJAAN	BOBOT	BULAN KE-1					BULAN KE-2					BULAN KE-3					BULAN KE-4					BULAN KE-5					BULAN KE-6					BULAN KE-7					BULAN KE-8					BULAN KE-9					BULAN KE-10					BULAN KE-11					BULAN KE-12				
			02-May-24	09-May-24	16-May-24	23-May-24	30-May-24	06-Jun-24	13-Jun-24	20-Jun-24	27-Jun-24	04-Jul-24	11-Jul-24	18-Jul-24	25-Jul-24	01-Aug-24	08-Aug-24	15-Aug-24	22-Aug-24	29-Aug-24	05-Sep-24	12-Sep-24	19-Sep-24	26-Sep-24	02-Oct-24	09-Oct-24	16-Oct-24	23-Oct-24	30-Oct-24	06-Nov-24	13-Nov-24	20-Nov-24	27-Nov-24	04-Dec-24	11-Dec-24	18-Dec-24	25-Dec-24	01-Jan-25	08-Jan-25	15-Jan-25	22-Jan-25	29-Jan-25	05-Feb-25	12-Feb-25	19-Feb-25	26-Feb-25	05-Mar-25	12-Mar-25	19-Mar-25	26-Mar-25	02-Apr-25	09-Apr-25	16-Apr-25	23-Apr-25	30-Apr-25	07-May-25						
REKAPITULASI																																																														
A	BILL NO. 1 - PRELIMINARIES	9.31%																																																												
B	STRUKTUR	8.91%																																																												
	BILL NO. 2 - SUBSTRUCTURE																																																													
	Capping Beam & Strutting																																																													
	Galian Tanah																																																													
	Pekerjaan GWT & STP																																																													
C	ARSITEKTUR	3.65%																																																												
	BILL NO. 3 - UPPER STRUCTURE																																																													
	Lantai Basement 2																																																													
	LANTAI BASEMENT 1	2.95%																																																												
	LANTAI 1	3.82%																																																												
	LANTAI 2	2.79%																																																												
	LANTAI 3	3.17%																																																												
	LANTAI 4	2.90%																																																												
	LANTAI 5	2.88%																																																												
	LANTAI 6	2.86%																																																												
	LANTAI 7	2.79%																																																												
	LANTAI 8/ROOF TOP	3.05%																																																												
	LANTAI BASEMENT 2	0.22%																																																												
	LANTAI BASEMENT 1	0.42%																																																												
	LANTAI 1	6.46%																																																												
	LANTAI 2	5.35%																																																												
	LANTAI 3	6.67%																																																												
	LANTAI 4	6.56%																																																												
	LANTAI 5	6.40%																																																												
	LANTAI 6	6.40%																																																												
	LANTAI 7	6.28%																																																												
	LANTAI ATAP	1.37%																																																												
	PEKERJAAN FASADE	3.21%																																																												
	PEKERJAAN LANDSCAPE																																																													
	PEKERJAAN LAIN-LAIN	1.42%																																																												
	SUB TOTAL 1	100%																																																												
	PROGRESS KUMULATIF RENCANA																																																													
	PROGRESS AKTUAL MINGGUAN																																																													
	PROGRESS AKTUAL KUMULATIF																																																													
	DEVIASI																																																													

H
A
R
I
R
A
Y
A

I
D
U
L
F
I
T
R
I

DIBUAT OLEH
PT. SINAR WARINGIN ADIKARYA
PROJECT MANAGER

DIPERIKSA OLEH
MANAJEMEN KONSTRUKSI UTAMA
CM

DISETUIJI OLEH
PT. ROYAL SEJAHTERA BERSAMA
OWNER

IE ALBERT SANTOSO WIBOWO

AHMAD RONI HASAN

Ir. TJANDRAKASIH TJIPTADHI

Gambar 5.9 Kurva S
(sumber: dokumen proyek)

5.4 Jenis Kontrak

Pengertian Kontrak sendiri adalah kesepakatan antara dua orang atau lebih mengenai hal tertentu yang disetujui oleh kedua belah pihak. Kontrak sendiri bisa terjadi bila adanya Penyedia Jasa dan adanya Pengguna Jasa. Penyedia jasa disini sendiri adalah Kontraktor yang menyediakan sebuah jasa berupa layanan kepada klien sesuai dengan keinginan dan kesepakatan. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi bahwa Jasa Konstruksi adalah layanan jasa konsultansi konstruksi dan/atau pekerjaan Konstruksi. Beberapa jenis kontrak berdasarkan cara pembayarannya ada 5 jenis yaitu:

1. Lumsom

Kontrak lumsum digunakan dalam ruang lingkup, waktu pelaksanaan, dan produk/keluaran dapat didefinisikan dengan jelas. Kontrak Lumsum digunakan ketika:

- a. Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi sederhana
- b. Pekerjaan Konstruksi Terintegrasi (*design and build*)
- c. Pengadaan peralatan kantor
- d. Pengadaan benih
- e. Pengadaan jasa boga
- f. Sewa gedung
- g. Pembuatan videografi

Pembayaran dalam kontrak Lumsum dengan harga pasti dan tetap, senilai dengan harga yang dicantumkan dalam kontrak. Pembayaran dapat dilakukan sekaligus berdasarkan hasil/keluaran atau pembayaran secara pertahap pekerjaan berdasar tahap atau bagian keluaran yang dilaksanakan (Oka Suputra dkk., 2018).

2. Harga Satuan

Kontrak Harga Satuan digunakan dalam hal ruang lingkup, kuantitas/ volume tidak dapat ditetapkan secara tepat yang disebabkan oleh sifat/karakteristik, kesulitan dan resiko pekerjaan. Dalam Kontrak Harga Satuan pembayaran dilakukan berdasarkan harga satuan yang tetap untuk masing-masing volume pekerjaan dan total pembayaran (*final price*) tergantung kepada total kuantitas/volume dari hasil pekerjaan (Oka Suputra dkk., 2018). Kontrak Harga Satuan digunakan misal untuk kegiatan pembangunan gedung atau Infrastruktur, pengadaan jasa boga pasien di Rumah Sakit.

3. Gabungan Lumsum dan Harga Satuan

Kontrak Gabungan Lumsum dan Harga Satuan digunakan dalam hal terdapat bagian pekerjaan yang dapat dikontrakkan menggunakan Kontrak Lumsum dan terdapat bagian pekerjaan yang dikontrakkan menggunakan Kontrak Harga Satuan. Kontrak Gabungan Lumsum dan Harga Satuan digunakan misalnya untuk Pekerjaan Konstruksi yang terdiri dari pekerjaan pondasi tiang pancang dan bangunan atas.

4. Terima Jadi (*Turnkey*)

Kontrak Terima Jadi digunakan dalam hal Kontrak Pengadaan Pekerjaan Konstruksi atas penyelesaian seluruh pekerjaan dalam batas waktu tertentu dengan ketentuan sebagai berikut:

- a. Jumlah harga pasti dan tetap sampai seluruh pekerjaan selesai dilaksanakan
- b. Pembayaran dapat dilakukan berdasarkan termin sesuai kesepakatan dalam kontrak. Penyelesaian pekerjaan sampai dengan siap dioperasikan/difungsikan sesuai kinerja yang telah ditetapkan. Kontrak Terima Jadi biasa digunakan dalam Pekerjaan Konstruksi terintegrasi, misalnya *Engineering Procurement Construction* (EPC) pembangunan pembangkit tenaga listrik, pabrik, dan lain-lain.

5. Kontrak Payung

Kontrak Payung digunakan dalam hal pekerjaan yang akan dilaksanakan secara berulang dengan spesifikasi yang pasti namun volume dan waktu pesanan belum dapat ditentukan. Kontrak Payung digunakan misalnya pengadaan obat tertentu pada rumah sakit, jasa boga, jasa layanan perjalanan (*travel agent*), atau pengadaan material.

BAB VI

TEKNIK PENGELOLAAN LINGKUNGAN

6.1 Umum

Teknik Pengelolaan Lingkungan adalah cabang dari ilmu Teknik yang mempelajari tentang pencegahan dan perawatan lingkungan dari beberapa elemen mulai dari air, tanah, api, dan udara (Mahdiansah, 2019). Teknik Pengelolaan Lingkungan adalah hal yang sangat penting dan perlu diperhatikan dalam sebuah proyek pembangunan yang terletak di sekitar lingkungan padat penduduk. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009, tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup, Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum.

Proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang ini melibatkan kegiatan yang berdampak terhadap lingkungan sekitar. Untuk meminimalisir dampak negatif yang akan merugikan berbagai pihak, maka diterapkanlah berbagai Teknik pengelolaan Lingkungan yang sesuai dengan regulasi yang telah diterapkan oleh pemerintah dan standart industri konstruksi.

Beberapa aspek yang ada dalam Teknik Pengelolaan Lingkungan dalam menciptakan harmoni antara Pembangunan dan lingkungan meliputi:

- Mampu dan terampil secara teknis dalam memecahkan masalah pengendalian lingkungan melalui perancangan yang menyangkut penyediaan air minum, sistem pembuangan dan pendaur ulangan limbah cair padat dan gas, sistem drainkot dan desa, serta sanitasi lingkungan.
- Mampu mengidentifikasi, memformulasikan / merumuskan, dan memecahkan masalah dalam sistem pengelolaan lingkungan, yaitu AMDAL, Sistem Manajemen Lingkungan (SML), Sistem Manajemen Keselamatan Kesehatan Kerja (SMK3). Sistem Manajemen Lingkungan (SML) Mengacu pada pengelolaan program organisasi secara komprehensif, sistematis, terencana, dan terdokumentasi, mencakup struktur Organisasi, perencanaan, dan sumber daya untuk mengembangkan, menerapkan, dan memelihara kebijakan untuk perlindungan lingkungan.
- Mampu mengidentifikasi dan merancang sistem keselamatan dan kesehatan kerja, mampu mengambil keputusan, menentukan dampak serta resiko proses kerja dan produksi terhadap lingkungan, serta keselamatan dan kesehatan pekerja dan juga masyarakat.
- Mampu menerapkan prinsip dasar manajemen bencana dan memahami situasi tanggap darurat serta infrastruktur pascabencana, bertujuan untuk mengurangi kerugian-kerugian pada saat terjadinya bencana pada masa yang akan mendatang. baik pembangunan fisik maupun penyadaran / peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana seperti mitigasi, kesiapan, tanggapan, dan penormalan kembali.

6.2 Pengertian AMDAL

Berdasarkan Peraturan pemerintah Nomor 29 Tahun 1986, AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan) adalah hasil studi mengenai dampak suatu kegiatan yang direncanakan terhadap lingkungan hidup, yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan (Sukananda & Nugraha, 2020). Dalam kegiatan pembangunan, sangat dibutuhkan suatu pemahaman tentang AMDAL. Dikarenakan AMDAL dapat mencegah kerusakan lingkungan terjadi. Apabila kerusakan lingkungan dapat terjadi karena pembangunan, maka dapat membahayakan manusia terutama mereka yang tinggal di dekat pembangunan tersebut. Dengan adanya AMDAL, setiap pembangunan yang dilakukan oleh perusahaan bisa membuat masyarakat sekitar tetap merasa aman untuk tinggal di wilayah pembangunan. Seiring dengan perkembangan zaman, AMDAL mulai mengalami perkembangan, sehingga yang melakukan pembangunan diharuskan memahami perubahan pada AMDAL. Sebelum adanya AMDAL, Ketika melakukan AMDAL.

6.2.1 Dokumen AMDAL

Setiap kegiatan, usaha, atau aktivitas proyek yang berpotensi menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan wajib memperhatikan AMDAL yang mana dokumennya terdiri dari RKL, dan juga RPL. Menurut Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang disebut UKL-UPL, Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL) adalah sebuah upaya pengelolaan atau penanganan dampak terhadap lingkungan hidup yang diakibatkan dari adanya aktivitas proyek atau rencana usaha. Tujuan dari adanya Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah:

- Menghindari dan mencegah dampak negatif yang ditimbulkan dari aktivitas usaha/ proyek terhadap lingkungan hidup.
- Menanggulangi, meminimalisir, serta mengendalikan kerusakan lingkungan dan pemborosan sumber daya alam secara luas yang timbul dari sebuah kegiatan
- Menghindari konflik yang mungkin dapat terjadi antara masyarakat dan kegiatan lain di sekitarnya.
- Memberikan panduan untuk menjalin interaksi yang saling menguntungkan dengan masyarakat sekitar untuk menghindari konflik yang dapat merugikan semua belah pihak
- Meningkatkan dampak positif agar dapat memberikan lebih banyak lagi manfaat baik kepada masyarakat yang berada di lingkungan sekitar usaha atau proyek tersebut dijalankan.

Sementara Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL) dalam peraturan yang sama merupakan sebuah upaya pemantauan terhadap lingkungan hidup yang terkena dampak dari aktivitas proyek itu sendiri. Atau secara sederhana, RKL adalah upaya untuk mengelola dampak aktivitas proyek, sedangkan RPL adalah pemantauan dari hasil pengelolaan tersebut. Tujuan dari RPL sendiri untuk:

- Sebagai dasar untuk evaluasi dan penyusunan rencana tindak lanjut dalam upaya menyempurnakan pengelolaan secara berkala.
- Mengenal berbagai fenomena/ dampak yang terjadi pada berbagai tingkat. Mulai dari tingkat proyek (memahami dampak yang muncul akibat usaha/ kegiatan), hingga ke tingkat regional.
- Meminimalisir potensi gugatan hukum yang mungkin dilakukan oleh pihak eksternal akibat dampak yang ditimbulkan dari kegiatan proyek atau sejenisnya.

Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup (KA-ANDAL) adalah langkah awal dalam proses penyusunan dokumen AMDAL. KA-ANDAL berfungsi sebagai pedoman untuk mengidentifikasi, merencanakan, dan mengatur pelaksanaan analisis dampak lingkungan yang lebih rinci (Fandeli, 2012). Proses ini mencakup penentuan ruang lingkup dan metodologi yang akan digunakan dalam analisis dampak lingkungan.

Tujuan utama dari KA-ANDAL adalah untuk memastikan bahwa semua potensi dampak lingkungan dari suatu proyek dapat diidentifikasi sejak dini. Ini memungkinkan pengembang proyek untuk merencanakan langkah-langkah mitigasi yang tepat guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. KA-ANDAL juga menjadi dasar bagi masyarakat dan pemerintah untuk memberikan masukan dan tanggapan sebelum proyek dimulai, sehingga tercipta transparansi dan partisipasi publik dalam proses pengambilan keputusan.

6.3 Pengelolaan Lingkungan

6.3.1 Pengendalian Dampak Alat Berat

1. Sumber Dampak

Beberapa alat berat yang dipergunakan dalam Proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang antara lain:

- a. *Tower Crane* adalah alat berat yang digunakan sebagai alat pengangkat material seperti kayu, perancah, besi, dan masih banyak.



Gambar 6. 1 Tower crane

(sumber : dokumentasi pribadi)

- b. *Concrete Pump* adalah alat berat yang berfungsi sebagai alat yang mendistribusikan semen cor dari *Truck Mixer* ke area yang akan di cor.



Gambar 6. 2 Concrete pump

(sumber : dokumentasi pribadi)

(sumber : dokumentasi pribadi)

- c. *Truck Mixer* atau sering disebut truk molen ini berfungsi sebagai mencampur material seperti pasir, kerikil, semen, dan air selama perjalanan ke lokasi.



Gambar 6. 3 Truck mixer

(sumber : dokumentasi pribadi)

2. Jenis Dampak

Dampak yang ditimbulkan akibat penggunaan alat berat adalah menimbulkan kebisingan disekitar area proyek, getaran yang cukup kuat, dan polusi udara seperti debu, pasir, dan asap.

3. Upaya Pencegahan

- Penyesuaian jadwal kerja untuk pengoperasian alat berat ketika malam hari agar warga tidak terganggu saat beristirahat.
- Pembersihan rutin *Site* area agar debu dan pasir tidak menumpuk.

6.3.2 Pengelolaan Kebersihan (Housekeeping)

1. Sumber Dampak

Sampah yang dihasilkan dari proyek konstruksi jauh berdampak lebih besar daripada sampah pada umumnya, dikarenakan sampah yang dihasilkan dari proyek konstruksi berupa sisa-sisa material seperti kayu, baja, logam, Styrofoam, keramik, pipa besi, dan masih banyak lagi yang bisa berdampak fatal bila tidak segera dikelola.

2. Jenis Dampak

- Sampah yang menumpuk disekitar Site area dan menjadi sarang nyamuk dan penghambat air hujan yang menyebabkan air menggenang.
- Debu yang bisa mengganggu area sekitar dan menyebabkan sesak pernafasan.
- Jatuhnya sisa-sisa material yang tidak dikelola dengan baik yang akhirnya tidak dibersihkan yang bisa saja menjatuhkan bangunan orang lain disekitar.



Gambar 6. 4 Sampah dampak proyek

(sumber : dokumentasi pribadi)

3. Upaya Pencegahan

- Penyediaan sampah khusus dan terbagi jenis agar tidak bercampuran dan sampah tidak berserakan di Site area.
- Penyiraman area atau membuat pembatas agar debu tidak terlalu menyebar di luar Site area.
- Pemasangan Safety deck yang mencegah sisa-sisa material menjatuhkan bangunan orang lain disekitar.



Gambar 6. 5 Penyediaan sampah khusus

(sumber : dokumentasi pribadi)



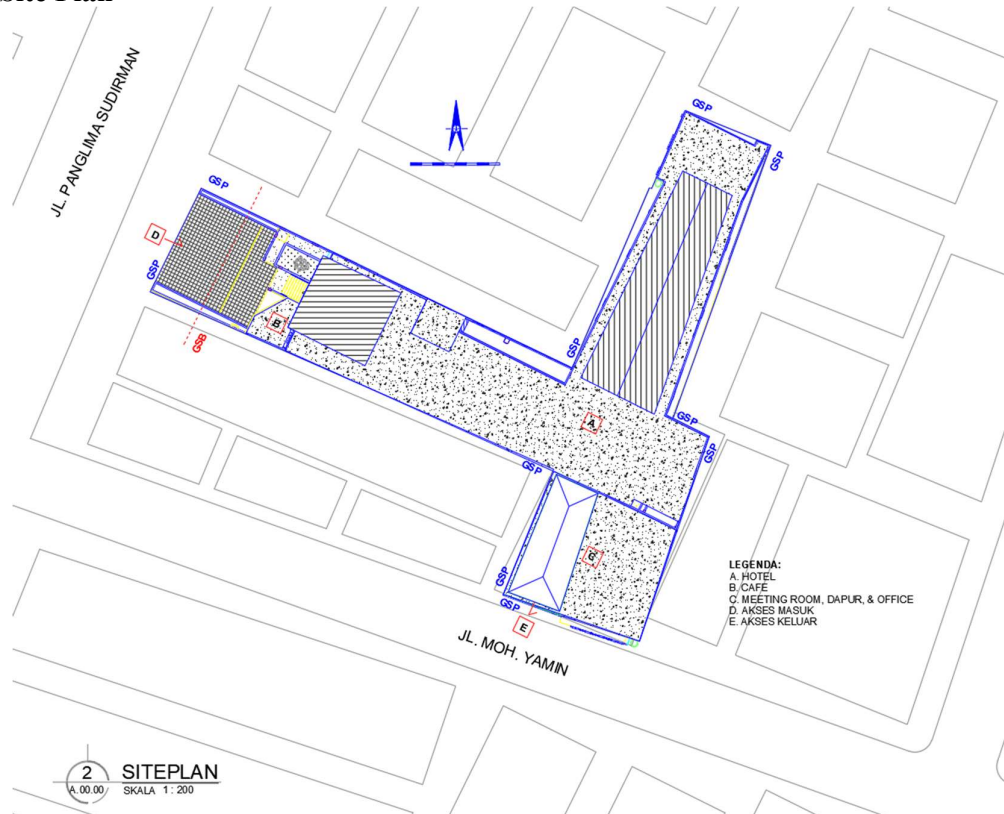
Gambar 6. 6 Pemasangan safety deck

(sumber: dokumentasi pribadi)

BAB VII

STRUKTUR RANGKA GEDUNG TINGGI

7.1 Site Plan



Gambar 7. 1 Site plan Hotel Aston Inn Lumajang

(sumber : dokumen proyek)

7.2 Data Proyek

Lokasi	: Jl. Panglima Besar Sudirman No.83 , Tompokersan, Kec. Lumajang, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur 67316
Waktu Pelaksanaan	: 365 Hari Kalender
Jenis Kontrak	: Harga Satuan
Nilai Kontrak	: RP.31.191.580.000 (Arsitek dan Struktur)
Sumber Dana	: PT. Royal Sejahtera Bersama
Tahun Anggaran	: 2024
Luas Bangunan	: 7,900 m ²
Konsultan Perencana	: - PT. Seismotec Prima Konsultan - PT. A.E.R
Konsultan Pengawas	: PT. Manajemen Kontruksi Utama
Kontraktor Pelaksana	: PT. Sinar Waringin Adiperkasa

7.3 Umum

Pada struktur bangunan tingkat tinggi harus mampu menahan gaya dalam arah vertikal (gravitasi), maupun gaya dalam arah horisontal (gempa). Dari kedua gaya ini, gaya dalam arah vertikal hanya sedikit mengubah gaya gravitasi yang bekerja pada struktur, biasanya direncanakan dengan faktor keamanan yang memadai. Sehingga, struktur umumnya tidak runtuh akibat gaya dalam arah vertikal.

Sedangkan gaya gempa horisontal menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan (failure). Struktur beton bertulang dipilih sebagai salah satu bahan konstruksi pada perencanaan hotel Velins dikarenakan ketersediaan bahan pembuat beton mudah didapat, memberikan harga yang relatif lebih ekonomis dan lebih monolit daripada menggunakan bahan struktur kayu ataupun baja yang sudah jarang ataupun sulit didapat (Liando dkk., 2020a). Pemilihan metode perencanaan gedung hotel Velins ini menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan pertimbangan pendetailannya menghasilkan struktur dengan daktilitas penuh yang memiliki kemampuan dalam berdeformasi inelastis tanpa kehilangan kekuatan (Liando dkk., 2020).

Perencanaan bangunan gedung bertingkat harus mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Selain itu, analisa struktur juga merupakan faktor penting dalam perencanaan bangunan gedung, karena dari analisa struktur akan dihasilkan gaya-gaya seperti momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial yang dapat digunakan sebagai acuan dalam mendesain elemen-elemen struktur, yang diharapkan mampu menahan semua beban yang ada (Liando dkk., 2020b). Beban-beban yang bekerja pada struktur antara lain beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), beban angin (*wind load*), dan juga beban akibat gempa (*earth quake*).

