

LAPORAN KERJA PRAKTEK
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KOLABORASI UMKM SQUARE
UNIVERSITAS SUMATRA UTARA (*MULTIYEARS*)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

RIKKY L.J SILABAN
208110030



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2023

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/2/25

Access From (repository.uma.ac.id)17/2/25

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Kami Ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya saya dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek ini dengan judul **“PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KOLABORASI UMKM SQUARE UNIVERSITAS SUMATRA UTARA (*MULTIYEARS*)”**

Adapun Tujuan dari penyusunan Laporan Kerja Praktek ini adalah sebagai salah satu syarat untuk kelulusan mata kuliah Kerja Praktek di Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Penyusunan laporan kerja praktek ini tidak akan selesai tanpa bimbingan, nasehat serta petunjuk dari berbagai pihak. Untuk itu, perkenankanlah saya sebagai penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua saya yang senantiasa memberikan sokongan dan do'a yang tiada henti serta dukungan moral dan materil kepada saya.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M. Eng., M.Sc. selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr.Eng Supriatno S.T, M.T . selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
4. Ibu Tika Ermita Wulandari, ST., MT. selaku Ketua Dan Kordinator Program Studi Teknik Sipil,
5. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT .selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktek yang dengan sabar telah membimbing saya serta memberikan masukan-masukan yang sangat berguna bagi saya.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. PT. KARYA - AGHA KSO (Perusahaan / Instansi).
8. Bapak Fazly Umar Purba Selaku Project Manager Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) yang telah membalas Surat Pengajuan Kerja Praktek saya.
9. Pembina praktek Kami Ibu Efrida Bella dan Bapak Simson Silaban yang telah membimbing Kami Menuju Lapangan Proyek Gedung Kaolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*).

Saya sebagai Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak mengandung kelemahan dan kekurangan, baik dari segi materi, penyajian maupun pemilihan kata-kata. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai kepada siapa saja yang berkenan memberikan masukan, baik berupa koreksi maupun kritikan yang pada gilirannya dapat penulis jadikan bahan pertimbangan bagi penyempurnaan laporan ini.

Terlepas dari kelemahan dan kekurangan yang ada, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan semoga Allah senantiasa melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita semua agar kita dapat menjadi insan yang berguna bagi Agama, Bangsa, Negara dan berguna juga bagi orang lain serta diri kita sendiri. Amin.

Medan, 07 Oktober 2023

Rikky L.J Silaban
208110030

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Kerja Praktek	1
1.3. Pembatasan Dasar Kerja	2
1.4. Lokasi Dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek	2
1.5. Manfaat Kerja Praktek	2
BAB II MANAGEMENT PROYEK	3
2.1. Deskripsi Proyek	3
2.1.1. Lokasi Proyek.....	4
2.1.2. Informasi Proyek.....	4
2.2. Bentuk dan Struktur Organisasi Proyek.....	4
2.2.1. <i>Project Manager</i>	5
2.2.2. <i>Site Manager</i>	6
2.2.3. <i>Administrasi</i>	7
2.2.4. <i>Project Control</i>	7
2.2.5. Ahli K3.....	8
2.2.6. Asisten Sipil.....	8
2.2.7. Asisten Mekanik.....	9
2.2.8. Asisten Elektrikal.....	9
2.2.9. Asisten <i>Quality Control</i>	9
2.2.10. <i>Drafter</i>	10
2.3. Hubungan Kerja Antar Unsur Pelaksana	10
2.3.1. Pemilik Proyek	10
2.3.2. Kontraktor Pelaksana	12
2.3.3. Konsultan Perencana	13
2.3.4. Konsultan Pengawas	15
2.4. Data dan Urutan Pelaksanaan Konstruksi	16
2.5. K3 Proyek	17
2.5.1. Tujuan K3 Proyek	17
2.5.2. Managemen K3 Proyek	18
2.6. APD Dalam K3 Proyek.....	18
BAB III SPESIFIKASI ALAT DAN BAHAN BANGUNAN	20
3.2. Spesifikasi Alat Yang Digunakan	20
3.1.1. <i>Theodolite</i>	20
3.1.2. <i>Jack Hammer</i>	21
3.1.3. <i>Excavator</i>	21
3.1.4. <i>Vibrator</i>	22
3.1.5. <i>Waterpass</i>	23
3.1.6. <i>Truck Mixer beton</i>	23
3.1.7. <i>Bar Cutter</i>	24
3.1.8. <i>Bar Bender</i>	24
3.1.9. Mesin Pompa Air	25
3.1.10. Genset.....	26