Ketika terjadi gempa, struktur beton bertulang pada gedung bertingkat akan mengalami keruntuhan. Keruntuhan yang terjadi akibat adanya gempa pada umumnya adalah keruntuhan geser. Bagian dari struktur bangunan tahan gempa yang paling besar nilai keruntuhan gesernya yaitu pada daerah hubungan balok-kolom. Hubungan balok-kolom merupakan pertemuan antara bagian tulangan balok dengan tulangan kolom yang saling mengikat tegak lurus satu sama lain menjadi sebuah sendi pada bangunan gedung (Saidatul Alfen Putri Asyari, 2020). Oleh karena itu, pertemuan antara balok-kolom merupakan daerah yang kritis dan sering mengalami kegagalan struktur (Tampubolon, 2021). Dalam hal ini, perencanaan hubungan balok-kolom pada struktur beton bertulang terutama pada bangunan bertingkat tinggi harus didesain dengan matang dan teliti untuk menghindari keruntuhan secara tiba-tiba ketika terjadi gempa (Saidatul Alfen Putri Asyari, 2020).

7.3.1 Plat

Menurut Ali Asroni dalam buku Balok dan Plat Beton Bertulang (2010), yang dimaksud dengan plat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang dapat mendukung perkuatan pada balok. Selain itu, pelat lantai pada bangunan gedung memiliki fungsi sebagai perletakan sistem elektrikal seperti kabel listrik dan lampu pada lantai bawah, tempat berpijak penghuni di lantai atas, serta memisahkan ruang bawah dan ruang atas (Mayanti & Nurmaidah, 2021).



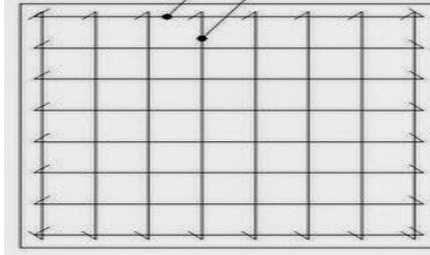
Gambar 7. 2 Plat lantai

(sumber : dokumentasi pribadi)

Berdasarkan fungsi plat adalah menyalurkan gaya akibat beban maka plat dibedakan menjadi dua jenis yaitu plat satu arah dan juga plat dua arah.

a) Plat satu arah

Dikatakan pelat satu arah apabila pelat beton ditumpu oleh balok hanya pada kedua sisinya yang sejajar. Pada kondisi ini pelat akan melentur atau mengalami lendutan dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan. Pelat beton akan lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja (Saragi & Nefa, 2022). Apabila pelat ditumpu balok pada keempat sisinya, maka dihitung rasio bentang panjang (L_y) terhadap bentang pendek (L_x). Jika rasio bentang panjang (L_y) terhadap bentang pendek (L_x) lebih besar atau sama dengan 2, maka pelat lantai tersebut termasuk dalam pelat satu arah dimana beban akan dilimpahkan dalam arah bentang pendek (L_x). Contoh pelat satu arah adalah kantilever.



Gambar 7. 3 Plat satu arah

(sumber: dokumen pribadi)

b) Plat dua arah

Pada sistem struktur ini pelat beton ditumpu oleh balok pada keempat sisinya. Beban yang diterima pelat akan didistribusikan pada keempat balok penumpu kemudian diteruskan kepada kolom. Pada kondisi ini balok penumpu dapat memperkecil lendutan yang terjadi pada pelat lantai. Pada sistem pelat dua arah, rasio bentang panjang (L_y) terhadap bentang pendek (L_x) kurang dari 2 ($L_y/L_x < 2$).



Gambar 7. 4 Plat dua arah

(sumber: internet)

7.3.2 Balok



Gambar 7. 5 Balok

(sumber: dokumentasi pribadi)

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen dari pelat menuju struktur kolom dan diteruskan ke pondasi. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser. Balok pada struktur bangunan merupakan struktur melintang yang menopang beban horizontal yang juga berfungsi untuk menambah kekuatan lentur pada pelat, menambah kekuatan horizontal pada bangunan, dan sebagai pengikat kolom (Rendi dkk., 2021). Penulangan pada balok terdiri dari tulangan tumpuan dan tulangan lapangan. Tulangan tumpuan memiliki jarak seperempat bentang ($\frac{1}{4} L$) dengan jarak antar tulangan yang rapat dan terletak di tepi-tepi bentang. Sedangkan tulangan lapangan memiliki jarak setengah sisanya dengan jarak antar tulangan lebih renggang dan terletak di tengah bentang ($\frac{1}{2} L$).

7.3.3 Kolom



Gambar 7. 6 Kolom

(sumber: dokumentasi pribadi)

Kolom dapat didefinisikan sebagai komponen struktur vertikal yang menahan gaya tekan aksial akibat menopang beban di atasnya. Kolom berfungsi untuk mendistribusikan beban dari balok menuju ke pondasi. Berdasarkan bentuknya, kolom terbagi menjadi 3 macam yaitu kolom dengan penampang segi empat, kolom dengan penampang bundar, dan kolom komposit yang merupakan gabungan dari beton dan profil baja.

Dalam bangunan gedung terdapat 2 jenis kolom yaitu kolom induk dan kolom praktis. Kolom induk merupakan kolom utama yang berfungsi untuk menyanggah atau menahan beban utama yang berada pada gedung. Kolom induk didesain dengan dimensi yang lebih besar daripada kolom praktis dengan jarak 3,5 meter. Sedangkan kolom praktis Kolom praktis merupakan kolom yang berfungsi sebagai struktur kolom pembantu, pada hal ini sebenarnya kolom praktis termasuk dalam pekerjaan arsitek bukan lah termasuk pada bagian pekerjaan struktur, akan tetapi mengingat kondisinya sebagai kolom menahan beban dapat dimasukkan juga dalam pekerjaan struktur, biasanya pekerjaan kolom praktis dapat dilakukan pada antara kolom-kolom utama dan biasanya tulangan kolom praktis dapat di stek pada beton plat atau balok yang sudah di cor dengan cara coring atau dengan cara di bor untuk memasukkan besi tulangan atau stek besi (Restiwi, 2022). Kolom praktis didesain dengan dimensi yang lebih kecil daripada kolom induk yang dipasang dengan jarak 3-4 meter.

Syarat perancangan kolom menurut SNI-03-2874-2002 ada empat ketentuan terkait perhitungan kolom yaitu kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja pada semua bagian yaitu atap, struktur, dan momen yang berasal dari beban hidup dan beban mati, dan momen dari beban tersebut dapat diperhitungkan sebelumnya. Momen yang bekerja pada setiap kolom atau setiap level elevasi pada lantai harus didistribusikan terlebih dahulu pada kolom di bawah dan di atas pelat lantai. Dasar-dasar utama perhitungan yaitu kuat keperluan dan kuat perancangan (Restiwi, 2022).

7.3.4 Shearwall



Gambar 7. 7 Shearwall

(sumber: dokumentasi pribadi)

Shearwall (dinding geser) adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. *Shearwall* merupakan dinding yang berfungsi sebagai pengaku yang menerus sampai ke pondasi dan juga merupakan dinding inti untuk memperkaku seluruh bangunan yang dirancang untuk menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa bumi. *Shearwall* (Almufid & Haq, 2016). Namun, pada Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang, penggunaan shearwall hanya diperuntukkan pada dinding lift.

7.4 Hubungan Balok dan Kolom (HBK)

Pada penelitiannya Alastony & Hernadi (2023) menyebutkan bahwa demi menunjang kenyamanan dan keamanan gedung, selain memiliki kekuatan selama masa layan, gedung tersebut juga harus memiliki kekuatan dalam menghadapi bencana berupa gempa bumi. Kejadian gempa di Indonesia banyak menyebabkan struktur gedung mengalami kerusakan terutama akibat dari hubungan balok-kolom yang tidak memenuhi syarat detailing untuk struktur tahan gempa yang telah diatur dalam SNI 2847-2019. Hubungan balok-kolom struktur rangka beton bertulang merupakan komponen penting yang harus dibangun dengan tepat untuk mempertahankan perilaku daktail dan respons inelastis selama gempa bumi besar terjadi. Sehingga, pada saat terjadi bencana seperti gempa bumi, struktur bangunan tersebut tidak mengalami kegagalan struktur. Dari hasil penelitian oleh (Ismail, 2011) dan (Anggraini, 2019) mengenai kegagalan struktur pada gedung, salah satu alasan terjadinya kegagalan bermula di area sambungan adalah akibat lemahnya sambungan balok kolom dan pemasangan tulangan balok tidak terjangkar cukup panjang ke kolom



Gambar 7. 8 Hubungan balok-kolom

(sumber: dokumentasi pribadi).

Dalam perencanaan sambungan balok dan kolom perlu diperhatikan beberapa syarat yaitu, harus menunjukkan kualitas penampilan dari balok atau kolomnya, mempunyai kekuatan yang minimal sama dengan kombinasi pembebanan paling berbahaya, kekuatannya tidak boleh mempengaruhi kekuatan struktur misalnya

karena terjadinya degradasi kekuatan, mudah pelaksanaannya, baik pada pekerjaan pengecoran maupun pada saat pematatannya (Indriyani et al., 2021).

7.5 Perhitungan Hubungan Balok-Kolom

Hubungan balok kolom pada struktur gedung tinggi memiliki aspek penting untuk direncanakan. Karena pada area tersebut diharuskan untuk memiliki kapasitas geser yang kuat, ketika terjadi gempa diarea inilah tempat dimana balok dan kolom saling berkaitan untuk menerima beban gempa tersebut. Dilakukan contoh perhitungan untuk hubungan balok kolom pada Proyek Hotel Aston Inn untuk lantai 5 grid C/8, pada grid tersebut terdapat joint exterior balok kolom.

7.5.1 Data Perencanaan

- Balok (G57-3)
 - Dimensi = 500 mm x 700 mm
 - Bentang = 9166 mm
 - Konfigurasi tul. tumpuan = Atas (8D22), Pinggang (2D10), Bawah (4D22)
 - Konfigurasi tul. sengkang = 3D10-100
 - Mutu baja tulangan = BJTS 420B ($F_y = 420$ Mpa)
 - Selimut beton = 40 mm
 - Tinggi efektif balok (d) = $h - cc - ds - db/2$
= 589 mm
 - Kuat tekan beton = 25 Mpa
- Balok (G2A6A-10)
 - Dimensi = 250 mm x 650 mm
 - Bentang = 7775 mm
 - Konfigurasi tul. tumpuan = Atas (4D19), Pinggang (2D10), Bawah (2D19)
 - Konfigurasi tul. sengkang = 3D10-100
 - Mutu baja tulangan = BJTS 420B ($F_y = 420$ Mpa)
 - Selimut beton = 40 mm
 - Tinggi efektif balok (d) = $h - cc - ds - db/2$
= 590,5 mm
 - Kuat tekan beton = 25 Mpa
- Balok (G2A6A-14)
 - Dimensi = 250 mm x 650 mm
 - Bentang = 5105 mm
 - Konfigurasi tul. tumpuan = Atas (5D19), Pinggang (2D10), Bawah (3D19)
 - Konfigurasi tul. sengkang = 3D10-100
 - Mutu baja tulangan = BJTS 420B ($F_y = 420$ Mpa)
 - Selimut beton = 40 mm
 - Tinggi efektif balok (d) = $h - cc - ds - db/2$
= 590,5 mm
 - Kuat tekan beton = 25 Mpa
- Kolom (K2-2)
 - Dimensi = 600 mm x 600 mm
 - Tinggi kolom = 3400 mm
 - Tinggi bersih = 2700 mm

7.5.2 Gaya pada Balok

Untuk melakukan perencanaan kapasitas geser pada hubungan balok kolom, dibutuhkan data gaya pada balok meliputi M_{pr}^+ , M_{pr}^- , dan V_e . Gaya dalam pada balok didapatkan dengan melakukan perhitungan asumsi pendekatan hasil dari kapasitas lentur dan geser nominal. Dilakukan contoh perhitungan untuk balok dengan dimensi terbesar pada joint tersebut, yaitu balok G57-3.

- Desain lentur
 - As pasang
As pasang = jumlah tulangan x $\pi/4$ x diameter tulangan²

$$As \text{ pasang} = 8 \times \pi/4 \times 22^2$$

$$As \text{ pasang} = 3041,06 \text{ mm}^2$$

Diasumsikan bahwa as min dan ρ min dari tulangan tersebut sudah memenuhi

- Tinggi balok tegangan balok (a)

$$a = \frac{As \times fy}{0,85 \times fc \times b}$$

$$a = \frac{3041,062 \times 420}{0,85 \times 25 \times 500}$$

$$a = 240,42 \text{ mm}$$

- Kapasitas lentur (Mn)

$$Mn = As \times fy \times (d - a/2) \quad (\text{SNI 2847:2019 pasal 22.2.2.4.1})$$

$$Mn = 3041,06 \times 420 \times (589 - 240,42/2)$$

$$Mn = 598,76 \text{ kNm}$$

- Jarak serat tekan terjauh ke sumbu netral (c)

$$\beta_1 \text{ untuk } fc \text{ 25} = 0,85 \quad (\text{SNI 2847:2019 pasal 22.2.4.3})$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{240,42}{0,85}$$

$$c = 282,85 \text{ mm}$$

- Regangan tarik netto (et)

$$\epsilon_t = \frac{(d-c)}{c \times 0,003} \quad (\text{SNI 2847:2019 pasal 22.2.1.2})$$

$$\epsilon_t = \frac{(589 - 282,85)}{282,85 \times 0,003}$$

$$\epsilon_t = 0,003$$

Pada SNI 2847:2019 tabel 21.2.2 untuk regangan tarik netto yang bernilai diantara 0,002 sampai 0,005, maka digunakan faktor reduksi kekuatan (ϕ) yaitu:

$$\phi = \frac{0,65 + \epsilon_s - 0,002}{0,003 \times 0,25}$$

$$\phi = \frac{0,65 + 0,003 - 0,002}{0,003 \times 0,25}$$

$$\phi = 0,754$$

sehingga kapasitas lentur yang tereduksi adalah (ϕMn)

$$\phi Mn = 0,754 \times 598,76$$

$$\phi Mn = 451,42 \text{ kNm}$$

sehingga dengan melakukan pendekatan nilai kapasitas lentur, maka digunakan asumsi bahwa nilai gaya dalam momen ultimit adalah 451,42 kNm

Tabel 7. 1 Rekapitulasi desain lentur balok G57-3
(sumber: dokumen prinadi)

Penulangan Lentur	As pasang (mm ²)	a (mm)	ϕMn (kN.m)	Mu (kN.m)
Tumpuan Negatif	3041,062	150,264	451,420	451,410
Tumpuan Positif	1520,531	75,132	303,988	303,987

- Desain Geser

- Tinggi balok tegangan balok probable (apr^+ dan apr^-)

$$apr = 1,25 \times a$$

$$apr^- = 1,25 \times 150,264$$

$$apr^- = 187 \text{ mm}$$

$$apr^+ = 1,25 \times 75,132$$

$$apr^+ = 93,915 \text{ mm}$$

- Momen probable (M_{pr}^+ dan M_{pr}^-)
 $M_{pr} = A_s \times (1,25f_y) \times (d - a_{pr}/2)$ (SNI 2847:2019 pasal 18.6.5)
 $M_{pr}^- = 3041,062 \times (1,25 \times 420) \times (589 - 187/2)$
 $M_{pr}^- = 790431390 \text{ Nmm}$
 $M_{pr}^+ = 1520,531 \times (1,25 \times 420) \times (589 - 93,915/2)$
 $M_{pr}^+ = 432700923 \text{ Nmm}$

- Geser probable (V_{pr}) (SNI 2847:2019 Pasal 18.6.5.1)

$$V_{pr} = \frac{(M_{pr}^+ + M_{pr}^-)}{L_n}$$

$$V_{pr} = \frac{(432700923 + 790431390)}{8566}$$

$$V_{pr} = 142789 \text{ N}$$

- Gaya geser desain (V_e)
 Gaya geser desain yang diasumsikan bekerja pada muka-muka joint dan balok dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor di sepanjang bentangnya. Asumsi gaya gravitasi tributary terfaktor pada bentang balok tersebut adalah 328500 N.
 $V_e = V_{pr} + V_g$
 $V_e = 142789 + 328500$
 $V_e = 458161 \text{ N}$

- Tahanan geser beton (V_c)
 Pada SNI 2847:2019 Pasal 18.6.5.2 bahwa tahanan geser beton dapat dianggap 0 jika V_{pr} mempunyai nilai lebih dari sama dengan $0,5 V_e$.

$$V_{pr} \geq 0,5 V_e$$

$$142789 \geq 0,5 \times 458161$$

$$142789 \geq 229081 \text{ (Tidak memenuhi, maka } V_c \text{ harus diperhitungkan)}$$

$$V_c = 0,017 \sqrt{f_c} d \cdot b$$

$$V_c = 0,017 \sqrt{25} 589.250$$

$$V_c = 125163 \text{ N}$$

- Kuat geser nominal dari tulangan geser (V_s)

$$A_v = n \frac{\pi}{4} d_s^2$$

$$A_v = 3 \frac{\pi}{4} 10^2$$

$$A_v = 235,619 \text{ mm}^2$$
 Diasumsikan maximal dari jarak antar sengkang sudah memenuhi

$$V_s = A_v \times f_y \frac{d}{s}$$

$$V_s = 235,619 \times 420 \frac{10}{2}$$

$$V_s = 582875 \text{ N}$$

- Kuat geser nominal total (V_n)
 $V_n = V_s + V_c$

$$V_n = 582875 + 125163$$

$$V_n = 611088 \text{ N}$$

Pada SNI 2847:2019 pasal 21.2.4 diatur untuk faktor reduksi kapasitas geser yaitu 0,75

$$\phi V_n = 0,75 \times 611088$$

$$\phi V_n = 458316 \text{ N}$$

$$\text{CEK } \frac{\phi V_n}{V_e} \geq 1$$

$$\frac{458316}{458161} \geq 1$$

$$1,0003 \geq 1 \text{ (OKE)}$$

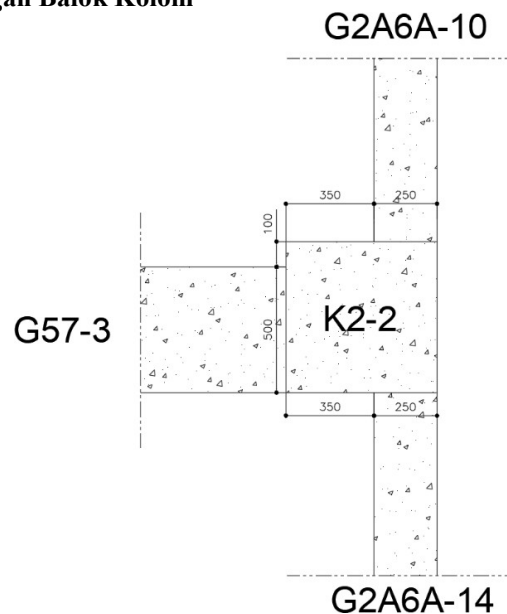
Sehingga asumsi gaya gravitasi tributary terfaktor pada bentang balok tersebut adalah 328500 N sudah memenuhi.

Tabel 7. 2 Rekapitulasi desain geser balok G57-3

(sumber: dokumen pribadi)

M_{pr+} (N.mm)	M_{pr-} (N.mm)	ΦV_n (N)	V_e (N)
410209786	700466843	458316	458161

7.5.3 Perhitungan Hubungan Balok Kolom



Gambar 7. 9 Hubungan balok kolom grid C/8 lantai 5

(sumber: dokumen pribadi)

- Konfigurasi Joint

Pada kolom K2-2 terdapat 3 balok yang merangka pada joint exterior tersebut., namun hanya satu balok yang mengekang yaitu balok G57-3, karena balok G2A6A-14 dan G2A6A-10 memiliki rasio lebar balok terhadap lebar kurang dari 0,75. Maka menurut SNI 2847:2847 Tabel 18.8.4.1 digunakan persamaan untuk nominal kapasitas geser yang terjadi pada hubungan balok kolom tersebut adalah: $V_n = 1 \times \lambda \sqrt{f_c} \times A_{joint}$

- Luas Penampang Efektif Joint (A_j)
Selanjutnya dilakukan contoh perhitungan untuk kapasitas geser dan gaya geser yang terjadi pada joint untuk arah gempa y atau pada joint balok G2A6A-14 dan G2A6A-10. Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.8.4.63 luas penampang efektif suatu joint berasal dari tinggi joint (h_j) dikali lebar efektif joint (b_j). tinggi joint berasal dari lebar kolom (h), sedangkan lebar efektif joint diambil nilai terkecil dari dua poin syarat yaitu:

$$\begin{aligned} \text{- Lebar efektif joint } (b_j) &= (bb) + (h) \\ &= 250 + 600 \\ &= 850 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar efektif joint } (b_j) &= (bb) + 2(x) \\ &= 250 + 2(0) \\ &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Diambil nilai terkecil, maka lebar efektif joint adalah 250 mm

- Tinggi joint (h_j) = 600 mm
Menurut SNI 2847:2019 pasal 18.8.2.4 bahwa tinggi joint (h_j) tidak boleh kurang dari setengah tinggi balok yang merangka pada joint, maka:

$$H_j \geq \frac{1}{2}hb$$

$$600 \text{ mm} \geq \frac{1}{2}650$$

$$600 \text{ mm} \geq 325 \text{ mm (OKE)}$$

Karena h_j yang direncanakan lebih dari setengah tinggi balok, maka nilai 600 mm sudah memenuhi untuk digunakan sebagai tinggi joint.

- Luas penampang efektif joint (A_j) = $b_j \times h$
= 250×600
= 150000 mm^2

Didapatkan luas efektif joint sebesar 150000 mm^2

- Kuat Geser Joint
Setelah didapatkan nilai dari luas efektif joint, selanjutnya dihitung kuat geser joint dengan menggunakan persamaan yang telah ditentukan pada konfigurasi joint:

$$V_n = 1 \times \lambda \sqrt{f_c \times A_{\text{joint}}}$$

$$V_n = 1 \times 1 \sqrt{25 \times 150000}$$

$$V_n = 948683 \text{ N}$$

Pada SNI 2847:2019 pasal 21.2.4.3 diatur mengenai faktor reduksi untuk kuat geser joint adalah 0,85

$$\Phi V_n = 0,85 \times 948683$$

$$\Phi V_n = 806381 \text{ N}$$

- Luas Penampang Baja Tulangan Tumpuan Balok

- (A_s^-) dan (A_s^+) balok G2A6A-10

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan tumpuan atas } (A_s^-) &= n \times \frac{\pi}{4} db^2 \\ &= 4 \times \frac{\pi}{4} 19^2 \\ &= 1134,115 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan tumpuan bawah } (A_s^+) &= n \times \frac{\pi}{4} db^2 \\ &= 2 \times \frac{\pi}{4} 19^2 \\ &= 567,057 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- (A_s^-) dan (A_s^+) balok G2A6A-14

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan tumpuan atas } (A_s^-) &= n \times \frac{\pi}{4} db^2 \\ &= 5 \times \frac{\pi}{4} 19^2 \\ &= 1417,644 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas tulangan tumpuan bawah } (A_s^+) = n \times \frac{\pi}{4} db^2$$

$$= 3 \times \frac{\pi}{4} 19^2$$

$$= 850,586 \text{ mm}^2$$

Hasil luasan tulangan tumpuan pada balok akan digunakan untuk perhitungan gaya geser kontribusi balok

- Gaya Geser Kontribusi Balok

Menurut SNI 2847:2019 Pasal 18.8.2.1 bahwa gaya – gaya pada tulangan longitudinal balok di muka joint harus dihitung dengan mengasumsikan tegangan leleh pada tulangan muka joint adalah 1,25fy, maka:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan probable tulangan } (f_{pr}) &= 1,25 f_y \\ &= 1,25 \times 420 \\ &= 525 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Maka gaya pada tulangan balok adalah tulangan tumpuan atas (F_s^-) dan gaya pada tulangan tumpuan bawah (F_s^+) dikali dengan tegangan leleh probable (f_{pr}):

- (F_s^-) dan (F_s^+) balok G2A6A-10

$$\begin{aligned} \text{Gaya tulangan tumpuan atas } (F_s^-) &= A_s^- \times f_{pr} \\ &= 1134,115 \times 525 \\ &= 595410 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya tulangan tumpuan bawah } (F_s^+) &= A_s^+ \times f_{pr} \\ &= 567,057 \times 525 \\ &= 443014 \text{ N} \end{aligned}$$

- (F_s^-) dan (F_s^+) balok G2A6A-14

$$\begin{aligned} \text{Gaya tulangan tumpuan atas } (F_s^-) &= A_s^- \times f_{pr} \\ &= 1417,644 \times 525 \\ &= 744263 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya tulangan tumpuan bawah } (F_s^+) &= A_s^+ \times f_{pr} \\ &= 850,586 \times 525 \\ &= 446558 \text{ N} \end{aligned}$$

- Gaya Geser Kolom

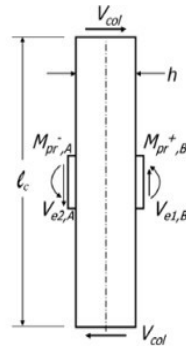
Untuk mencari nominal gaya geser kolom (V_{col}) digunakan metode beam hingging, dimana pada kondisi tersebut kondisi gaya geser balok pada kedua sisi sendi plastis sampai setengah dari lebar kolom diikutsertakan. Hal ini digunakan untuk mencapai kondisi ultimit dari kapasitas geser sebuah joint. Dibutuhkan data dari perhitungan balok pada subab sebelumnya diantaranya adalah:

Tabel 7.3 Rekapitulasi desain geser balok G2A6A-10 dan G2A6A-14

(sumber: dokumen pribadi)

Jenis Balok	M_{pr}^+ (N.mm)	M_{pr}^- (N.mm)	ΦV_n (N)	V_e (N)
G2A6A-10	167453411	318223836	459483	459440
G2A6A-14	244923997	387352927	459483	459350

Menurut NIST GCR 16-917-40:
Gaya geser kolom (Vcol)



Gambar 7. 10 Skematik beam hinging

(sumber: NIST GCR 16-917-40)

$$V_{col} = \frac{[(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) + (Ve1 + Ve2) \frac{h}{2}]}{L_n}$$

Dihitung gaya geser kolom ketika terjadi gempa arah y yang dilalui oleh balok G2A6A-10 dan G2A6A-14

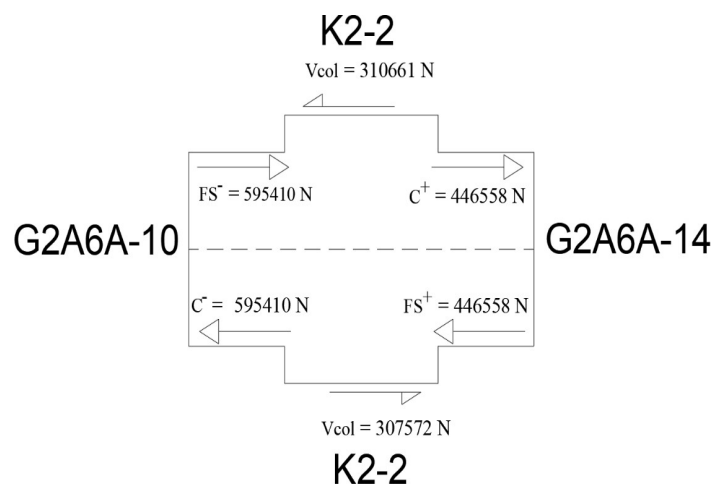
- Gaya geser kolom arah gempa y^+

$$V_{col} = \frac{[(M_{pr_{G2A6A-10}}^+ + M_{pr_{G2A6A-14}}^-) + (Ve_{G2A6A-10} + Ve_{G2A6A-14}) \frac{h}{2}]}{L_n}$$

$$V_{col} = \frac{[(244923997 + 318223836) + (459440 + 459350) \frac{600}{2}]}{2700}$$

$$V_{col} = 310661 \text{ N}$$

- Pengecekan Kapasitas Geser Joint



Gambar 7. 11 gaya geser akibat gempa arah y^-

(sumber: dokumen pribadi)

Irisan atas pada gambar tersebut merupakan ilustrasi dari geser yang terjadi pada joint untuk arah gempa y^- , maka total gaya geser yang terjadi pada joint tersebut adalah:

$$Vu(y^-) = Fs^- + C^+ + Vcol \text{ atas}$$

$$Vu(y^-) = 595410 + 446558 + 310661$$

$$Vu(y^-) = 731307 \text{ N}$$

Lalu cek kapasitas geser joint terhadap gaya geser yang terjadi,

$$Vu(y^-) \leq \phi Vn$$

$$731307 \text{ N} \leq 8806381 \text{ N (OK)}$$

Sehingga pada joint tersebut sudah mampu untuk menahan gaya geser ketika terjadi gempa arah y^- :

Tabel 7. 4 Rekapitulasi desain geser pada joint

(sumber: Dokumen pribadi)

Arah Gempa	Gaya Geser Joint (N)	Kapasitas Geser Joint (N)	CEK
X ⁻	1266218	1275000	OK
X ⁺	595442	1275000	OK
Y ⁻	731307	806381	OK
Y ⁺	734397	806381	OK

BAB VIII

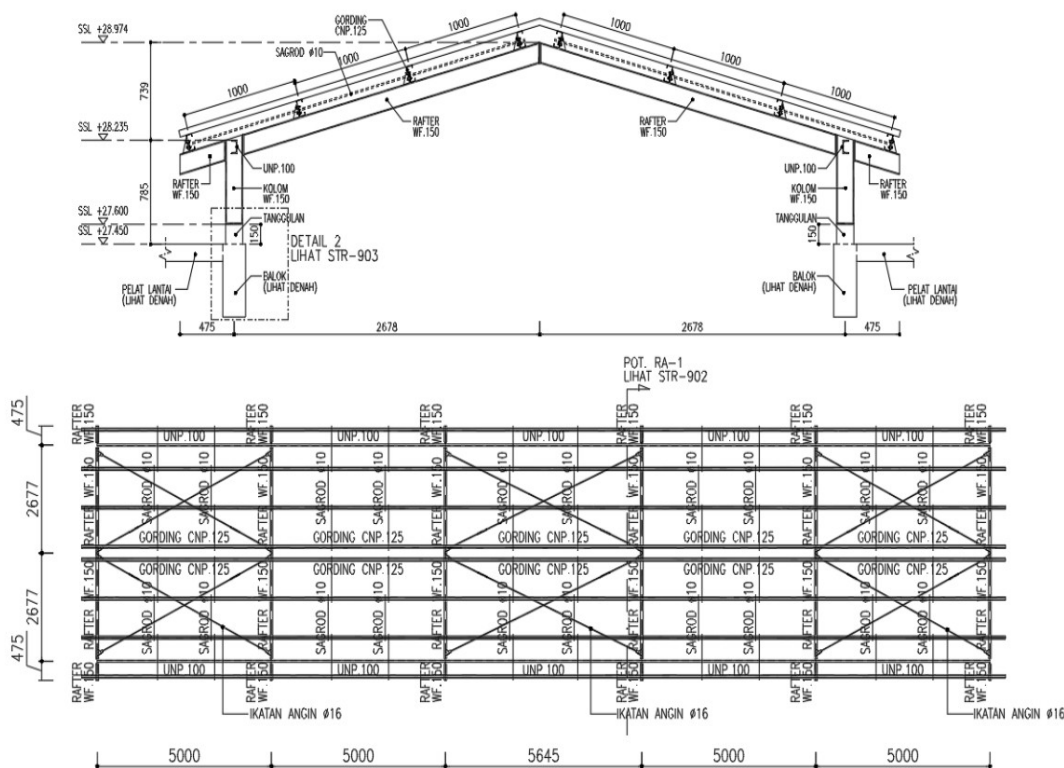
STRUKTUR BAJA LANJUT

8.1 Umum

Struktur baja adalah struktur logam yang terbuat dari komponen baja struktural yang saling terhubung untuk mengangkut beban dan memberikan kekakuan penuh (Linggasari, 2021). Karena tingkat kekuatan baja yang tinggi, struktur ini dapat diandalkan dan membutuhkan lebih sedikit bahan baku dibandingkan jenis struktur lain seperti struktur beton dan struktur kayu. Struktur baja meliputi sub-struktur atau bagian dalam sebuah bangunan yang terbuat dari baja struktural. Baja struktural adalah bahan konstruksi baja yang dibuat dengan bentuk dan komposisi kimia tertentu sesuai dengan spesifikasi pada proyek tersebut.

Bahan utama dari baja struktural adalah besi dan karbon. Mangan, logam campuran, dan beberapa zat kimia tertentu juga ditambahkan pada besi dan karbon untuk menambah kekuatan dan ketahanan. Baja struktural dibuat dari canai panas maupun canai dingin atau dibuat dengan pengelasan antara plat datar atau plat tekuk, tergantung pada spesifikasi yang berlaku pada setiap proyek (Aziz, 2018). Baja struktural memiliki beberapa bentuk, ukuran dan alat ukur. Bentuk umumnya termasuk balok I, talang, dan siku. Adapun beberapa acuan yang digunakan dalam pelaksanaan struktur baja di Proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang ini yaitu, dalam hal spesifikasi untuk pamasangan struktural baja serta produksi mengacu pada AISC, sedangkan untuk *assembling* dan *tightening* baut mengacu pada ASTM A325.

8.2 Konstruksi Baja WF Sebagai Rangka Atap



Gambar 8 1 Rencana atap baja Hotel Aston Inn Lumajang

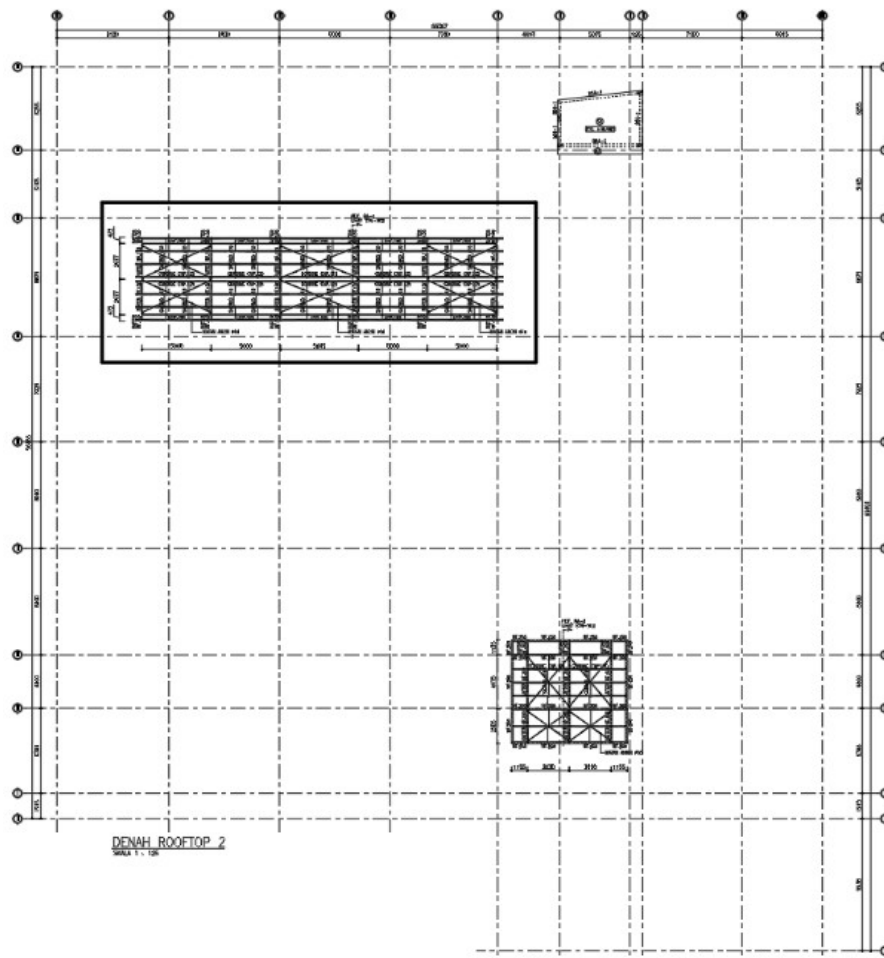
(sumber : dokumen proyek)

Pekerjaan struktur baja mengacu pada serangkaian aktivitas yang melibatkan desain, fabrikasi, pengangkutan dan pemasangan elemen baja sebagai bagian dari sistem struktural suatu bangunan. Baja digunakan karena memiliki kekuatan yang tinggi, fleksibilitas dan efisiensi biaya dalam konstruksi modern (Darmiyanti dkk., 2022).

Keuntungan memanfaatkan rangka baja untuk konstruksi bangunan adalah mudah dalam pemasangan, praktis, kuat dan tahan lama (Trisya & Khatulistiani, 2022). Baja juga tidak akan terpengaruh oleh perubahan cuaca yang ekstrim. Baja bisa didesain menjadi tidak mudah karatan dan menjamur. Di tambah lagi dapat dibuat baja tahan air, anti rayap, tidak mudah keropos dan memiliki kekuatan leleh yang besar. Rangka baja tidak hanya digunakan untuk konstruksi atap rumah, tetapi juga dapat digunakan untuk membangun bangunan besar, seperti pabrik, gudang dan struktur konstruksi bangunan lainnya. Adapun material yang digunakan untuk kuda-kuda atap ini yaitu material baja WF. Konstruksi atap baja WF yang di kerjakan di maksudkan untuk mendukung beban penutup atap, beban berat sendiri, beban beban sekunder seperti beban angin, beban pekerja dan beban lainnya yang kemungkinan bekerja. Penggunaan struktur rangka atap dengan profil WF yang semakin meningkat menjadi hal yang menarik untuk menganalisis sambungan pada rangka atap baja WF.

8.3 Komponen Rangka Atap

8.3.1 Lokasi Rooftop



Gambar 8 2 Lokasi rooftop Hotel Aston Inn Lumajang

(sumber : dokumen proyek)

Lokasi dari atap yang akan dianalisa pada bab ini yaitu berada pada sisi utara atau pada zona 3 proyek konstruksi Hotel Aston Inn Lumajang.

8.3.2 Komponen Struktur

Tabel 8.1 Komponen struktur rangka atap Hotel Aston Inn Lumajang

Komponen	Jenis	Mutu
Kolom	WF 150.75.5.7	BJ 37: Fy= 240 Mpa Fu= 370 Mpa
Rafter	WF 150.75.5.7	
Regel	CNP 125.50.20.3,2	
Gording	UNP 100.50.5.7,5	
Bracing	Ø 16	BJTP 280: Fy= 280 Mpa Fu= 350 Mpa
Trekstang	Ø 10	
Angkur	4D16	BJTP 420B: Fy= 420 Mpa Fu= 525 Mpa Baut A325M
Baseplate	T= 10mm	A572M Grade 50.

Jarak antar rafter (a) = 5 m (pada dua rafter dikedua sisi), 5,645 m (pada rafter tengah)

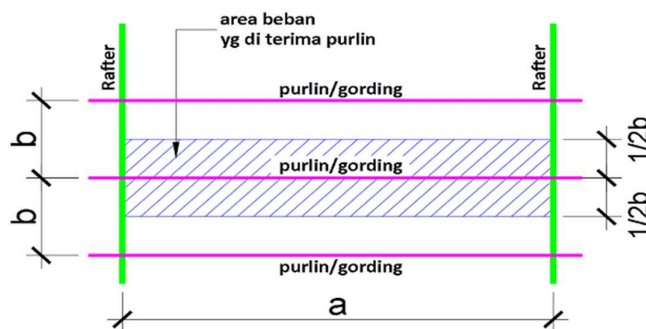
Jarak antar gording (b) = 1 m

Panjang rafter (k) = 2,694 m

Panjang bentang (L) = 5,356 m

Pada sambungan yang dilaksanakan secara erection in-situ diantaranya adalah rafter-kolom, kolom-regel, digunakan sambungan las dengan mutu E70xx. Lalu untuk sambungan baseplate pada pedestal digunakan sambungan angkur dan baut dengan panjang penjangkaran angkur sepanjang 640 mm.

8.4 Pembebanan



Gambar 8.3 Beban yang diterima gording

(sumber: dokumen pribadi)

Luas beban yang diterima gording (c) = a x b

= 5 x 1

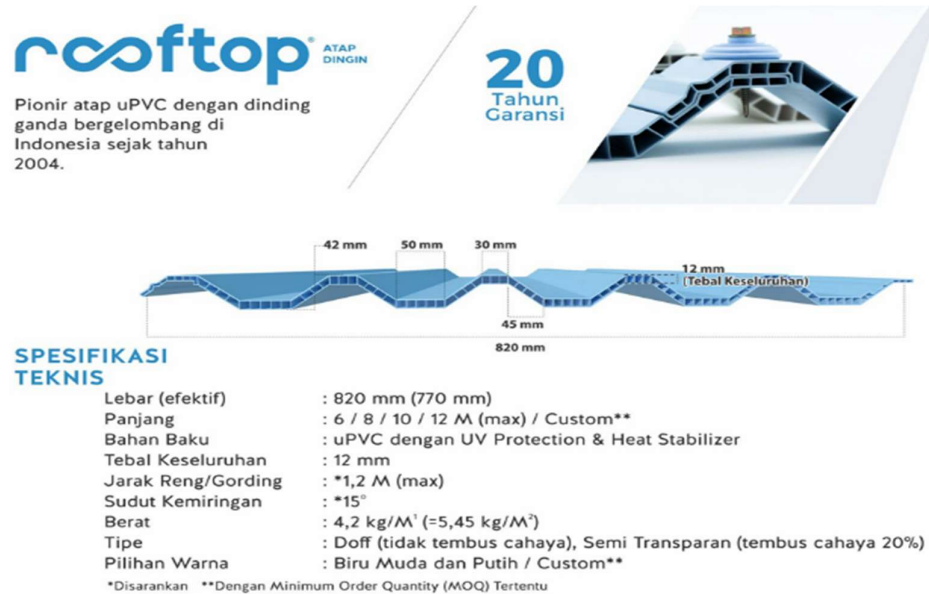
= 5 m² (pada dua rafter dikedua sisi)

$$= 5,645 \times 1$$

$$= 5,645 \text{ m}^2 \text{ (pada rafter tengah)}$$

8.4.1 Beban Mati

- Beban Atap



Gambar 8 4 Spesifikasi atap

(sumber : dokumen proyek)

Penutup atap yang digunakan yaitu merk Rooftop type 1 dengan berat per meternya adalah 4,2 kg/m

- Berat profil gording (UNP 100.50.5.7,5) = 9,36 kg/m
- Berat trekstang = $0,25\pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3$
 $= 0,25\pi \times 0,01^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3$
 $= 0,617 \text{ kg/m}$

8.4.2 Beban Hidup

- Beban pekerja = 100 kg (letak beban pada tengah bentang gording)
- Beban air hujan = $0,0098 \times \text{tinggi genangan (SNI 1727:2020 pasal 8.3)}$
 $= 0,0098 \times 20$
 $= 19,6 \text{ kg/m}^2$
- Beban air hujan pada gording = $\frac{\text{Beban air hujan (F)} \times \text{Luas beban yang diterima gording (c)}}{\text{Jarak antar rafter (a)}}$
 $= \frac{19,6 \text{ kg/m}^2 \times 5 \text{ m}^2}{5 \text{ m}}$
 $= 19,6 \text{ kg/m}$

8.4.3 Beban Angin

Beban angin dianalisa menggunakan prosedur amplop sesuai dengan SNI 1727:2020 Pasal 28 yang mempertimbangkan efek pembesaran beban yang disebabkan oleh hembusan angin yang beresonansi dengan vibrasi angin sepanjang bangunan gedung fleksibel. Didapatkan nilai dari

beberapa parameter untuk beban angin yang diatur pada SNI 1727:2020 Pasal 26 dan 28 yang telah kami sesuaikan dengan kondisi project bangunan Hotel Aston Inn Lumajang.

Tabel 8. 2 Prosedur amplop sesuai SNI 1727:2020 pasal 28

Parameter	Koefisien/nominal	Referensi
Kategori Resiko Bangunan	I	SNI 1727:2020 Tabel 1.5-1
Kecepatan Angin Dasar (Vd)	38,3 m/detik	HB 212-2002
Faktor Arah Angin (Kd)	0,85	SNI 1727: 2020 Tabel 26.6-1
Kategori Eksposur	B	SNI 1727: 2020 Pasal 26.7.3
Kategori Topografi (Kzt)	1	SNI 1727: 2020 Tabel 26.8.2
Faktor Elevasi Permukaan (Ke)	1	SNI 1727: 2020 Tabel 26.9-1
Faktor Hembusan Angin (G)	0,85	SNI 1727: 2020 Pasal 26.11.1
Koef. Eksposur Tekanan Kecepatan (Kz)	0,70	SNI 1727: 2020 Tabel 26.10-1

- Tekanan kecepatan (qz)

26.10.2 Tekanan kecepatan

Tekanan kecepatan, q_z , yang dievaluasi pada ketinggian z di atas tanah harus dihitung dengan persamaan berikut:

$$q_z = 0,00256K_zK_{zt}K_dK_eV^2 \text{ (lb/ft}^2\text{); } V \text{ dalam mi/h} \quad (26.10-1)$$

$$q_z = 0,613K_zK_{zt}K_dK_eV^2 \text{ (N/m}^2\text{); } V \text{ dalam m/s} \quad (26.10-1.si)$$

Gambar 8 5 Gambar tekanan kecepatan

(sumber: SNI 1727:2020)

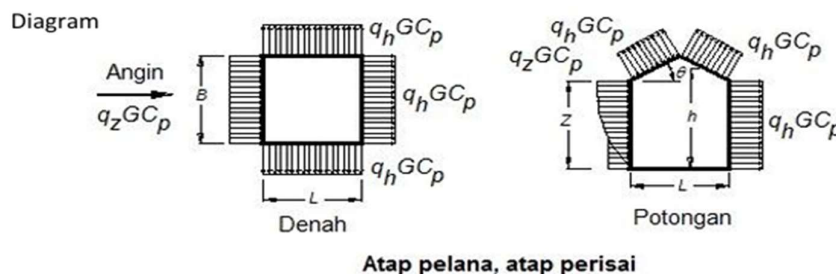
Pada SNI 1727:2020 pasal 26.10.2 diatur mengenai nominal untuk tekanan kecepatan:

$$qz = 0,613 \times Kz \times Kzt \times Kd \times Ke \times Vd^2$$

$$qz = 0,613 \times 0,70 \times 1 \times 0,85 \times 1 \times 38,3^2$$

$$qz = 54,558 \text{ kg/m}^2$$

- Koefisien tekanan dinding (cp)



Gambar 8 6 diagram tekan angin

(sumber : SNI 1727:2020 gambar 27.3-1)

Tabel 8. 4 Koefisien tekanan dinding

Koefisien tekanan dinding, C_p			
Permukaan	L/B	C_p	Digunakan dengan
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
	0 – 1	- 0,5	q_h
Dinding di sisi angin pergi	2	- 0,3	q_h
	>4	- 0,2	q_h
Dinding tepi	Seluruh nilai	- 0,7	q_h

Pada SNI 1727:2020 Gambar 27.3-1 disebutkan koefisien untuk tekanan dinding pada sisi angin datang, sisi angin pergi, dan dinding tepi. Pada gambar tersebut tertera bahwa L merupakan dimensi horizontal bangunan gedung yang tegak lueus terhadap arah angin atau dalam kasus ini yaitu bentang dari rangka atap. Lalu B merupakan dimensi horizontal bangunan gedung yang parallel terhadap arah angina tau dalam kasus ini merupakan panjang total rangka atap. Rasio dari antara B dan L pada rangka atap ini yaitu 0,209 sehingga didapat nilai 0,8 untuk dinding pada sisi angin datang, -0,5 untuk dinding sisi angin pergi, dan 0,7 untuk dinding tepi.

Setelah koefisien dari tekanan dinding telah diketahui, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk tekanan angin (P):

- P dinding angin datang = $q_z \times G \times C_p$
= $54,558 \times 0,85 \times 0,8$
= $37,099 \text{ Kg/m}^2$
- P dinding angin pergi = $q_h \times G \times C_p$
= $54,558 \times 0,85 \times (-0,5)$
= $-23,187 \text{ Kg/m}^2$
- P dinding angin pergi = $q_h \times G \times C_p$
= $54,558 \times 0,85 \times (-0,7)$
= $-32,462 \text{ Kg/m}^2$

28.3.4 Beban angin desain minimum

Beban angin yang digunakan pada desain SPGAU untuk bangunan gedung tertutup atau tertutup sebagian tidak boleh lebih kecil dari 16 lb/ft^2 ($0,77 \text{ kN/m}^2$) dikalikan dengan luas dinding bangunan gedung dan 8 lb/ft^2 ($0,38 \text{ kN/m}^2$) dikalikan dengan luas atap bangunan gedung terproyeksi ke bidang vertikal tegak lurus terhadap arah angin yang diasumsikan.

Gambar 8 7 Beban angin desain minimum

(sumber : SNI 1727:2020 pasal 28.3.4)

Pada SNI 1727:2020 Pasal 28.3.4 ditentukan bahwa minimum tekanan angin untuk gedung tertutup adalah $0,77 \text{ kN/m}^2$ atau $78,518 \text{ kg/m}^2$. Pada hasil perhitungan untuk tekanan angin didapatkan hasil absolut dari ketiga poin arah datangnya angin yang masih berada di bawah nominal $78,518 \text{ kg/m}^2$. Sehingga digunakan nominal minimum tekanan anginnya adalah $78,518 \text{ kg/m}^2$.

Pada SNI 03-1727:1989 pasal 2.1.2 ayat 3 diatur mengenai rumus untuk mencari tekanan angin yaitu:

$$P = \frac{V^2}{16} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Sehingga dapat dihitung kecepatan angin menggunakan rumus diatas:

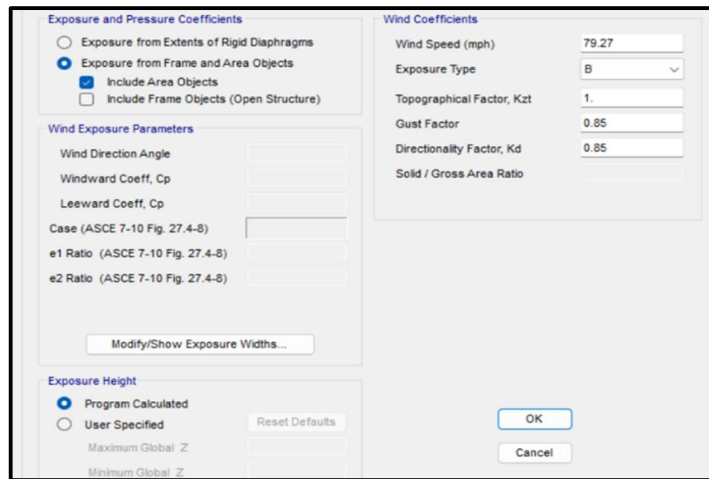
$$P = \frac{V^2}{16} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$V = \sqrt{P \times 16} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$V = \sqrt{78,518 \times 16} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$V = 35,44 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$V = 79,27 \text{ (mph)}$$



Gambar 8.8 Kecepatan angin pada SAP 2000

(sumber : dokumen pribadi)

Sehingga kecepatan angin yang akan diinput untuk load pattern pada SAP 2000 adalah 79,27 mph

Tabel 8.5 Beban pada dinding

KASUS BEBAN A									
Sudut atap θ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung								
	1	2	3	4	1E	2E	3E	4E	
0-5	0,40	-0,69	-0,37	-0,29	0,61	-1,07	-0,53	-0,43	
20	0,53	-0,69	-0,48	-0,43	0,80	-1,07	-0,69	-0,64	
30-45	0,56	0,21	-0,43	-0,37	0,69	0,27	-0,53	-0,48	
90	0,56	0,56	-0,37	-0,37	0,69	0,69	-0,48	-0,48	

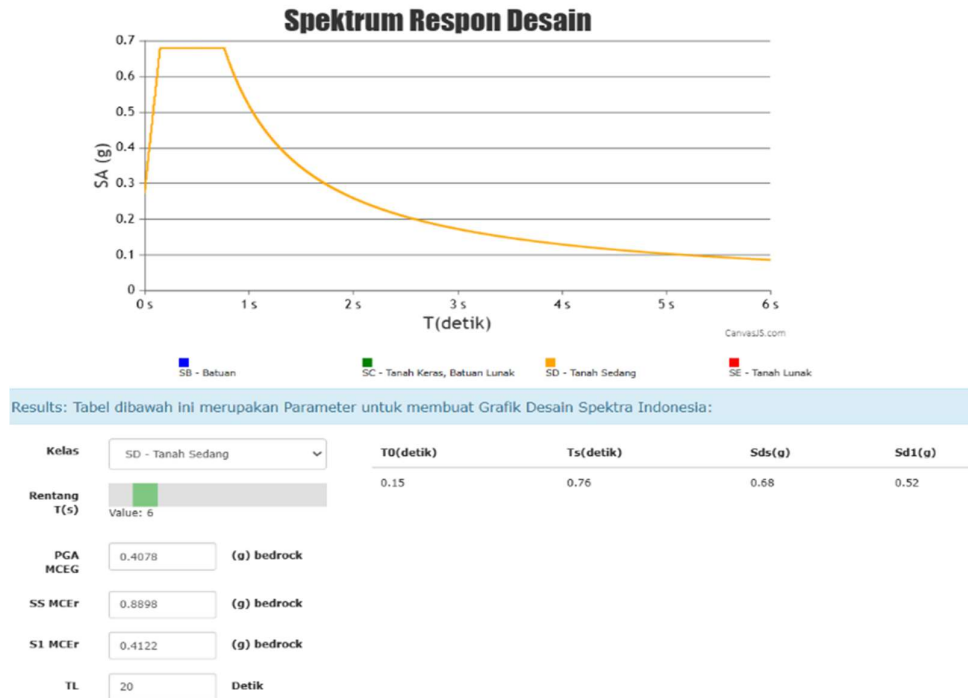
KASUS BEBAN B												
Sudut Atap θ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung											
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E	5E	6E
0-90	-0,45	-0,69	-0,37	-0,45	0,40	-0,29	-0,48	-1,07	-0,53	-0,48	0,61	-0,43

Pada SNI 1727:2020 Gambar 28.3-1 digunakan koefisien nominal pada input dinding imajiner kasus beban A dan B untuk permukaan bangunan gedung sisi 1-4 dan kasus beban B untuk permukaan bangunan gedung sisi 1-6.

8.5 Analisa Struktur

8.5.1 Respon Spektra

- Data percepatan gempa



Gambar 8 9 Spektrum respon tanah sedang

(sumber : situs desain spectra Indonesia; cipta karya)

Pada situs Desain Spektra Indonesia milik Cipta Karya, untuk situs tanah sedang (SD) pada proyek Hotel Aston Inn Lumajang didapatkan nilai dari spectral percepatan periode pendek (Ss) adalah 0,8898 g dan nilai spectral percepatan periode 1 detik (S1) adalah 0,4122 g.

ASCE 7-16 Seismic Load Pattern

Load Direction and Diaphragm Eccentricity

Global Y Direction

Ecc. Ratio (All Diaph.): 0.05

Time Period

Program Calc: Ct (ft), x = 0.02; 0.75

Seismic Coefficients

0.2 Sec Spectral Accel, Ss: 0.8898

1 Sec Spectral Accel, S1: 0.4122

Long-Period Transition Period: 8.

Site Class: D

Site Coefficient, Fa: 1.1441

Site Coefficient, Fv: 1.8878

Calculated Coefficients

SDS = (2/3) * Fa * Ss: 0.6787

SD1 = (2/3) * Fv * S1: 0.5188

Gambar 8 10 Nilai spektral percepatan periode

(sumber : SAP 2000)

Lalu dua nilai spektral percepatan periode tersebut diinput ke dalam load pattern SAP2000 dengan menggunakan format aturan ASCE 7-16. Didapatkan juga nilai dari beberapa nominal lainnya, yaitu:

Tabel 8. 6 Parameter hasil SAP 2000

Parameter	Nominal
Koefisien Situs (F_a)	1,441
Koefisien Situs (F_v)	1,8878
Percepatan Desain Periode Pendek (S_{DS})	0,6787
Percepatan Desain Periode 1 Detik (S_{D1})	0,5188

- Parameter gempa

Tabel 8. 7 SNI 1726:2020 tabel 3 dan 4

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Pada SNI 1726:2019 Tabel 3 dan 4 untuk jenis rangka atap tersebut berfungsi sebagai “struktur kecil” lainnya dengan kategori risiko I dan memiliki faktor keutamaan gempa (I_e) 1.

Tabel 8. 8 SNI 1726:2020 tabel 12

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6
C. Sistem rangka pemikul momen			
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½

Pada SNI 1726:2019 Tabel 12 rangka atap didesain dengan system rangka baja pemikul momen khusus didapatkan nilai Koefisien Modifikasi Respons (R) senilai 8, Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0) senilai 3, Faktor Pembesaran Defleksi (Cd) senilai 5,5.

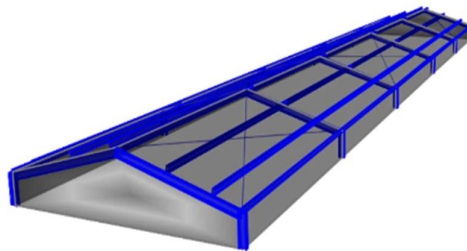
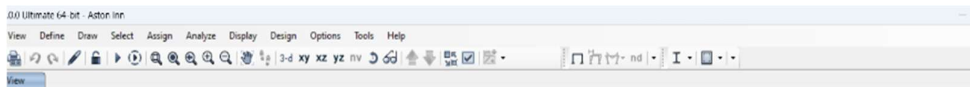
Load Direction and Diaphragm Eccentricity <input type="radio"/> Global X Direction <input checked="" type="radio"/> Global Y Direction Ecc. Ratio (All Diaph.) <input type="text" value="0.05"/> Override Diaph. Eccen. <input type="button" value="Override..."/>		Seismic Coefficients 0.2 Sec Spectral Accel, Ss <input type="text" value="0.8898"/> 1 Sec Spectral Accel, S1 <input type="text" value="0.4122"/> Long-Period Transition Period <input type="text" value="8."/>	
Time Period <input type="radio"/> Approx. Period Ct (ft), x = <input type="text"/> <input checked="" type="radio"/> Program Calc Ct (ft), x = <input type="text" value="0.02; 0.75"/> T = <input type="text"/> <input type="radio"/> User Defined		Site Class <input type="text" value="D"/> Site Coefficient, Fa <input type="text" value="1.1441"/> Site Coefficient, Fv <input type="text" value="1.8878"/>	
Lateral Load Elevation Range <input checked="" type="radio"/> Program Calculated <input type="radio"/> User Specified <input type="button" value="Reset Defaults"/> Max Z <input type="text"/> Min Z <input type="text"/>		Calculated Coefficients SDS = (2/3) * Fa * Ss <input type="text" value="0.6787"/> SD1 = (2/3) * Fv * S1 <input type="text" value="0.5188"/>	
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>		Factors Response Modification, R <input type="text" value="8."/> System Overstrength, Omega <input type="text" value="3."/> Deflection Amplification, Cd <input type="text" value="5.5"/> Occupancy Importance, I <input type="text" value="1."/>	

Gambar 8 11 Input load pattern pada SAP 2000

(sumber : SAP 2000)

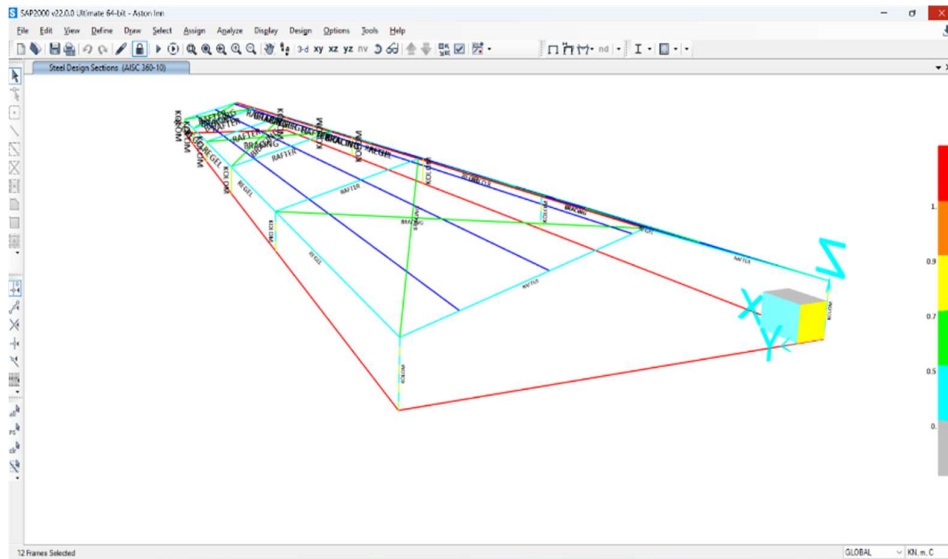
Setelah semua nilai tersebut telah diketahui, maka selanjutnya diinput pada load pattern SAP2000 dengan menggunakan format aturan ASCE 7-16 yang sama dengan langkah pada data percepatan gempa sebelumnya.

8.5.2 Analisis SAP 2000



Gambar 8 12 3D model atap baja

(sumber : SAP 2000)



Gambar 8.13 Analisis gaya atap baja

(sumber : SAP 2000)

Dilakukan analisis gaya dalam pada struktur tersebut menggunakan kombinasi beban LRFD yang telah di atur dalam SNI

Selanjutnya running analisis untuk struktur atap baja tersebut setelah semua data yang terdiri dari pembebanan dan respon spektra telah diinput ke dalam SAP2000. Hasil output gaya dalam dari SAP2000 diantaranya adalah:

Tabel 8. 9 Gaya dalam pada rafter dan regel

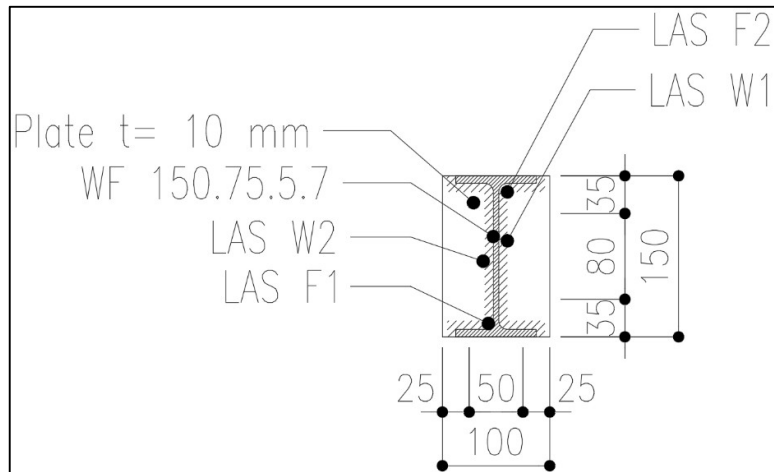
Komponen Struktur	Nominal Gaya Dalam (kN)	
	V2	M3
Rafter CNP 125.50.20.3,2	-5,02	-4,336
Regel WF 150.75.5.7	-0,417	-0,045

Rafter CNP 125.50.20.3,2 dan Regel WF 150.75.5.7 diambil nilai terbesar dari V2 atau geser sumbu kuat dan momen sumbu lemah.

8.6 Analisa Sambungan Las

Analisa untuk sambungan dilakukan untuk mengetahui perencanaan tebal las sambungan menggunakan sambungan las mutu E70xx pada komponen baja yang dilakukan erection in-situ seperti yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Semua sambungan tersebut didesain dengan dilakukan pengelasan dengan panjang $L =$ keliling penampang yang disambung.

Karena panjang las tersebut sepanjang keliling dari penampang baja, maka perlu diperhitungkan mengenai tebal las tersebut agar plat baja tersebut agar tidak berisiko mengalami panas yang berlebih ketika dilakukan pengelasan yang akan berefek tidak baik pada plat dan penampang baja tersebut, serta untuk mengetahui kekuatan dari sambungan tersebut.



Gambar 8 14 Rencana sambungan las atap baja

(sumber : dokumen pribadi)

Dilakukan contoh perhitungan kekuatan dari sambungan las untuk merencanakan sambungan W2 pada penampang badan untuk sambungan kolom-rafter:

Tebal Plat	: 10 mm
Type Las	: Las sudut
Mutu Elektroda	: E70xx (F _{exx} = 482,6 Mpa)
Tebal Las	: 5 mm (SNI 1729:2020 Tabel J2.4)
Sudut las terhadap beban (θ)	: 44,8°
Panjang Las	: 147 mm
Luas efektif (A _{we})	: 53 mm ²

Perhitungan untuk kuat geser dari bahan las tersebut yang memiliki sudut tertentu terhadap beban, ditentukan pada SNI 1729:2020 Bab J Pasal 4 yaitu:

$$F_{nw} = 0,6 F_{exx} (1 + 0,5 \sin^{1,5}\theta)$$

$$F_{nw} = 0,6 \times 482,6 (1 + 0,5 \sin^{1,5}44,8^\circ)$$

$$F_{nw} = 375,2 \text{ Mpa}$$

Kemudian untuk menghitung kuat nominal dari las untuk penampang tersebut adalah:

$$\phi R_n = \phi \cdot F_{nw} \cdot A_{we}$$

$$\phi R_n = 0,75 \times 375,2 \times 53$$

$$\phi R_n = 14,8 \text{ kN}$$

Setelah melakukan perencanaan untuk tebal las, selanjutnya sambungan tersebut dilakukan pengecekan menggunakan IdeaStatiCa untuk mendesain dan mengecek kekuatan las tersebut terhadap gaya yang bekerja. Beban yang diinput untuk masing-masing sambungan terdapat pada tabel.

Tabel 8. 10 Perhitungan kekuatan las pada SAP 2000

Item	Edge	Xu	t _w [mm]	w [mm]	L [mm]	L _c [mm]	Loads	F _n [kN]	φR _n [kN]	Ut [%]	Ut _c [%]	Status
Plate	Rafter-bfl 1	E70xx	▲ 5.0	▲ 7.1	64	11	LE1	6.6	17.3	38.1	22.0	OK
Plate	Rafter-tfl 1	E70xx	▲ 5.0	▲ 7.1	64	11	LE1	7.1	17.5	40.7	25.6	OK
Plate	Rafter-w 1	E70xx	▲ 5.0 ▼	▲ 7.1 ▼	147	11	LE1	2.3	14.8	15.3	0.0	OK
		E70xx	▲ 5.0 ▼	▲ 7.1 ▼	147	11	LE1	2.3	14.8	15.3	0.0	OK
Plat 2	Regel 2-bfl 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	47	9	LE1	0.6	10.8	5.3	0.0	OK
Plat 2	Regel 2-tfl 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	47	9	LE1	0.8	10.2	7.5	0.0	OK
Plat 2	Regel 2-w 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	92	10	LE1	0.4	12.3	2.9	0.0	OK
Plat 1	Regel 1-bfl 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	47	9	LE1	0.4	10.6	4.0	0.0	OK
Plat 1	Regel 1-tfl 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	47	9	LE1	0.4	12.3	3.0	0.0	OK
Plat 1	Regel 1-w 1	E70xx	▲ 4.0	▲ 5.7	92	10	LE1	0.4	12.2	3.4	0.0	OK

Pada sambungan kolom rafter dan kolom regel, sambungan las untuk badan dan sayap untuk wf serta penampang cnp yang disambung pada plat sudah memenuhi kapasitas nominal dari las, yaitu $\phi R_n > F_n$.

BAB IX

TOPIK KHUSUS (SHEARWALL)



Gambar 9 1 Shearwall

(sumber : dokumentasi pribadi)

9.1 Umum

Shearwall atau biasa juga disebut sebagai dinding geser adalah struktur dari bagian konstruksi bangunan yang terbuat dari beton bertulang berbentuk slab yang pemasangannya dilakukan secara vertikal (Alamiati & Ryanto, 2022). *Shearwall* yang membentuk beton bertulang ini dirancang agar dapat menahan beban atau gaya lateral (beban arah horizontal) dimana beban ini dapat disebabkan adanya guncangan dari gempa maupun hembusan angin kencang. Struktur *shearwall* sendiri umumnya diaplikasikan pada gedung-gedung bertingkat seperti pusat perbelanjaan, hotel, rumah sakit dan gedung perkantoran.

Shearwall banyak dipakai pada gedung bertingkat karena semakin tinggi bangunan tersebut maka akan semakin besar pula gaya geser dari angin atau gempa yang bekerja pada bangunan tersebut (Dimaswara dkk., 2019). Pemasangan *shearwall* pada sebuah bangunan dapat ditempatkan di beberapa titik seperti pada dinding terluar bangunan maupun dinding dalam seperti pada dinding tangga atau lift. Pemasangan ini juga tergantung dari beberapa faktor penting seperti tinggi bangunan, kesimetrisan bangunan, hingga bentuk bangunan. Cara kerja *shearwall* juga cukup sederhana, dimana ketika terdapat getaran dari gempa bumi atau hembusan angin maka getaran tersebut akan langsung diserap oleh *shearwall*.

Sehingga bangunan tersebut tetap berdiri kokoh seperti yang sebelumnya. Sistem struktur *shearwall* memiliki tingkat kekakuan yang lebih tinggi dibanding dengan rangka biasa. Hal inilah yang memungkinkan *shearwall* lebih dapat menahan beban arah horizontal yang lebih besar.

9.2 Fungsi Shearwall

Struktur *shearwall* memiliki beberapa fungsi yang dapat memberikan beberapa keuntungan untuk bangunan itu sendiri. Berikut ini fungsi dari *shearwall* yakni:

9.2.1 Memperkokoh dan Memperkuat Bangunan

Shearwall berfungsi untuk memperkuat dan memperkokoh struktur bangunan yang memikul gaya beban yang bekerja pada kolom maupun balok disekitar *shearwall*.

9.2.2 Meredam Guncangan Gempa Bumi

Gempa bumi adalah salah satu bencana alam yang kerap terjadi dan tanpa bisa diprediksi. Datangnya gempa seringkali menyebabkan terjadinya bangunan retak bahkan sampai ambruk akibat guncangan gempa bumi yang menggeser struktur berulang-ulang secara ekstrem.

Shearwall berfungsi untuk mengurangi kerusakan dengan meredam atau menyerap efek dari guncangan gempa bumi terhadap struktur bangunan lainnya.

9.2.3 Meningkatkan Gaya Beban Pikul Gedung

Fungsi *shearwall* selanjutnya adalah mampu meningkatkan gaya beban pikul sebuah bangunan gedung. Dengan mengaplikasikan dinding geser, praktis kemampuan lantai beton di atasnya untuk menahan beban akan semakin besar dibandingkan dengan yang tidak mengaplikasikan *shearwall* pada bangunan mereka.

Artinya kekuatan lantai dapat meningkatkan dinding untuk menahan beban pikul pada bangunan gedung dan perlu diingat bahwa kekuatan lantai akan berbanding lurus dengan ketebalan *shearwall* itu sendiri.

9.2.4 Mengurangi Biaya Pemeliharaan Bangunan

Jika terjadi gempa bumi dengan kekuatan sedang maupun besar akan ada bangunan yang mengalami kerusakan dari bencana tersebut. Karena itu, pengaplikasian *shearwall* dibutuhkan.

Karena dari kemampuan *shearwall* untuk meredam guncangan gempa bumi dapat mengurangi kerusakan yang terjadi pada bangunan tersebut. Semakin kuat gedung yang mengaplikasikan *shearwall* didalamnya, maka otomatis kerusakan yang muncul akibat guncangan gempa bumi dapat diminimalisir. Sehingga hal tersebut juga akan berpengaruh pada berkurangnya biaya perawatan yang seharusnya dikeluarkan apabila gedung mengalami kerusakan yang cukup parah karena tidak menggunakan struktur *shearwall*.

9.3 Jenis Shearwall

Berbagai sistem struktur *shearwall* yang dulunya hanya menggunakan material beton kini sudah jauh berkembang dan bervariasi. Salah satu yang banyak diminati adalah *shearwall* yang terbuat dari plat baja. Dengan jenis *shearwall* yang diklasifikasikan kedalam beberapa jenis dan umumnya paling sering digunakan berikut beberapa jenis dari *shearwall* yakni:

9.3.1 Free Standing Shearwall

Free standing shearwall adalah dinding geser yang dibuat tanpa dilengkapi dengan lubang-lubang atau dengan kata lain dinding geser ini memiliki permukaan yang padat tidak berongga. Dengan desain yang seperti ini memungkinkan *free standing shearwall* memberikan pengaruh yang penting terhadap kekuatan dan kekakuan dari struktur Gedung yang bersangkutan.

Free standing shearwall dapat bersifat daktail (dapat melendut secara maksimal tanpa mengurangi kekuatannya) dan dapat bersifat daktilitas terbatas. Jenis ini sangat ideal diaplikasikan pada daerah yang rawan gempa. Khususnya menggunakan dinding detail yang mampu melendut ketika terdapat guncangan pada saat gempa bumi.

9.3.2 Opening Shearwall

Jika *free standing shearwall* dibuat padat berongga, maka lain halnya dengan *opening shearwall* yang dibuat dengan rongga-rongga kecil pada permukaannya. Lubang atau rongga pada *opening shearwall* umumnya ditempatkan pada titik tertentu yang tidak akan mempengaruhi kekuatan dinding. Rongga tersebut dibuat sebagai sarana untuk meloloskan kabel dan pipa untuk memasang pintu dan jendela. Tapi satu hal yang perlu diingat, pemasangan rongga pada *opening shearwall* harus diperhitungkan dengan tepat supaya tidak mempengaruhi kekuatan dinding pada bangunan yang bersangkutan.

9.3.3 Coupled Shearwall

Satu lagi jenis *shearwall* yaitu *coupled shearwall* yang terdiri dari dua dinding kantilever. Sehingga memiliki kemampuan untuk membentuk mekanisme perletakan lentur alasnya dengan baik. Masing-masing dinding geser tersebut akan saling dirangkaikan dengan balok yang tentunya memiliki kekuatan dan kekakuan.

Atau sederhananya, *coupled shearwall* adalah dinding geser ganda yang terhubung dengan balok dan kolom. Dimana keduanya akan bekerja sama untuk menopang bangunan dan mengurangi pergeseran akibat guncangan gempa bumi maupun hembusan angin kencang.

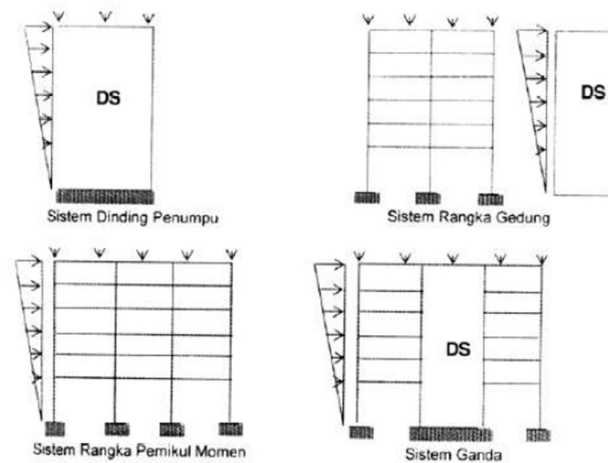
9.4 Rekayasa Struktur

9.4.1 Sistem Struktur

Tinggi atau rendahnya suatu bangunan berkaitan erat dengan masalah sistem pembebanan lateral. Semakin tinggi suatu bangunan, maka system pembebanan lateral yang berupa beban angin dan beban gempa akan semakin besar pula (Rahayu, 2021).

Semakin tinggi suatu bangunan, pentingnya aksi gaya lateral menjadi makin berarti. Pertimbangan kekakuan menentukan jenis rancangan. Derajat kekakuannya terutama bergantung pada jenis sistem struktur yang dipilih (Hayu dkk., 2023).

Untuk itu, dikenal beberapa system struktur, terutama dalam kaitannya dengan kemampuan suatu struktur untuk menahan beban lateral seperti pada gambar berikut:



Gambar 9 2 Sistem struktur beton bertulang penahan gempa bumi

(sumber : Purwono, 2005:23)

Pada dasarnya setiap struktur pada suatu bangunan merupakan penggabungan berbagai elemen struktur secara tiga dimensi. Fungsi utama dari sistem struktur adalah untuk memikul secara aman dan efektif beban yang bekerja pada bangunan, serta menyalurkannya ke tanah melalui pondasi. Beban yang bekerja pada bangunan terdiri dari beban vertikal, horizontal, perbedaan temperatur, getaran dan sebagainya. Dalam berbagai sistem struktur, baik yang menggunakan bahan beton bertulang, baja, maupun komposit, selalu ada komponen (subsistem) yang dapat dikelompokkan dalam sistem yang digunakan untuk menahan gaya gravitasi dan sistem untuk menahan gaya lateral (Rahayu, 2021).

Terdapat 8 sistem dan subsistem struktur penahan gempa menurut SNI 1726-2019 Tabel 12, yaitu:

1. Sistem dinding penumpu
2. Sistem rangka bangunan
3. Sistem rangka pemikul momen
4. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan
5. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah yang mampu menahan paling sedikit 25% gaya seismik yang ditetapkan

6. Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa
7. Sistem struktur gedung kolom kantilever
8. Sistem baja

9.4.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Di Indonesia, sistem struktur gedung yang umum digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen, yang mana beban horizontal akibat gempa akan dipikul terutama melalui mekanisme lentur. Pada saat gempa terjadi, rangka pemikul momen harus berperilaku sebagai rangka daktail supaya integritasnya tetap terjaga sehingga bangunan terhindar dari kemungkinan mengalami roboh dengan seketika. Perilaku daktail ini hanya dapat dicapai apabila pada saat terbentuknya sendisendi plastis pada pelat-balok-kolom mampu mentransfer efek beban lateral gempa tanpa kehilangan kekuatan dan kekakuannya.

Menurut tabel 3 SNI 03-1726-2019 tercantum tiga jenis SRPM yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus), yang mana masing-masing jenis SRPM dibedakan berdasarkan wilayah gempa.

9.4.3 Sistem Ganda

Secara umum, menurut SNI-1726-2019 Tabel 3, Sistem Ganda dapat diartikan sebagai kesatuan sistem struktur yang terdiri dari rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi dan pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka pengaku dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral. Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/Sistem Ganda.

Menurut (Guci dkk., 2023) tipe sistem struktur ini memiliki 3 ciri dasar. Pertama, rangka ruang lengkap berupa SRPM untuk memikul beban gravitasi, yang sekaligus harus bisa memikul sedikitnya 25% dari beban lateral (gempa nominal V). Kedua, dinding struktural (DS) yang memikul sisa beban lateral. Ciri ketiga, SRPM dan DS harus direncanakan untuk menahan beban gempa V secara proporsional berdasarkan kekakuan relatifnya. Pada wilayah gempa 5 dan 6, rangka ruang itu harus didesain sebagai SRPMK dan DS harus sesuai ketentuan SNI 2847 Pasal 23.6.6 yaitu sebagai DSBK (Dinding Struktural Beton Khusus), termasuk ketentuan pada pasal-pasal sebelumnya yang masih berlaku. Untuk wilayah gempa 3 dan 4, SRPM harus didesain sebagai SRPMM dan DS tidak perlu detailing khusus. Sedangkan untuk wilayah gempa 1 dan 2, boleh dipakai SRPM biasa dan DS beton biasa.

9.4.4 Analisa Struktur

Analisis struktur menurut cara-cara mekanika teknik yang baku merupakan pra-perencanaan bagi desain beton bertulang. Bentuk dan besarnya ukuran penampang akibat pembebanan akan menentukan desain. Analisis dengan bantuan komputer dalam mendapatkan bentuk dan besarnya sistem struktur berupa gaya-gaya dalam harus dilakukan dengan model-model matematik yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsur-unsurnya.

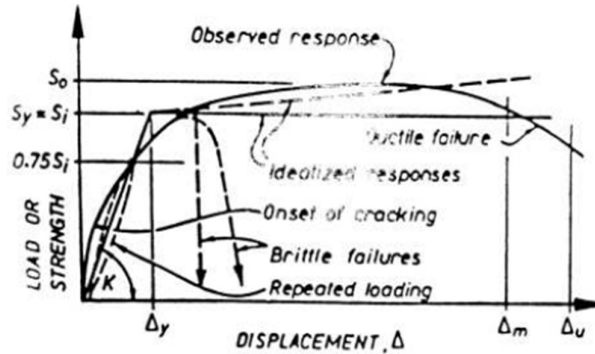
Analisis struktur merupakan salah satu langkah terpenting dalam perencanaan struktur, karena hasil dari analisis struktur nantinya akan digunakan untuk menggambarkan kondisi riil dari struktur yang akan dirancang menggunakan model. Hasil yang dimaksud dapat berupa perpindahan (displacement), reaksi tumpuan dan gaya dalam.

9.4.5 Perencanaan Dimensi

Struktur dengan bentang dan sistem struktur yang berbeda mempunyai ukuran komponen struktur optimal yang berbeda pula, untuk selanjutnya dijadikan patokan bagi perancang untuk merencanakan desain dan menghitung kekuatan strukturalnya. Sebagai contoh, perancang umumnya membuat dimensi pra-perencanaan untuk komponen balok dengan kisaran minimum

sebesar 1/12 panjang bentangnya dan maksimum sebesar 1/8 panjang bentangnya. Dimensi komponen ini nantinya akan dievaluasi lagi, karena struktur yang dibahas adalah stuktur beton bertulang, yang artinya peranan dari tulangan tidak boleh dikesampingkan. Dimensi penampang komponen struktural akan mempengaruhi hasil desain, seperti penempatan dan jumlah tulangan, yang selanjutnya akan mempengaruhi perilaku stuktur secara keseluruhan, sehingga dari perancang yang berbeda masing-masing akan didapatkan pula hasil rancangan dan perilaku struktural yang berbeda.

9.4.6 Kekakuan Struktur



Gambar 9 3 Hubungan beban dan perpindahan pada struktur beton bertulang

(sumber : Paulay & Priestley 1992:11)

Hubungan nonlinear khusus antara beban yang bekerja dan perpindahan, yang menjelaskan respon dari komponen struktur beton bertulang terhadap perpindahan, ditunjukkan pada gambar 2. Jika S_y merupakan kekuatan ideal S_i dari masing-masing elemen, dan Δ_y merupakan d

eformasi struktural, kemiringan kurva respon elastis linier yang digambarkan, $K = S_y / \Delta_y$ digunakan untuk menghitung kekakuan. Rumus ini berdasarkan pada titik perpotongan kurva beban-perpindahan pada beban sekitar $0,75 S_y$ sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2, yang dapat dipakai sebagai kekakuan efektif yang mendekati kekuatan lentur yang penting saat memperkirakan respon struktur untuk memenuhi syarat kemampuan layan. (Dinh & Ichinose, 2004)

Berdasarkan uraian di atas, kekakuan dapat diartikan sebagai gaya per satuan deformasi, atau dengan kata lain, gaya yang diperlukan untuk menahan satu satuan deformasi. Sehingga, untuk membatasi deformasi pada struktur, masing-masing komponennya harus direncanakan dengan baik agar memiliki kekakuan yang memadai. Jika gaya disimbolkan dengan P , dan perpindahan disimbolkan dengan Δ , maka rumus kekakuan dapat juga dituliskan:

$$K = \frac{P}{\Delta}$$

Kekakuan struktur merupakan salah satu parameter penting dalam kaitannya terhadap ketahanan terhadap gempa. Seringkali, untuk suatu stuktur yang kekakuannya kurang memadai untuk ketahanan terhadap gempa, ditambahkan komponen untuk meningkatkan ketahanan terhadap beban lateral. Komponen yang dimaksud bisa berupa dinding geser yang sudah dijelaskan sebelumnya, rangka pengaku (*bracing*) dan sebagainya. Kekakuan struktur erat sekali kaitannya dengan dimensi tiap komponen stukturalnya, sehingga perencanaan dimensi akan sangat berpengaruh terhadap kekakuan struktur yang direncanakan secara keseluruhan. Dalam kaitannya dengan ketahanan struktur terhadap gempa, kekakuan geserlah yang menjadi parameter, sehingga

momen inersia penampang dalam arah gempa yang ditinjau yang berperan besar. Sehingga rumus kekakuan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$K = \frac{E \cdot I}{l}$$

Keterangan:

K = kekakuan komponen struktur

E = modulus elastisitas bahan

I = momen inersia penampang

l = panjang komponen struktur

Dalam tingkat yang sama, yang berarti panjang tiap komponen struktur yang menahan gempa (kolom dan dinding geser) adalah sama, maka nilai kekakuan bisa didapatkan dengan membandingkan nilai momen inersia penampang komponen tersebut.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh Gempa Rencana, pengaruh peretakan beton pada unsur-unsur struktur dari beton bertulang, beton pratekan dan baja komposit harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Untuk itu, SNI-03-1726-2019 telah memberikan ketentuan momen inersia penampang unsur struktur dapat ditentukan sebesar momen inersia penampang utuh dikalikan dengan suatu persentase efektifitas penampang sebagai berikut:

- Untuk kolom dan balok rangka beton bertulang : 75%
- Untuk dinding geser beton bertulang kantilever : 60%

9.4.7 Pembebanan

Pada prinsipnya pembebanan yang akan diperhitungkan dalam perencanaan suatu gedung secara garis besar digolongkan dalam empat jenis pembebanan yaitu sebagai berikut: (Departemen Pekerjaan Umum, 1983: 7)

1. Beban Mati
2. Beban Hidup
3. Beban Angin
4. Beban Gempa

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan: (SNI 03-1726-2019)

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R)$$

$$U = 0,9 D \pm 1,6 W$$

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E$$

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E$$

Keterangan :

D : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen,

L : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung,

A : beban atap,

R : beban hujan,

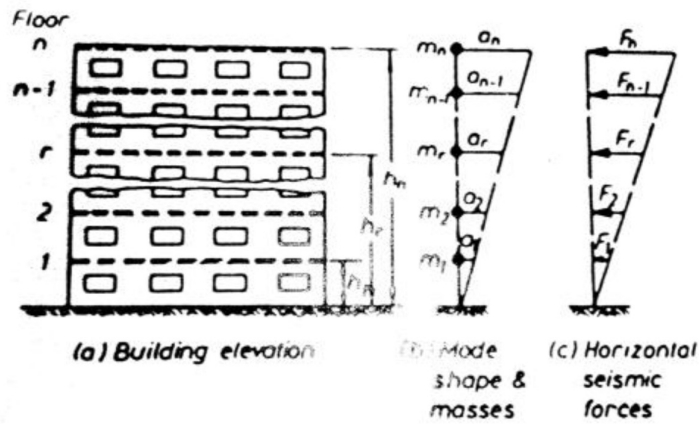
W : beban angin,

E : beban gempa.

9.5 Analisis Ekuivalen

Analisis statik ekuivalen merupakan metode yang paling sederhana dan paling banyak digunakan untuk menentukan beban gempa rencana. Metode ini memakai asumsi bahwa respon

gedung terhadap beban gempa terjadi pada ragam dinamik pertama, yang ekuivalen dengan ragam statik. Untuk itulah metode ini disebut analisis statik ekuivalen. Respon yang terjadi, terutama pada gedung yang kurang dari 10 lantai, seringkali diasumsikan linier. (Paulay & Priestley, 1992: 83)



Gambar 9 4 Analisis statik ekuivalen untuk menentukan gaya geser dasar

(sumber : Pualay & Priestley 1992:83)

Berikut ini merupakan langkah-langkah analisis statik ekuivalen:

1. Hitung waktu getar alami pertama Gedung
2. Tentukan koefisien geser dasar yang memenuhi
3. Hitung gaya geser dasar (V) berdasarkan berat total Gedung

Gaya geser dasar nominal dirumuskan sebagai berikut:

$$V = \frac{C_1 \cdot I \cdot W_t}{R}$$

Keterangan:

- C₁ = Faktor Respons Gempa
- I = Faktor Keutamaan gedung
- W_t = Berat total gedung
- R = Faktor reduksi gempa

4. Distribusikan gaya geser dasar untuk tiap lantai struktur gedung (F) Gaya geser dasar horizontal untuk tiap lantai (Fi) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$F_i = \frac{W_i \cdot z_i \cdot V}{\sum W_i \cdot z_i}$$

Keterangan:

- F_i = Gaya geser pada lantai ke-i
- V = Gaya geser total
- W_i = Berat bangunan lantai ke-i
- z_i = Tinggi lantai ke-i

5. Analisis struktur dengan pengaruh beban lateral untuk mendapatkan gaya-gaya dalam, seperti momen lentur dan geser.
6. Perkirakan perpindahan struktur dan penyimpangan tiap lantai

9.6 Kinerja Struktur Gedung

9.6.1 Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar-tingkat harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi dengan faktor skala. Menurut SNI 1726-2019 pasal 8.1.2, untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui $0,03/R$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

9.6.2 Kinerja Batas Ultimate

Kinerja batas ultimate struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung diambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela dilatasi). Sesuai SNI-03-1726-2019 pasal 8.2.1, simpangan dan simpangan antar-tingkat harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat dari pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali ξ yaitu sebagai berikut :

- Untuk struktur gedung beraturan $\xi = 0,7R$
- Untuk struktur gedung tak beraturan $\xi = 0,7R/\text{faktor skala}$

9.7 Penulangan Dinding Geser

9.7.1 Penulangan Geser

Nawy (2005: 742) menjelaskan, jika dinding geser direncanakan untuk menerima gaya geser akibat gempa $V_u > A_{cv}\sqrt{f'c}$ maka harus dipasang tulangan dengan rasio $\rho_v \geq 0,0025$. Jarak penulangan tidak boleh melebihi 18 inci (45 cm). Jika $V_u < A_{cv}\sqrt{f'c}$ maka rasio tulangan bisa dikurangi menjadi 0,0012 untuk tulangan no.5 atau yang lebih kecil dan 0,0015 untuk tulangan deform yang lebih besar. Penulangan geser harus menerus dan menyebar pada bidang geser. Setidaknya harus dipakai dua lapis tulangan bila gaya geser terfaktor di dalam bidang dinding melebihi $2A_{cv}\sqrt{f'c}$.

SNI 03-2847-2002 pasal 23.2.6)(1) menyebutkan bahwa rasio penulangan ρ_v dan ρ_n untuk dinding struktural tidak boleh kurang dari 0,0025 pada arah sumbu-sumbu longitudinal dan transversal. Spasi tulangan untuk masing-masing arah pada dinding struktural tidak boleh melebihi 450 mm. Paling sedikit dua lapis tulangan harus dipasang pada dinding apabila gaya geser bidang terfaktor yang dibebankan ke dinding melebihi $1/6 A_{cv}\sqrt{f'c}$. Kuat geser nominal, V_n , dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada:

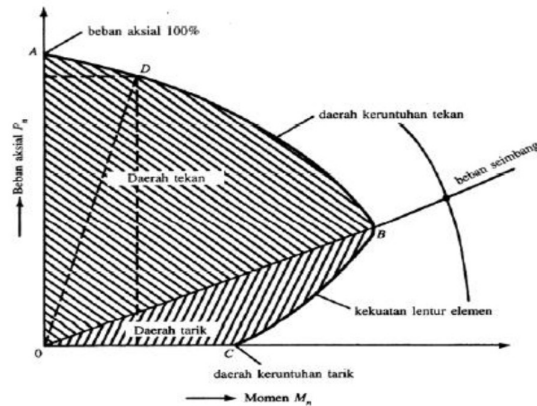
$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'c} + \rho_n f_y)$$

Di mana koefisien $\alpha = 1/4$ saat $h_w/l_w \leq 1,5$ dan $\alpha = 1/6$ saat $h_w/l_w \geq 2,0$, dan dapat digunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai di antaranya.

Dinding harus mempunyai tulangan geser tersebar yang memberikan tahanan dalam dua arah orthogonal pada bidang dinding. Apabila rasio h_w/l_w tidak melebihi 2,0, rasio penulangan ρ_v tidak boleh kurang daripada rasio penulangan ρ_n . Kuat geser nominal sistem dinding struktural yang secara bersama-sama memikul beban lateral tidak boleh melebihi $2/3 A_{cv}\sqrt{f'c}$, dengan A_{cv} adalah luas penampang total sistem dinding struktural dan kuat geser nominal tiap dinding individual tidak boleh melebihi $5/6 A_{cv}\sqrt{f'c}$, dengan A_{cp} adalah luas penampang dinding yang ditinjau.

9.7.2 Penulangan Lentur dan Aksial pada Komponen Batas

Menurut (Putra, 2021) dinding geser yang rasio tinggi dibanding panjangnya melebihi 2, perilakunya lebih seperti kantilever vertikal. Untuk itu, kekuatan lenturnya lebih menentukan dibandingkan kekuatan gesernya. Dengan kata lain, dinding geser dapat dimodelkan seperti kolom. Sehingga, tulangan geser vertikal yang telah terpasang, dapat dianalisis kapasitasnya dengan bantuan diagram interaksi seperti pada kolom.



Gambar 9.5 Diagram interaksi

(sumber : McCormac 2006:288)

Diagram interaksi sangat berguna untuk mempelajari kekuatan kolom dengan proporsi beban dan momen yang bervariasi. Jika kombinasi beban berada di dalam kurva, maka menunjukkan belum terjadi keruntuhan pada penampang. Namun jika kombinasi beban berada di luar kurva berarti menunjukkan sudah terjadi keruntuhan. Jika kolom dibebani sampai runtuh hanya dengan beban aksial, maka keruntuhan akan terjadi pada titik A (Gambar 4). Beranjak dari titik A pada kurva, kapasitas beban aksial makin berkurang sesuai dengan peningkatan kekuatan lentur. Pada dasar kurva, titik C menunjukkan kekuatan lentur jika penampang hanya menerima beban lentur tanpa terjadi beban aksial. Dan di antara titik ekstrim antara A dan C, keruntuhan penampang terjadi karena kombinasi aksial dan lentur. Titik B disebut titik seimbang yang menunjukkan terjadi beban seimbang, yang secara teoretis berarti keruntuhan tekan dan kelelahan tarik terjadi secara bersamaan.

Komponen batas menurut SNI 03-2847-2002 pasal 23.1 adalah bagian sepanjang tepi dinding dan diafragma yang diperkuat oleh tulangan longitudinal dan transversal. Komponen batas tidak perlu diberi ketebalan melebihi tebal dinding atau diafragma. Pasal 23.6(6(2a)) menyatakan bahwa daerah tekan pada dinding geser perlu diberi komponen batas apabila:

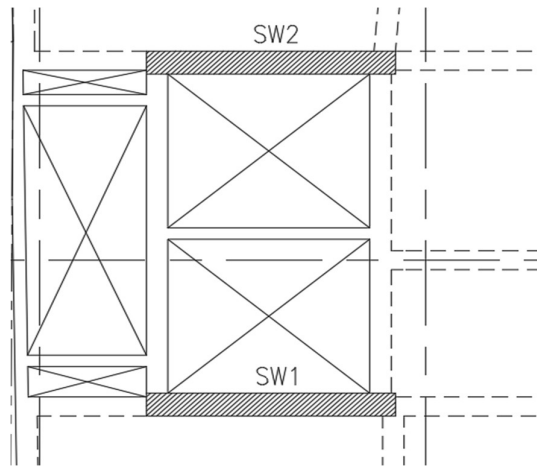
$$c > \frac{I_w}{600 (\delta_u l h_w)}, \text{ dengan } \frac{\delta_u}{h_w} \geq 0,007$$

Keterangan:

- c = jarak serat ke sumbu netral
- I_w = panjang bentang dinding geser
- δ_u = simpangan total
- h_w = tinggi dinding geser

9.8 Perencanaan Struktur Shearwall

Pada proyek Pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang ini terdapat total 2 *shearwall*. Untuk *shearwall* yang akan ditinjau pada perencanaan ini hanya 1 dan *shearwall* yang akan ditinjau yakni seperti pada gambar berikut:



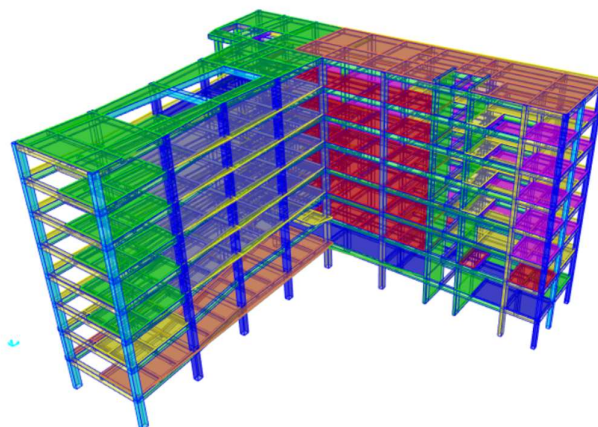
Gambar 9. 6 Lokasi shearwall yang ditinjau

(sumber: Dokumen proyek)

9.8.1 Data – data Perencanaan Shearwall

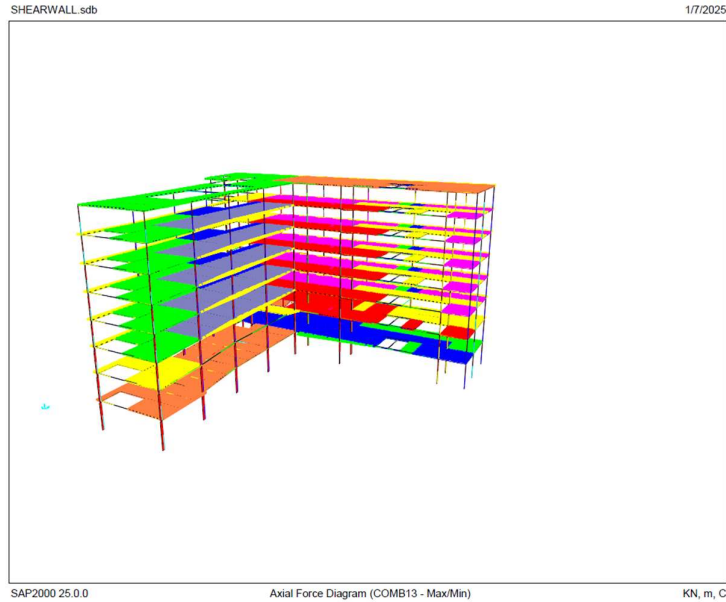
Tebal dinding	= 300 mm
Panjang badan	= 2900 mm
Tinggi total	= 27950 mm
Decking	= 40 mm
Mutu beton f_c'	= 30 MPa
Mutu baja f_y	= 420 MPa
Tulangan longitudinal	= 19 mm
Tulangan transversal	= 13 mm

Untuk gaya *Shearwall* diatas didapat dari analisis SAP 2000 sebagai berikut:



Gambar 9 7 Gambar 3D Hotel Aston Inn Lumajang

(sumber:Dokumen pribadi)



Gambar 9. 8 Gaya Aksial

(sumber: SAP 2000)

Tabel 9. 1 Analisis gaya aksial Shearwall

(sumber: SAP 2000)

Aksial – Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	617.285	8.89E-12	-1.50E-08
P min	-541.403	-667.734	272.576
M2 Max	-34.068	1256.611	265.649
M2 Min	77.173	-957.288	315.626
M3 Max	25.382	1175.773	319.098
M3 Min	308.393	562.207	-49.243

Tabel 9. 2 Gaya geser Shearwall

(sumber: SAP 2000)

Geser	
V2 (kN)	301.334
V3 (kN)	3807.002

9.8.2 Kontrol Ketebalan Terhadap Geser

Menurut SNI 03-2847-2019 Pasal 21.9.4.4, kuat geser nominal tiap dinding individual tidak boleh melebihi:

$$0,83 \cdot Ac_w \cdot \sqrt{f_c'}$$

Dengan Ac_w adalah luas penampang dinding yang ditinjau

$$0,83 \cdot \text{tebal dinding} \times \text{panjang badan} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$0,83 \cdot 300 \cdot 2900 \cdot \sqrt{30}$$

$$3955,105 \text{ Kn} > 3807,002 \text{ Kn (OKE)}$$

Jadi, ketebalan *Shearwall* mampu untuk menahan gaya geser.

9.8.3 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Vertikal dan Horizontal

Berdasarkan SNI 03-2847-2019 Pasal 18.10.2, mengharuskan bahwa untuk dinding geser struktural, rasio tulangan longitudinal ρ_l dan rasio tulangan transversal ρ_t minimum adalah 0,0025 dan spasi maksimum masing-masing arah tulangan adalah 450 mm, kecuali jika $V_u \leq 0,83 \cdot Ac_w \cdot \sqrt{f_c'}$ dan ρ_t dapat direduksi sesuai dalam ketentuan pasal 14.3. maka nilai V_u adalah:

$$V_u = 0,083 \times 1 \times 300 \times 2900 \times \sqrt{30}$$

$$V_u = 395,510 \text{ kN} < 3807,002 \text{ kN}$$

Jadi dipakai $\rho = 0,0025$

9.8.4 Menentukan Kebutuhan Lapis Tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2019 pasal 18.10.2, apabila V_u melebihi $0,17 \cdot \lambda \cdot Ac \cdot \sqrt{f_c'}$ maka paling sedikit dua tirai tulangan yang harus digunakan, maka perhitungannya seperti berikut:

$$= 0,17 \cdot \lambda \cdot Ac \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$= 0,17 \cdot 1 \cdot 300 \cdot 2900 \cdot \sqrt{30}$$

$$= 810,082 \text{ kN} < 3807,002 \text{ kN}$$

Jadi diperlukan dua layer lapis tulangan.

9.8.5 Perencanaan Tulangan Longitudinal dan Transversal

Luas minimal tulangan per meter panjang adalah

$$= \text{tebal dinding} \times 1000$$

$$= 300 \times 1000$$

$$= 300000 \text{ mm}^2 = 0,3 \text{ m}^2$$

Luas minimal kebutuhan tulangan per meter panjang arah longitudinal dan transversal adalah

$$= \text{luas minimal tulangan} \times \rho$$

$$= 300000 \times 0,0025$$

$$= 750 \text{ mm}^2 / \text{m}^2$$

$$= 0,75 \text{ mm}^2 / \text{mm}^2$$

Permisalan digunakan tulangan D19 karena digunakan 2 lapis tulangan maka:

$$\text{Diameter tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan} = 283,53 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah layer tulangan} = 2$$

$$\text{As pakai} = 567,06 \text{ mm}^2$$

Maka jumlah pasangan tulangan dan spasi antar tulangan yang diperlukan per 1 meter adalah:

$$\frac{775}{567,06} = 2 \text{ pasang} \quad \text{dan } S_{max} = \frac{567,06}{0,75} = 756 \text{ mm}$$

Jadi tulangan yang digunakan adalah 2D19 – 250 mm pada arah horizontal dan vertikal.

9.8.6 Perhitungan Kuat Geser Dinding Struktural

Menurut SNI 03-2847-2019 pasal 18.10.4.1, kuat geser nominal dinding dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$V_n = A_{cv} \cdot (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$\text{Dengan : } \alpha_c = 0,25 \text{ untuk } h_w/l_w \leq 1,5$$

$$= 0,17 \text{ untuk } h_w/l_w \geq 2$$

= variatif secara linear antara 0,25 dan 0,17 untuk h_w/l_w antara 1,5 dan 2

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{\text{tinggi total dinding}}{\text{panjang dinding}}$$

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{27950}{2900} = 9,64 > 2$$

$$\text{Maka } \alpha_c = 0,17$$

Pada dinding terdapat tulangan longitudinal dengan konfigurasi 2D19 – 250mm. rasio tulangan transversal terpasang adalah :

$$\rho_t > \rho_{min}$$

$$\rho_t = \frac{n \times A}{d \times t} = \frac{2 \times 283,53}{19 \times 250}$$

$$= 0,0076 > 0,0025 \text{ (OKE)}$$

Maka kuat geser nominal pada dinding adalah:

$$V_n = A_{cv} \cdot (\alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} + \rho_t \cdot f_y)$$

$$V_n = 300 \cdot 900 \cdot (0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{30} + 0,0076 \cdot 420)$$

$$V_n = 3572786 \text{ N} = 3572,79 \text{ kN}$$

$$\text{Kuat geser perlu: } \phi = 0,66 \quad (\text{SNI 2847:2019 pasal 18.10.4.4})$$

$$\phi \cdot V_n = 0,66 \times 3572,79$$

$$\phi \cdot V_n = 3145,02 \text{ kN}$$

Jadi, dinding mampu untuk menahan geser.

Namun pada SNI 03-2847:2019 pasal 21.9.4.4, membatasi kuat geser nominal maksimum dinding geser dengan:

$$V_{n_{max}} = 0,83 \cdot \text{tebal dinding} \times \text{panjang badan} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$V_{n_{max}} = 0,83 \cdot 300 \cdot 2900 \cdot \sqrt{30}$$

3955,105 Kn > 3807,002 Kn (OKE)

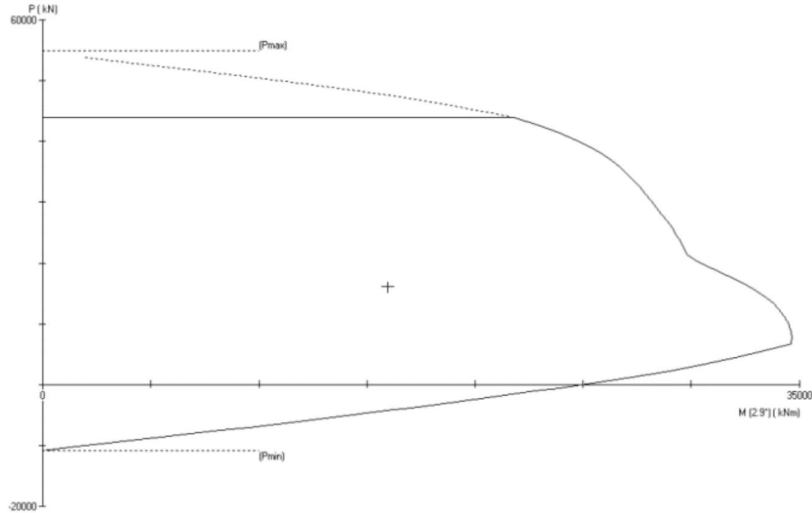
Dari kedua persamaan diatas diambil yang terkecil yaitu 3145,02 kN

9.8.7 Perencanaan Dinding terhadap Kombinasi Gaya Aksial dan Lentur

Kuat lentur dinding struktur diperoleh dengan membuat diagram interaksi dengan menggunakan program bantu SPColum. Gaya-gaya yang dimasukkan adalah gaya yang terdapat pada *shearwall* yakni:

$$P_u = 514,403 \text{ kN}$$

$$M_u = 272.576 \text{ kNm}$$



Gambar 9. 9 Diagram interaksi shearwall

(sumber: SPColum)

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa dengan tulangan 2D19-250 mm mampu menahan gaya aksial dan momen yang terjadi.

9.8.8 Menentukan Keperluan Syarat Komponen Batas Khusus

Komponen batas khusus diperlukan apabila tegangan tekan maksimum akibat kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor yang bekerja pada penampang dinding geser melebihi $0,2 \cdot f_c'$ jadi komponen batas khusus diperlukan apabila:

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u \cdot y}{I_g} > 0,2 \cdot f_c'$$

Dengan :

$$A_g = (300 \times 2900) + 2 \times (300 \times 800)$$

$$A_g = 870000 \text{ mm}^2 = 0,87 \text{ m}^2$$

$$I_g = 0,083 \cdot b \cdot h^3$$

$$I_g = 0,083 \cdot 300 \cdot 1300^3$$

$$I_g = 609725000000 \text{ mm}^4 = 0.609725 \text{ m}^4$$

$$y = \frac{\text{panjang badan}}{2} = \frac{2100}{2}$$

$$y = 1050 \text{ mm} = 1,05 \text{ m}$$

Maka :

$$\frac{541403}{0,87} + \frac{272576100 \cdot 1,05}{0,609725} > 0,2 \cdot 30$$

$$1,092 \text{ MPa} < 6 \text{ MPa} \quad (\text{OK})$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas, tidak diperlukan komponen batas khusus pada dinding struktural.

BAB X

PENUTUP

10.1 KESIMPULAN

Dari pelaksanaan program magang MBKM di proyek pembangunan Hotel Aston Inn Lumajang memberikan pengalaman berharga bagi mahasiswa dalam memahami secara langsung siklus proyek konstruksi. Melalui peran sebagai *Quantity Surveyor*, *Quality Control*, *Supervisor*, dan *Drafter*, mahasiswa terlibat aktif dalam berbagai tahapan proyek, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan. Mereka belajar melakukan perhitungan material, memastikan kualitas pekerjaan, mengelola tim, dan mengurus administrasi proyek. Pengalaman ini tidak hanya melengkapi pengetahuan teori yang diperoleh di bangku kuliah, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan praktis yang dibutuhkan di dunia kerja.

Selama magang, mahasiswa juga menghadapi berbagai tantangan seperti perbedaan antara teori dan praktik, serta kendala di lapangan. Namun, mereka mampu mengatasi masalah tersebut dengan baik melalui koordinasi dengan tim proyek dan menerapkan solusi yang tepat. Secara keseluruhan, program magang ini telah memberikan kontribusi positif dalam pengembangan kompetensi mahasiswa dan mempersiapkan mereka untuk menjadi tenaga kerja konstruksi yang profesional.

10.2 SARAN

Pengembangan program MBKM secara keseluruhan, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan. Pertama, perlu dilakukan diversifikasi jenis proyek yang dapat menjadi tempat magang mahasiswa, tidak hanya terbatas pada proyek konstruksi, tetapi juga sektor industri lainnya yang relevan dengan bidang studi mahasiswa. Kedua, perlu adanya kerjasama yang lebih erat antara perguruan tinggi dengan industri untuk menciptakan kurikulum magang yang lebih relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Ketiga, perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap program MBKM untuk mengukur keberhasilan dan dampaknya terhadap mahasiswa dan industri. Evaluasi ini dapat dilakukan melalui survei kepuasan mahasiswa, analisis data kinerja mahasiswa setelah lulus, serta umpan balik dari perusahaan mitra.

Untuk pengembangan program MBKM secara keseluruhan, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan. Pertama, perlu dilakukan diversifikasi jenis proyek yang dapat menjadi tempat magang mahasiswa, tidak hanya terbatas pada proyek konstruksi, tetapi juga sektor industri lainnya yang relevan dengan bidang studi mahasiswa. Kedua, perlu adanya kerjasama yang lebih erat antara perguruan tinggi dengan industri untuk menciptakan kurikulum magang yang lebih relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Ketiga, perlu dilakukan evaluasi berkala terhadap program MBKM untuk mengukur keberhasilan dan dampaknya terhadap mahasiswa dan industri. Evaluasi ini dapat dilakukan melalui survei kepuasan mahasiswa, analisis data kinerja mahasiswa setelah lulus, serta umpan balik dari perusahaan mitra.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamiati, Y., & Ryanto, M. (2022). ANALISIS PERBANDINGAN GEDUNG TANPA DAN DENGAN OPENING SHEARWALL PADA BANGUNAN GEDUNG 10 LANTAI (STUDI KASUS APARTEMEN DI KOTA BANDUNG DENGAN PENDEKATAN ETABS V.9.7.4). *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 2(2). <https://doi.org/10.32897/simteks.v2i2.1229>
- Almufid, & Haq, S. (2016). Perencanaan Dan Analisis Bangunan Gedung Enam Lantai Menggunakan Shear Wall Dengan Etabs V. 9.7. 4. *Jurnal Teknik UMT*, 5(2).
- Aziz, F. (2018). Penelitian dan Pengembangan Material Struktur Reaktor Maju. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 20(1). <https://doi.org/10.17146/jpen.2018.20.1.4143>
- Darmiyanti, L., Rodji, A. P., & Mumtaz, A. (2022). PERENCANAAN STRUKTUR ATAP PROFIL BAJA WF. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 4(02). <https://doi.org/10.47080/josce.v4i02.2258>
- Dimaswara, A., Elvira, & Sutandar, E. (2019). Alternatif Desain Dan Perhitungan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Shearwall. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, Vol 7(2)*.
- Dinh, T. V., & Ichinose, T. (2004). Criterion for preventing formation of story mechanism in vertically irregular wall buildings. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 2(3). <https://doi.org/10.3151/jact.2.385>
- Fandeli, C. (2012). ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN PRINSIP DASAR DALAM PEMBANGUNAN. Dalam *Liberty Yogyakarta*.
- Guci, J. M., Basirun, B., & Wistipin, P. (2023). ANALISIS BALOK PERANGKAI (COUPLING BEAMS) PADA APARTEMEN 15 LANTAI DI TIMIKA PAPUA. *Structure*, 4(2). <https://doi.org/10.31000/civil.v4i2.8063>
- Halim, I. (2021). Analisis Aspek Hukum Pada Studi Kelayakan Bisnis. *Skripsi: UIN Alauddin Makassar*.
- Hanipa, A., Dalimunthe, N., Indah Pertiwi, S., & Sitompul, H. (2023). KONTRAK KERJA DALAM HUKUM BISNIS KETENAGAKERJAAN: ANALISIS PERLINDUNGAN HUKUM HAK DAN KEWAJIBAN PARA TENAGA KERJA. *Jurnal Hukum Bisnis Islam*, 13, 1.
- Hayu, M. C. W. T., Nugraheni, A., Widjaja, W. S., & Setiadi, B. (2023). Perencanaan Struktur Gedung Rumah Sakit Dengan Shearwall Menggunakan Permodelan ETABS 2018 V18.1.0. *G-SMART*, 6(2). <https://doi.org/10.24167/gsmart.v6i2.4704>
- Jawat, W., Rahadiani, A. S. D., & Armaeni, N. K. (2018). Produktivitas Truck Concrete Pump Dan Truck Mixer Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Ready Mix. *Paduraksa*, 7(2).
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020a). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020b). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Linggasari, D. (2021). Konsep Perencanaan Konstruksi Baja Bangunan Gedung. *Lintar.Untar.Ac.Id*.
- Mahatma Vidya Arya, P. (2023). *Struktur Organisasi Proyek: Pengertian dan Tugas Masing-masing Jabatan*. Mekari.com. <https://mekari.com/blog/struktur-organisasi-proyek/>
- Mahdiansah, D. (2019). Teknik Pengelolaan Lingkungan Hidup Di Indonesia. *Celebes Engineering Journal*, 1(Vol 1 No 2 (2019): Celebes Engineering Journal).
- Manulang, S. H. (2001). Pokok-pokok Hukum Ketenagakerjaan. *Rineka Cipta*.

- Mayanti, P. D. S., & Nurmaidah, N. (2021). Evaluasi Perencanaan Pelat Lantai Pada Gedung Yayasan Pendidikan Saffiyatul Amaliyyah Jalan Kemuning Medan. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v4i1.1166>
- Njoto, H., & Habib. (2023). PERANAN KEBIJAKAN HUKUM KETENAGAKERJAAN DALAM MASYARAKAT INDONESIA. *Dinamika Hukum & Masyarakat*, 5(2). <https://doi.org/10.30737/dhm.v5i2.4657>
- Oka Suputra, I., Frederika, A., & Sukma Wahyuni, P. (2018). Analisis Perbandingan Risiko Biaya Antara Kontrak Lumpsum Dengan Kontrak Unit Price Menggunakan Metode Decision Tree. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2).
- PERUMAHAN KOTA BEKASI Dinda Sulistia, P. DI, & Deliyarti Agustina, I. (2023). PENJADWALAN PROYEK DENGAN KURVA-S PADA. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2).
- Purwiyono, B. D. S. (2023). Sebuah ANALISIS PENGARUH PENEMPATAN TERHADAP PRODUKTIVITAS PADA TOWER CRANE PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG GUEST HOTEL NGANJUK. *SONDIR*, 7(1). <https://doi.org/10.36040/sondir.v7i1.5919>
- Putra, D. M. (2021). Studi Pengaruh Metode Pemadatan Beton K-300 Terhadap Kuat Tekan Dan Segregasi. *STATIKA: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2).
- Rahayu, T. (2021). PERENCANAAN APARTEMEN 10 LANTAI DENGAN SISTEM GANDA SRPMK DAN SHEARWALL UNTUK KOTA CIANJUR. *JURNAL MOMEN TEKNIK SIPIL*, 4(01). <https://doi.org/10.35194/momen.v4i01.1567>
- Randy, S. (2020). Manajemen Alat - Alat Berat. *Teknik Mesin ITN Malang*, 189.
- Rendi, R., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2021). PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG FAKLTAS HUKUM UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1). <https://doi.org/10.33559/err.v1i1.1101>
- Restiwi, N. (2022). Mix Design Beton, Kolom Dan Balok Gedung Perawatan Neurologi RSUDAM. *Ilmuteknik.org*, 2(3).
- Roughton, J. E., & Crutchfield, N. (2015). *Job Hazard Analysis: A guide for voluntary compliance and beyond*.
- Rully, M., Alim, S., & Rahman, A. (2022). Analisis Manajemen Administrasi Proyek Pembangunan Gedung Universitas Muhammadiyah Semarang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1).
- Saragi, T. E., & Nefa, K. Z. (2022). Analisa Perbandingan Pelaksanaan Struktur Pelat Lantai Metode Konvensional, Bounceck Dan Precast Full Slab Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung GBKP Tanah Merah Binjai. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).
- Sukananda, S., & Nugraha, D. A. (2020). Urgensi Penerapan Analisis Dampak Lingkungan (AMDAL) sebagai Kontrol Dampak terhadap Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Penegakan Hukum dan Keadilan*, 1(2). <https://doi.org/10.18196/jphk.1207>
- Tampubolon, S. (2021). Analisis Kekuatan Geser Pada Hubungan Balok-Kolom Interior Beton Bertulang. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 5(1). <https://doi.org/10.31289/jcebt.v5i1.3731>
- Trisya, D. S., & Khatulistiani, U. (2022). PERENCANAAN STRUKTUR BAJA GEDUNG HOTEL ELLYSA 10 LANTAI DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI SPLIT-K. *axial : jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 10(3). <https://doi.org/10.30742/axial.v10i3.2631>
- Wijayanti, A. (2009). Hukum Ketenagakerjaan Pasca Reformasi. Dalam *Hukum Ketenagakerjaan Pasca Reformasi*.

LAMPIRAN

HASIL SAP2000 STRUKTUR BAJA LANJUT

TABLE: Element Forces - Frames												
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem	ElemStation
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m
3	0	Envelope	Combination	Max	0.329	-0.264	0.17	0.0237	0.3627	0.0428	3-1	0
3	0.622	Envelope	Combination	Max	0.349	-0.193	0.17	0.0237	0.2778	0.185	3-1	0.622
3	0.622	Envelope	Combination	Max	0.408	0.022	0.186	0.0297	0.2785	0.1791	3-2	0
3	1.38905	Envelope	Combination	Max	0.432	0.111	0.186	0.0297	0.1437	0.3912	3-2	0.76705
3	1.622	Envelope	Combination	Max	0.44	0.137	0.186	0.0297	0.1067	0.6674	3-2	1
3	1.622	Envelope	Combination	Max	0.499	0.352	0.153	0.028	0.107	0.6383	3-3	0
3	2.622	Envelope	Combination	Max	0.531	0.468	0.153	0.028	0.0495	0.7676	3-3	1
3	2.622	Envelope	Combination	Max	0.59	1.227	0.096	0.0138	0.05	0.7385	3-4	0
3	2.77809	Envelope	Combination	Max	0.595	1.251	0.096	0.0138	0.0519	0.5798	3-4	0.15609
3	0	Envelope	Combination	Min	-4.921	-2.571	-0.182	0.0253	-0.3731	-2.2134	3-1	0
3	0.622	Envelope	Combination	Min	-4.895	-2.475	-0.182	0.0253	-0.2809	-0.6442	3-1	0.622
3	0.622	Envelope	Combination	Min	-4.603	-1.418	-0.188	-0.03	-0.2815	-0.6733	3-2	0
3	1.38905	Envelope	Combination	Min	-4.57	-1.3	-0.188	-0.03	-0.1453	0.0819	3-2	0.76705
3	1.622	Envelope	Combination	Min	-4.56	-1.264	-0.188	-0.03	-0.108	0.0994	3-2	1
3	1.622	Envelope	Combination	Min	-4.269	-0.206	-0.155	0.0284	-0.1082	0.0935	3-3	0
3	2.622	Envelope	Combination	Min	-4.226	-0.052	-0.155	0.0284	-0.0486	-0.3163	3-3	1

3	2.622	Envelope	Combination	Min	- 3.934	0.179	-0.013	- 0.0153	- 0.0491	- 0.3222	3-4	0
3	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 3.928	0.194	-0.013	- 0.0153	- 0.0495	- 0.4301	3-4	0.15609
8	0	Envelope	Combination	Max	1.836	- 0.124	0.006552	0.0108	0.0373	1.0834	8-1	0
8	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.831	- 0.108	0.006552	0.0108	0.0363	1.3895	8-1	0.1561
8	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.713	0.209	0.177	0.0223	0.0365	1.4477	8-2	0
8	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.681	0.381	0.177	0.0223	0.1389	1.2052	8-2	1
8	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.563	2.434	0.277	0.0306	0.139	1.2635	8-3	0
8	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.555	2.47	0.277	0.0306	0.1957	0.7368	8-3	0.23295
8	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.531	2.588	0.277	0.0306	0.3979	0.4599	8-3	1
8	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.412	4.702	0.373	0.0393	0.3984	0.4718	8-4	0
8	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.392	4.798	0.373	0.0393	0.6112	0.3364	8-4	0.62199
8	0	Envelope	Combination	Min	- 7.356	- 2.427	-0.006468	- 0.0109	- 0.0378	- 0.9286	8-1	0
8	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.362	- 2.403	-0.006468	- 0.0109	- 0.0368	- 0.7186	8-1	0.1561
8	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.946	- 0.908	-0.175	- 0.0222	- -0.037	- 0.7068	8-2	0
8	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.988	- 0.792	-0.175	- 0.0222	- 0.1412	0.0068	8-2	1
8	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.572	- 0.363	-0.274	- 0.0303	- 0.1414	0.0254	8-3	0
8	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.582	- 0.336	-0.274	- 0.0303	- 0.1986	- 0.1014	8-3	0.23295
8	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.614	- 0.247	-0.274	- 0.0303	- -0.403	- 1.2475	8-3	1
8	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.198	0.182	-0.368	- 0.0388	- 0.4035	- 1.1893	8-4	0
8	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 9.224	0.254	-0.368	- 0.0388	- 0.6194	- -4.144	8-4	0.62199

11	0	Envelope	Combination	Max	1.147	- 0.276	0.368	0.0388	0.6114	0.2916	11-1	0
11	0.622	Envelope	Combination	Max	1.167	- 0.204	0.368	0.0388	0.3985	0.4411	11-1	0.622
11	0.622	Envelope	Combination	Max	1.286	0.225	0.274	0.0303	0.3981	0.4293	11-2	0
11	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.31	0.313	0.274	0.0303	0.1957	0.7386	11-2	0.76705
11	1.622	Envelope	Combination	Max	1.318	0.34	0.274	0.0303	0.1391	1.2646	11-2	1
11	1.622	Envelope	Combination	Max	1.436	0.769	0.175	0.0222	0.1389	1.2064	11-3	0
11	2.622	Envelope	Combination	Max	1.468	0.885	0.175	0.0222	0.0365	1.4474	11-3	1
11	2.622	Envelope	Combination	Max	1.586	2.392	0.006549	0.0109	0.0364	1.3892	11-4	0
11	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.591	2.417	0.006549	0.0109	0.0373	1.0829	11-4	0.15609
11	0	Envelope	Combination	Min	- 9.217	- 4.797	-0.373	- 0.0393	- 0.6191	- 4.1405	11-1	0
11	0.622	Envelope	Combination	Min	- 9.191	- 4.701	-0.373	- 0.0393	- 0.4032	- 1.1867	11-1	0.622
11	0.622	Envelope	Combination	Min	- 8.607	- 2.587	-0.277	- 0.0306	- 0.4028	- 1.2449	11-2	0
11	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.575	- 2.468	-0.277	- 0.0306	- 0.1985	- 0.1005	11-2	0.76705
11	1.622	Envelope	Combination	Min	- 8.565	- 2.433	-0.277	- 0.0306	- 0.1413	0.0262	11-2	1
11	1.622	Envelope	Combination	Min	- 7.981	- 0.379	-0.176	- 0.0223	- 0.1411	0.0076	11-3	0
11	2.622	Envelope	Combination	Min	- 7.939	- 0.208	-0.176	- 0.0223	-0.037	-0.692	11-3	1
11	2.622	Envelope	Combination	Min	- 7.355	0.109	-0.006465	- 0.0108	- 0.0368	- 0.7038	11-4	0
11	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 7.349	0.125	-0.006465	- 0.0108	- 0.0378	- 0.9103	11-4	0.15609
13	0	Envelope	Combination	Max	0.72	- 0.195	0.013	0.0153	0.0519	0.5798	13-1	0
13	0.1561	Envelope	Combination	Max	0.715	-0.18	0.013	0.0153	0.05	0.7387	13-1	0.1561
13	0.1561	Envelope	Combination	Max	0.656	0.051	0.155	0.0284	0.0495	0.7678	13-2	0

13	1.1561	Envelope	Combination	Max	0.624	0.205	0.155	0.0284	0.1069	0.6399	13-2	1
13	1.1561	Envelope	Combination	Max	0.565	1.262	0.188	0.03	0.1067	0.669	13-3	0
13	1.38905	Envelope	Combination	Max	0.558	1.298	0.188	0.03	0.1436	0.3933	13-3	0.23295
13	2.1561	Envelope	Combination	Max	0.533	1.416	0.188	0.03	0.2784	0.1977	13-3	1
13	2.1561	Envelope	Combination	Max	0.474	2.474	0.182	0.0253	0.2777	0.2036	13-4	0
13	2.77809	Envelope	Combination	Max	0.454	2.569	0.182	0.0253	0.3626	0.0695	13-4	0.62199
13	0	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.096	-	-	-	13-1	0
					3.927	1.259		0.0138	0.0495	0.4395		
13	0.1561	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.096	-	-	-	13-1	0.1561
					3.934	1.235		0.0138	0.0492	0.3296		
13	0.1561	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.153	-0.028	-	-	13-2	0
					4.226	0.481			0.0486	0.3236		
13	1.1561	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.153	-0.028	-	-	13-2	1
					4.268	0.365			0.1083	0.0991		
13	1.1561	Envelope	Combination	Min	-4.56	-0.15	-0.186	-	-	0.105	13-3	0
								0.0297	0.1081			
13	1.38905	Envelope	Combination	Min	-4.57	-	-0.186	-	-	0.0831	13-3	0.23295
						0.124		0.0297	0.1455			
13	2.1561	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.186	-	-	-	13-3	1
					4.602	0.035		0.0297	0.2817	0.6703		
13	2.1561	Envelope	Combination	Min	-	0.18	-0.17	-	-	-	13-4	0
					4.894			0.0237	0.2811	0.6411		
13	2.77809	Envelope	Combination	Min	-	0.251	-0.17	-	-	-	13-4	0.62199
					4.921			0.0237	0.3734	2.2094		
39	0	Envelope	Combination	Max	1.975	-	0.014	0.0138	0.0465	1.1357	39-1	0
						0.126						
39	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.97	-	0.014	0.0138	0.0444	1.456	39-1	0.1561
						0.111						
39	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.844	0.23	0.175	0.0235	0.0448	1.5171	39-2	0
39	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.812	0.401	0.175	0.0235	0.1312	1.2624	39-2	1
39	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.686	2.55	0.264	0.03	0.1312	1.3235	39-3	0
39	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.679	2.586	0.264	0.03	0.184	0.7727	39-3	0.23295

39	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.654	2.704	0.264	0.03	0.3759	0.4951	39-3	1
39	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.528	4.922	0.344	0.036	0.3761	0.5077	39-4	0
39	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.508	5.018	0.344	0.036	0.5685	0.3722	39-4	0.62199
39	0	Envelope	Combination	Min	- 7.695	- 2.548	-0.002889	- 0.0124	- 0.0443	- 0.9905	39-1	0
39	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.702	- 2.524	-0.002889	- 0.0124	- -0.044	- 0.7675	39-1	0.1561
39	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.314	- 0.963	-0.173	- 0.0233	- 0.0442	- 0.7549	39-2	0
39	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.356	- 0.847	-0.173	- 0.0233	- 0.1329	0.004	39-2	1
39	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.968	-0.39	-0.262	- 0.0298	- 0.1329	0.0238	39-3	0
39	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.978	- 0.363	-0.262	- 0.0298	- 0.1862	- 0.1105	39-3	0.23295
39	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.011	- 0.275	-0.262	- 0.0298	- 0.3798	- 1.3032	39-3	1
39	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.623	0.182	-0.338	- 0.0354	- -0.38	- 1.2422	39-4	0
39	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 9.649	0.254	-0.338	- 0.0354	- 0.5757	- 4.3333	39-4	0.62199
40	0	Envelope	Combination	Max	1.242	-0.28	0.339	0.0354	0.5687	0.319	40-1	0
40	0.622	Envelope	Combination	Max	1.262	- 0.208	0.339	0.0354	0.3762	0.4709	40-1	0.622
40	0.622	Envelope	Combination	Max	1.388	0.248	0.262	0.0298	0.376	0.4583	40-2	0
40	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.412	0.337	0.262	0.0298	0.1841	0.7712	40-2	0.76705
40	1.622	Envelope	Combination	Max	1.419	0.364	0.262	0.0298	0.1313	1.322	40-2	1
40	1.622	Envelope	Combination	Max	1.546	0.821	0.173	0.0233	0.1312	1.2609	40-3	0
40	2.622	Envelope	Combination	Max	1.577	0.936	0.173	0.0233	0.0448	1.5169	40-3	1
40	2.622	Envelope	Combination	Max	1.703	2.51	0.002944	0.0124	0.0444	1.4559	40-4	0
40	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.708	2.534	0.002944	0.0124	0.0465	1.1357	40-4	0.15609

40	0	Envelope	Combination	Min	-9.65	-	-0.343	-0.036	-	-	40-1	0
						5.019			0.5754	4.3369		
40	0.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.343	-0.036	-	-	40-1	0.622
					9.623	4.923			0.3798	-1.245		
40	0.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.264	-0.03	-	-	40-2	0
					9.011	2.705			0.3796	1.3061		
40	1.38905	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.264	-0.03	-	-	40-2	0.76705
					8.978	2.587			0.1861	0.1116		
40	1.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.264	-0.03	-	-	40-2	1
					8.969	2.551			0.1328	0.0229		
40	1.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.175	-	-	-	40-3	0
					8.357	0.402		0.0235	0.1328	0.003		
40	2.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.175	-	-	-	40-3	1
					8.314	0.231		0.0235	0.0442	-0.739		
40	2.622	Envelope	Combination	Min	-	0.11	-0.014	-	-0.044	-	40-4	0
					7.702			0.0138		0.7516		
40	2.77809	Envelope	Combination	Min	-	0.125	-0.014	-	-	-	40-4	0.15609
					7.695			0.0138	0.0443	0.9705		
57	0	Envelope	Combination	Max	1.242	-	0.341	0.0357	0.57	0.3215	57-1	0
						0.279						
57	0.622	Envelope	Combination	Max	1.262	-	0.341	0.0357	0.3763	0.4728	57-1	0.622
						0.207						
57	0.622	Envelope	Combination	Max	1.388	0.249	0.262	0.0298	0.376	0.4602	57-2	0
57	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.412	0.338	0.262	0.0298	0.1841	0.7727	57-2	0.76705
57	1.622	Envelope	Combination	Max	1.42	0.365	0.262	0.0298	0.1313	1.3234	57-2	1
57	1.622	Envelope	Combination	Max	1.546	0.822	0.173	0.0233	0.1312	1.2623	57-3	0
57	2.622	Envelope	Combination	Max	1.578	0.937	0.173	0.0233	0.0445	1.518	57-3	1
57	2.622	Envelope	Combination	Max	1.704	2.51	0.006965	0.013	0.0442	1.4569	57-4	0
57	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.709	2.534	0.006965	0.013	0.0451	1.1367	57-4	0.15609
57	0	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.34	-	-	-	57-1	0
					9.646	5.019		0.0356	0.5731	-4.335		
57	0.622	Envelope	Combination	Min	-	-	-0.34	-	-	-	57-1	0.622
					9.619	4.923		0.0356	0.3796	1.2432		

57	0.622	Envelope	Combination	Min	- 9.007	- 2.705	-0.264	- 0.0301	- 0.3794	- 1.3043	57-2	0
57	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.975	- 2.587	-0.264	- 0.0301	- 0.1861	- 0.1107	57-2	0.76705
57	1.622	Envelope	Combination	Min	- 8.965	- 2.551	-0.264	- 0.0301	- 0.1329	0.0237	57-2	1
57	1.622	Envelope	Combination	Min	- 8.353	- 0.402	-0.175	- 0.0236	- 0.1328	0.0039	57-3	0
57	2.622	Envelope	Combination	Min	-8.31	- 0.231	-0.175	- 0.0236	- 0.0444	-0.739	57-3	1
57	2.622	Envelope	Combination	Min	- 7.698	0.11	-0.006884	-0.013	- 0.0441	- 0.7516	57-4	0
57	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 7.691	0.125	-0.006884	-0.013	- 0.0451	- 0.9706	57-4	0.15609
60	0	Envelope	Combination	Max	1.833	- 0.125	0.002796	0.0104	0.037	1.0831	60-1	0
60	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.828	- 0.109	0.002796	0.0104	0.0366	1.3895	60-1	0.1561
60	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.71	0.208	0.176	0.0225	0.0368	1.4477	60-2	0
60	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.678	0.379	0.176	0.0225	0.1392	1.2067	60-2	1
60	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.56	2.433	0.276	0.0307	0.1393	1.2649	60-3	0
60	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.552	2.468	0.276	0.0307	0.1961	0.7386	60-3	0.23295
60	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.528	2.587	0.276	0.0307	0.3988	0.4629	60-3	1
60	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.409	4.701	0.37	0.0391	0.3992	0.4747	60-4	0
60	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.39	4.797	0.37	0.0391	0.6132	0.3405	60-4	0.62199
60	0	Envelope	Combination	Min	- 7.355	- 2.429	-0.013	- 0.0116	- 0.0384	- 0.9299	60-1	0
60	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.362	- 2.405	-0.013	- 0.0116	- 0.0365	- 0.7196	60-1	0.1561
60	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.946	- 0.909	-0.175	- 0.0221	- 0.0367	- 0.7078	60-2	0
60	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.988	- 0.794	-0.175	- 0.0221	- 0.1407	0.0077	60-2	1

60	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.572	- 0.365	-0.275	- 0.0303	- 0.1408	0.0263	60-3	0
60	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.581	- 0.338	-0.275	- 0.0303	- 0.1979	- 0.1003	60-3	0.23295
60	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.614	- 0.249	-0.275	- 0.0303	- 0.4016	- 1.2446	60-3	1
60	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.198	0.18	-0.37	- 0.0389	-0.402	- 1.1864	60-4	0
60	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 9.224	0.252	-0.37	- 0.0389	- 0.6159	- 4.1402	60-4	0.62199
61	0	Envelope	Combination	Max	1.139	- 0.277	0.37	0.0389	0.6134	0.2902	61-1	0
61	0.622	Envelope	Combination	Max	1.159	- 0.205	0.37	0.0389	0.3993	0.4398	61-1	0.622
61	0.622	Envelope	Combination	Max	1.277	0.224	0.275	0.0303	0.3989	0.428	61-2	0
61	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.302	0.313	0.275	0.0303	0.1962	0.7369	61-2	0.76705
61	1.622	Envelope	Combination	Max	1.309	0.34	0.275	0.0303	0.1394	1.2633	61-2	1
61	1.622	Envelope	Combination	Max	1.428	0.769	0.175	0.0221	0.1392	1.205	61-3	0
61	2.622	Envelope	Combination	Max	1.459	0.885	0.175	0.0221	0.0368	1.4475	61-3	1
61	2.622	Envelope	Combination	Max	1.578	2.391	0.013	0.0116	0.0367	1.3892	61-4	0
61	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.583	2.416	0.013	0.0116	0.037	1.0831	61-4	0.15609
61	0	Envelope	Combination	Min	- 9.224	- 4.798	-0.369	- 0.0391	- 0.6156	- 4.1442	61-1	0
61	0.622	Envelope	Combination	Min	- 9.198	- 4.702	-0.369	- 0.0391	- 0.4018	- 1.1895	61-1	0.622
61	0.622	Envelope	Combination	Min	- 8.615	- 2.588	-0.276	- 0.0307	- 0.4014	- 1.2477	61-2	0
61	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.582	-2.47	-0.276	- 0.0307	- 0.1977	- 0.1016	61-2	0.76705
61	1.622	Envelope	Combination	Min	- 8.572	- 2.434	-0.276	- 0.0307	- 0.1407	0.0253	61-2	1
61	1.622	Envelope	Combination	Min	- 7.989	- 0.381	-0.176	- 0.0225	- 0.1406	0.0067	61-3	0

61	2.622	Envelope	Combination	Min	- 7.946	- 0.209	-0.176	- 0.0225	- 0.0367	- 0.6929	61-3	1
61	2.622	Envelope	Combination	Min	- 7.363	0.109	-0.002731	- 0.0104	- 0.0365	- 0.7047	61-4	0
61	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 7.356	0.124	-0.002731	- 0.0104	- 0.0384	- 0.9111	61-4	0.15609
62	0	Envelope	Combination	Max	1.97	- 0.125	0.006969	0.013	0.0451	1.1372	62-1	0
62	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.965	- 0.109	0.006969	0.013	0.0441	1.4572	62-1	0.1561
62	0.1561	Envelope	Combination	Max	1.839	0.232	0.175	0.0236	0.0444	1.5183	62-2	0
62	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.807	0.404	0.175	0.0236	0.1311	1.2613	62-2	1
62	1.1561	Envelope	Combination	Max	1.681	2.552	0.264	0.0301	0.1312	1.3224	62-3	0
62	1.38905	Envelope	Combination	Max	1.674	2.588	0.264	0.0301	0.184	0.7711	62-3	0.23295
62	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.65	2.706	0.264	0.0301	0.3759	0.4931	62-3	1
62	2.1561	Envelope	Combination	Max	1.524	4.924	0.34	0.0356	0.3761	0.5057	62-4	0
62	2.77809	Envelope	Combination	Max	1.504	5.02	0.34	0.0356	0.5699	0.3695	62-4	0.62199
62	0	Envelope	Combination	Min	- 7.698	- 2.546	-0.006887	-0.013	- 0.0451	- 0.9902	62-1	0
62	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 7.704	- 2.522	-0.006887	-0.013	- 0.0441	- 0.7674	62-1	0.1561
62	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.316	- 0.962	-0.173	- 0.0233	- 0.0444	- 0.7548	62-2	0
62	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.359	- 0.846	-0.173	- 0.0233	- 0.1329	0.0032	62-2	1
62	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 8.971	- 0.389	-0.262	- 0.0298	-0.133	0.023	62-3	0
62	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 8.981	- 0.362	-0.262	- 0.0298	- 0.1862	- 0.1116	62-3	0.23295
62	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.014	- 0.274	-0.262	- 0.0298	- 0.3797	- 1.3067	62-3	1
62	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 9.626	0.183	-0.341	- 0.0357	- 0.3799	- 1.2456	62-4	0

62	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 9.652	0.255	-0.341	- 0.0357	- 0.5733	- 4.3382	62-4	0.62199
71	0	Envelope	Combination	Max	0.732	- 0.195	0.006525	0.0144	0.0505	0.5797	71-1	0
71	0.1561	Envelope	Combination	Max	0.727	- 0.179	0.006525	0.0144	0.0495	0.7385	71-1	0.1561
71	0.1561	Envelope	Combination	Max	0.667	0.052	0.154	0.0283	0.049	0.7676	71-2	0
71	1.1561	Envelope	Combination	Max	0.636	0.206	0.154	0.0283	0.1069	0.6385	71-2	1
71	1.1561	Envelope	Combination	Max	0.576	1.263	0.187	0.03	0.1067	0.6676	71-3	0
71	1.38905	Envelope	Combination	Max	0.569	1.299	0.187	0.03	0.1437	0.3912	71-3	0.23295
71	2.1561	Envelope	Combination	Max	0.544	1.417	0.187	0.03	0.2787	0.1916	71-3	1
71	2.1561	Envelope	Combination	Max	0.485	2.475	0.171	0.0238	0.2781	0.1975	71-4	0
71	2.77809	Envelope	Combination	Max	0.465	2.57	0.171	0.0238	0.369	0.0599	71-4	0.62199
71	0	Envelope	Combination	Min	- 3.935	- 1.255	-0.073	- 0.0144	- 0.0503	- 0.4335	71-1	0
71	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 3.942	- 1.231	-0.073	- 0.0144	- 0.0494	- 0.3244	71-1	0.1561
71	0.1561	Envelope	Combination	Min	- 4.234	- 0.475	-0.153	- 0.0281	- 0.0489	- 0.3185	71-2	0
71	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 4.276	- 0.359	-0.153	- 0.0281	- 0.1083	0.0986	71-2	1
71	1.1561	Envelope	Combination	Min	- 4.568	- 0.145	-0.186	- 0.0298	- 0.1081	0.1045	71-3	0
71	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 4.578	- 0.118	-0.186	- 0.0298	- 0.1453	0.0821	71-3	0.23295
71	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 4.611	- 0.029	-0.186	- 0.0298	- 0.2812	- 0.6728	71-3	1
71	2.1561	Envelope	Combination	Min	- 4.902	0.185	-0.181	- 0.0251	- 0.2805	- 0.6437	71-4	0
71	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 4.929	0.257	-0.181	- 0.0251	- 0.3651	- 2.2127	71-4	0.62199
72	0	Envelope	Combination	Max	0.346	- 0.268	0.181	0.0251	0.3693	0.0388	72-1	0

72	0.622	Envelope	Combination	Max	0.365	- 0.196	0.181	0.0251	0.2782	0.1831	72-1	0.622
72	0.622	Envelope	Combination	Max	0.425	0.018	0.186	0.0298	0.2788	0.1772	72-2	0
72	1.38905	Envelope	Combination	Max	0.449	0.107	0.186	0.0298	0.1438	0.393	72-2	0.76705
72	1.622	Envelope	Combination	Max	0.457	0.134	0.186	0.0298	0.1068	0.6687	72-2	1
72	1.622	Envelope	Combination	Max	0.516	0.349	0.153	0.0281	0.107	0.6396	72-3	0
72	2.622	Envelope	Combination	Max	0.548	0.464	0.153	0.0281	0.049	0.7673	72-3	1
72	2.622	Envelope	Combination	Max	0.607	1.227	0.073	0.0144	0.0495	0.7382	72-4	0
72	2.77809	Envelope	Combination	Max	0.612	1.251	0.073	0.0144	0.0505	0.5792	72-4	0.15609
72	0	Envelope	Combination	Min	- 4.922	- 2.569	-0.171	- 0.0238	-0.365	- 2.2092	72-1	0
72	0.622	Envelope	Combination	Min	- 4.895	- 2.473	-0.171	- 0.0238	- 0.2803	- 0.6411	72-1	0.622
72	0.622	Envelope	Combination	Min	- 4.604	- 1.416	-0.187	-0.03	-0.281	- 0.6702	72-2	0
72	1.38905	Envelope	Combination	Min	- 4.571	- 1.298	-0.187	-0.03	- 0.1452	0.083	72-2	0.76705
72	1.622	Envelope	Combination	Min	- 4.561	- 1.262	-0.187	-0.03	-0.108	0.101	72-2	1
72	1.622	Envelope	Combination	Min	- 4.269	- 0.205	-0.154	- 0.0283	- 0.1082	0.0951	72-3	0
72	2.622	Envelope	Combination	Min	- 4.227	- 0.051	-0.154	- 0.0283	- 0.0489	- 0.3112	72-3	1
72	2.622	Envelope	Combination	Min	- 3.935	0.18	-0.006442	- 0.0144	- 0.0494	- 0.3171	72-4	0
72	2.77809	Envelope	Combination	Min	- 3.928	0.195	-0.006442	- 0.0144	- 0.0503	- 0.4245	72-4	0.15609

HASIL SAP2000 TOPIK KHUSUS (SHEARWALL)

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
2505	3.487	COMB1	Combination		617.285	43.005	3807.002	8.89E-12	-1.502E-08
2505	3.418	COMB1	Combination		617.285	37.889	3807.002	262.6832	2.7908
2524	3.487	COMB1	Combination		602.47	53.933	3748.529	1.46E-10	-3.313E-09
2524	3.418	COMB1	Combination		602.47	48.817	3748.529	258.6485	3.5449
2532	3.487	COMB1	Combination		604.174	53.699	3730.064	-1.419E-10	-8.401E-09
2532	3.418	COMB1	Combination		604.174	48.583	3730.064	257.3744	3.5287
2505	3.487	COMB3	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB3	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB4	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB4	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB5	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB5	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB6	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB6	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB7	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB7	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB8	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB8	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB9	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB9	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB10	Combination	Max	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.487	COMB10	Combination	Min	604.059	42.084	3725.439	8.699E-12	-1.47E-08
2505	3.418	COMB3	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB3	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB4	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB4	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB5	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB5	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB6	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB6	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB7	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB7	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB8	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB8	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB9	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB9	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB10	Combination	Max	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2505	3.418	COMB10	Combination	Min	604.059	37.078	3725.439	257.0553	2.7311
2524	3.487	COMB3	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB3	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB4	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB4	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB5	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB5	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB6	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB6	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB7	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB7	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB8	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB8	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB9	Combination	Max	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09
2524	3.487	COMB9	Combination	Min	589.562	52.778	3668.221	1.428E-10	-3.242E-09

2501	3.487	COMB7	Combination	Max	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB7	Combination	Min	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB8	Combination	Max	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB8	Combination	Min	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB9	Combination	Max	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB9	Combination	Min	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB10	Combination	Max	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.487	COMB10	Combination	Min	400.258	60.605	3461.178	-1.98E-11	-7.537E-09
2501	3.418	COMB3	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB3	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB4	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB4	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB5	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB5	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB6	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB6	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB7	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB7	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB8	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB8	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB9	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB9	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB10	Combination	Max	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2501	3.418	COMB10	Combination	Min	400.258	55.599	3461.178	238.8213	4.009
2505	3.487	COMB2	Combination		529.104	36.862	3263.17	7.62E-12	-1.287E-08
2505	3.418	COMB2	Combination		529.104	32.477	3263.17	225.1587	2.3922
2524	3.487	COMB2	Combination		516.407	46.229	3213.053	1.251E-10	-2.84E-09
2524	3.418	COMB2	Combination		516.407	41.844	3213.053	221.7007	3.0385
2532	3.487	COMB2	Combination		517.867	46.028	3197.226	-1.216E-10	-7.201E-09
2532	3.418	COMB2	Combination		517.867	41.644	3197.226	220.6086	3.0247
2501	3.487	COMB2	Combination		350.592	53.085	3031.703	-1.734E-11	-6.602E-09
2501	3.418	COMB2	Combination		350.592	48.7	3031.703	209.1875	3.5116
2505	3.487	COMB11	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB11	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB12	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB12	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB13	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB13	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB14	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB14	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB15	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB15	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB16	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB16	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB17	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB17	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB18	Combination	Max	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.487	COMB18	Combination	Min	321.87	22.424	1985.08	4.635E-12	-7.831E-09
2505	3.418	COMB11	Combination	Max	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB11	Combination	Min	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB12	Combination	Max	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB12	Combination	Min	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB13	Combination	Max	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB13	Combination	Min	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552
2505	3.418	COMB14	Combination	Max	321.87	19.756	1985.08	136.9705	1.4552

2505	2.99075	COMB1	Combination		225.207	178.944	1510.53	906.276	106.0142
2524	3.418	COMB1	Combination		219.889	218.879	1490.496	256.7183	24.5548
2524	2.99075	COMB1	Combination		219.889	187.203	1490.496	893.5326	111.3041
2532	3.418	COMB1	Combination		222.827	218.306	1484.792	255.4692	24.4383
2532	2.99075	COMB1	Combination		222.827	186.631	1484.792	889.8463	110.9429
2505	3.418	COMB3	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB3	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB4	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB4	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB5	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB5	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB6	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB6	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB7	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB7	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB8	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB8	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB9	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB9	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB10	Combination	Max	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	3.418	COMB10	Combination	Min	220.381	206.112	1478.168	255.3124	22.306
2505	2.99075	COMB3	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB3	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB4	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB4	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB5	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB5	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB6	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB6	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB7	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB7	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB8	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB8	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB9	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB9	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB10	Combination	Max	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2505	2.99075	COMB10	Combination	Min	220.381	175.115	1478.168	886.8597	103.7455
2524	3.418	COMB3	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB3	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB4	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB4	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB5	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB5	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB6	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB6	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB7	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB7	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB8	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB8	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB9	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB9	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB10	Combination	Max	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	3.418	COMB10	Combination	Min	215.178	214.194	1458.564	251.2184	24.0293
2524	2.99075	COMB3	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB3	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB4	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB4	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB5	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB5	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB6	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221

2524	2.99075	COMB6	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB7	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB7	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB8	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB8	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB9	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB9	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB10	Combination	Max	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2524	2.99075	COMB10	Combination	Min	215.178	183.197	1458.564	874.3899	108.9221
2532	3.418	COMB3	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB3	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB4	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB4	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB5	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB5	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB6	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB6	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB7	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB7	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB8	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB8	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB9	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB9	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB10	Combination	Max	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	3.418	COMB10	Combination	Min	218.053	213.634	1452.982	249.996	23.9153
2532	2.99075	COMB3	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB3	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB4	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB4	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB5	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB5	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB6	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB6	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB7	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB7	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB8	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB8	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB9	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB9	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB10	Combination	Max	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2532	2.99075	COMB10	Combination	Min	218.053	182.637	1452.982	870.7826	108.5687
2507	0.7855	COMB1	Combination		340.461	-76.193	1385.361	2.011E-11	-1.073E-09
2507	0.35825	COMB1	Combination		340.461	-107.868	1385.361	591.8956	-39.3201
2501	3.418	COMB1	Combination		88.405	239.143	1369.038	240.2979	27.3204
2501	2.99075	COMB1	Combination		88.405	207.467	1369.038	825.2192	122.7275
2530	0.7855	COMB1	Combination		331.197	-88.604	1357.191	-1.574E-11	6.308E-10
2530	0.35825	COMB1	Combination		331.197	-120.279	1357.191	579.86	-44.6226
2507	0.7855	COMB3	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB3	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB4	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB4	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB5	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB5	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB6	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB6	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB7	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB7	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB8	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB8	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB9	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09

2507	0.7855	COMB9	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB10	Combination	Max	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.7855	COMB10	Combination	Min	333.167	-74.562	1355.68	1.968E-11	-1.05E-09
2507	0.35825	COMB3	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB3	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB4	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB4	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB5	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB5	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB6	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB6	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB7	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB7	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB8	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB8	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB9	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB9	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB10	Combination	Max	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2507	0.35825	COMB10	Combination	Min	333.167	-105.558	1355.68	579.2141	-38.4781
2534	0.7855	COMB1	Combination		329.656	-88.233	1347.822	4.313E-11	-4.782E-10
2534	0.35825	COMB1	Combination		329.656	-119.908	1347.822	575.8568	-44.4642
2501	3.418	COMB3	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB3	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB4	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB4	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB5	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB5	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB6	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB6	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB7	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB7	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB8	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB8	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB9	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB9	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB10	Combination	Max	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	3.418	COMB10	Combination	Min	86.511	234.024	1339.709	235.1499	26.7356
2501	2.99075	COMB3	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB3	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB4	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB4	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB5	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB5	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB6	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB6	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB7	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB7	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB8	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB8	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB9	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB9	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB10	Combination	Max	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2501	2.99075	COMB10	Combination	Min	86.511	203.028	1339.709	807.5405	120.1009
2496	0.42725	COMB2	Combination		-464.067	-533.273	1339.613	-572.3494	233.6409
2496	0	COMB2	Combination		-464.067	-560.423	1339.613	0	0
2530	0.7855	COMB3	Combination	Max	324.101	-86.706	1328.114	-1.54E-11	6.173E-10
2530	0.7855	COMB3	Combination	Min	324.101	-86.706	1328.114	-1.54E-11	6.173E-10
2530	0.7855	COMB4	Combination	Max	324.101	-86.706	1328.114	-1.54E-11	6.173E-10
2530	0.7855	COMB4	Combination	Min	324.101	-86.706	1328.114	-1.54E-11	6.173E-10
2530	0.7855	COMB5	Combination	Max	324.101	-86.706	1328.114	-1.54E-11	6.173E-10

2503	0.35825	COMB1	Combination		308.393	-131.093	1315.872	562.2065	-49.2429
2505	3.418	COMB2	Combination		193.035	180.54	1294.75	223.6321	19.5385
2505	2.99075	COMB2	Combination		193.035	153.389	1294.75	776.8142	90.8742
2503	0.7855	COMB3	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB3	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB4	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB4	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB5	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB5	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB6	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB6	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB7	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB7	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB8	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB8	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB9	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB9	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB10	Combination	Max	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.7855	COMB10	Combination	Min	301.786	-97.289	1287.682	-3.74E-12	-1.064E-09
2503	0.35825	COMB3	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB3	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB4	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB4	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB5	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB5	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB6	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB6	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB7	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB7	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB8	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB8	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB9	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB9	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB10	Combination	Max	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2503	0.35825	COMB10	Combination	Min	301.786	-128.286	1287.682	550.1619	-48.1883
2524	3.418	COMB2	Combination		188.478	187.62	1277.58	220.0462	21.048
2524	2.99075	COMB2	Combination		188.478	160.469	1277.58	765.8922	95.4084
2532	3.418	COMB2	Combination		190.996	187.129	1272.69	718.9755	20.9482
2532	2.99075	COMB2	Combination		190.996	159.978	1272.69	762.7324	95.0989
2507	0.7855	COMB2	Combination		291.826	-65.311	1187.46	1.724E-11	-9.197E-10
2507	0.35825	COMB2	Combination		291.826	-92.461	1187.46	507.3422	-33.7039
2501	3.418	COMB2	Combination		75.776	204.989	1173.473	205.9717	23.4186
2501	2.99075	COMB2	Combination		75.776	177.839	1173.473	707.3381	105.2002
2530	0.7855	COMB2	Combination		283.885	-75.948	1163.316	-1.349E-11	5.407E-10
2530	0.35825	COMB2	Combination		283.885	-103.099	1163.316	497.0266	-38.249
2534	0.7855	COMB2	Combination		282.565	-75.631	1155.284	3.697E-11	-4.099E-10
2534	0.35825	COMB2	Combination		282.565	-102.781	1155.284	493.5953	-38.1132
2503	0.7855	COMB2	Combination		264.339	-85.217	1127.901	-3.276E-12	-9.323E-10
2503	0.35825	COMB2	Combination		264.339	-112.368	1127.901	481.8957	-42.2092
2496	0.42725	COMB11	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB11	Combination	Min	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB12	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB12	Combination	Min	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB13	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB13	Combination	Min	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB14	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB14	Combination	Min	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB15	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB15	Combination	Min	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129
2496	0.42725	COMB16	Combination	Max	-282.303	-324.402	814.922	-348.1754	142.129



LEMBAR REVISI
UJIAN MAGANG MBKM

NAMA MAHASISWA : 1. DIMAS BAGUS PRASETYO
2. MAULANA ZIDAN DWI CAHYA
NOMOR POKOK MAHASISWA : 1. 21035010079
2. 21035010122
JUDUL LAPORAN MAGANG : PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN
LUMAJANG

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Format penulisan - Judul, Bab ukuran 18 - Logo UPN ukuran 4x4 - Nama Mahasiswa disusun atas & bawah	
2.	Gambar diperbesar - Gambar 1.1, kurva S 1 halaman	
3.	Tambahkan lampiran SAP2000 struktur bata lanjut	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama ___ hari .

SURABAYA, 02 JANUARI 2025

DOSEN PENGUJI

Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.

NIP/NPT. 196512081991031001



LEMBAR REVISI
UJIAN MAGANG MBKM

NAMA MAHASISWA : 1. DIMAS BAGUS PRASETYO
2. MAULANA ZIDAN DWI CAHYA
NOMOR POKOK MAHASISWA : 1. 21035010079
2. 21035010122
JUDUL LAPORAN MAGANG : PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN
LUMAJANG

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Aspek Hukum dan Ketenagakerjaan Dilengkapi untuk pembahasannya.	
2.	Produktivitas Concrete Pump Grafik diperbaiki, dan kesimpulannya lebih dijelaskan.	
3.	Struktur Rangka bedung Tinggi Dilengkapi untuk pembahasannya (HBK)	
4.	Topik khusus (Shear wall) Dilengkapi pembahasannya (Analisis perencanaan)	

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama ___ hari .

SURABAYA, 02 JANUARI 2025

DOSEN PENGUJI


Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.

NIP/NPT. 198903042019032017



LEMBAR REVISI
UJIAN MAGANG MBKM

NAMA MAHASISWA : 1. DIMAS BAGUS PRASETYO
2. MAULANA ZIDAN DWI CAHYA
NOMOR POKOK MAHASISWA : 1. 21035010079
2. 21035010122
JUDUL LAPORAN MAGANG : PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL ASTON INN
LUMAJANG

NO.	KETERANGAN	TANDA TANGAN
1.	Ukuran Tabel disesuaikan (terlalu besar) hal 22	
2.	Update untuk SNI yang terbaru { hal 61	
3.	Tambahkan keterangan halaman 67	
4.	Topik kursus Gambar denah dan Analisa SAP (ditambahkan)	
ACC REVISI 07/01 2025 		

Diberikan masa perbaikan sesuai usulan perbaikan diatas selama ___ hari .

SURABAYA, 02 JANUARI 2025

DOSEN PENGUJI

Karina Meilawati Eka Putri, S.T., M.T.
NIP/NPT. 199405232024062001



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JL. RAYA RUNGKUT MADYA GUNUNG ANYAR
SURABAYA

LEMBAR ASISTENSI MAGANG MBKM



Nama : - Dimas Bagus Prasetyo (21035010079)
- Maulana Zidan Dwi Cahya (21035010122)

Pembimbing : - Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T.
- Karina Meilawati Eka Saputri, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Keterangan	TandaTangan
1.	23-08-2024	- Penjadwalan Asistensi - Asistensi Logbook Magang	
2.	28-09-2024	- Asistensi Logbook Magang (dibuat per minggu) - Asistensi Jurnal Cifest (Penyesuaian Judul) - Asistensi Laporan Magang (Penyesuaian Mata Kuliah dan isi)	
3.	12-10-2024	- Asistensi Jurnal Cifest (Pengerucutan Pendahuluan dan lebih tertuju di hasil dan pembahasan)	
4.	25-10-2024	- Asistensi Laporan Magang (Penyusunan Pendahuluan dan Struktur Organisasi)	
5.	02-11-2024	- Asistensi Jurnal Cifest (Penyusunan Judul Lebih Tertuju kepada Pembahasan dan Isi) - Asistensi Jurnal Cifest (Penambahan Data analisis dan Sumber Penelitian)	
6.	13-11-2024	- Asistensi Artikel Berita (Pengkoreksian Penggunaan Kata, Pemisahan Kalimat Paragraf kurang jelas, Penyesuaian Paragraf penutup) - Asistensi Video Youtube (Lanjut Upload)	
7.	19-11-2024	- Diskusi publish jurnal magang MBKM minimal SINTA 4 atau boleh diatasnya SINTA 4	
8.	26-11-2024	- Asistensi Laporan Magang (Progres laporan dari bab 1 – 9, lengkapi yang belum selesai) - RPS yang belum ada akan dicarikan	



UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JL. RAYA RUNGKUT MADYA GUNUNG ANYAR
SURABAYA

9.	06-12-2024	- Diskusi pembahasan judul dan pembahasan jurnal magang MBKM	
10.	09-12-2024	- Asistensi Laporan Magang diskusi topik khusus yang akan diganti karena minimnya referensi - Diskusi finalisasi judul jurnal dan pembahasan yang akan dibahas yaitu tentang "Analisis Produktivitas Concrete Pump dan Truck Mixer Dengan Pengecoran Manual Pada Proyek Hotel Aston Inn Lumajang"	
11.	11-12-2024	- Diskusi topik khusus yang akan dibahas pada laporan magang yaitu "Shearwall"	