3.1.11. Melon Mini <i>Mixer</i>	26
3.1.12. Peralatan <i>Grouting</i>	27
3.1.13. <i>Scaffolding</i>	28
3.1.14. Gerinda Tangan	28
3.1.15. <i>Conrate Bucket</i>	29
3.1.16. Pompa Beton/ <i>Concrate Pump</i>	29
3.1.17. <i>Rough Terrain Crane</i>	30
3.2. Material Spesifikasi Bahan Bangunan.....	31
3.2.1. Semen.....	31
3.2.2. Besi Tulangan.....	33
3.2.3. Kawat Bendrat.....	34
3.2.4. Wiremesh	34
3.2.5. Pasir Beton	35
3.2.6. Agregat	35
3.2.7. Batu Kali	37
3.2.8. Batako	38
3.2.9. Tanah Timbunan	39
3.2.10. Kayu	41
BAB VI METODE PELAKSANAAN PEKERJAN PROYEK.....	43
4.1. Metode Pembuatan Kolom.....	43
4.2. Perencanaan Struktur atas	43
4.2.1. Perencanaan Struktur Kolom	44
4.3. Metode Pelaksanaan.....	45
4.3.1. Tahapan Persiapan	46
4.3.2. Tahapan Pelaksanaan	48
4.3.3. Tahapan Perawatan	54
4.3.4. Perhitungan Kolom	55
4.3.5. Perhitungan Kolom Lantai 1	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	vi
LAMPIRAN.....	vii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokasi Proyek.....	3
Gambar 2. 2 APD Proyek.....	19
Gambar 3.1 <i>Theodolite</i>	20
Gambar 3.2 <i>Jack Hammer</i>	21
Gambar 2.3 <i>Excavator</i>	22
Gambar 2.4 <i>Vibrator</i>	22
Gambar 2.5 <i>Waterpass</i>	23
Gambar 2.6 <i>Truck Mixer Beton</i>	24
Gambar 2.7 <i>Bar Cutter</i>	24
Gambar 2.8 <i>Bar Bender</i>	25
Gambar 2.9 Mesin Pompa Air	25
Gambar 2.10 Genset.....	26
Gambar 2.11 Molen Mini <i>Mixer</i>	27
Gambar 2.12 Peralatan <i>Grouting</i>	27
Gambar 2.13 <i>Scaffolding</i>	28
Gambar 2.14 Gerinda Tangan.....	29
Gambar 2.15 <i>Concrete Bucket</i>	29
Gambar 2.16 <i>Concrete pump</i>	30
Gambar 2.17 <i>Rough Terrain Crane</i>	30
Gambar 2. 18 Semen.....	33
Gambar 2. 19 Besi Tulangan.....	34
Gambar 2. 20 <i>Bendrat</i>	34
Gambar 2. 21 <i>Wiremesh</i>	35
Gambar 2. 22 Pasir Beton	35
Gambar 2. 23 Agregat	36
Gambar 2. 24 Batu Kali	37
Gambar 2. 25 Batako.....	39
Gambar 2. 26 Tanah Timbun	41
Gambar 2. 27 Kayu	42

Gambar 4. 1 Pemotongan besi tulangan.....	46
Gambar 4. 2 Pembengkokan besi tulangan	46
Gambar 4. 3 Perakitan Bekisting	47
Gambar 4. 4 Pembuatan beton decking	47
Gambar 4. 5 Penyambungan kolom.....	48
Gambar 4. 6 Perakitan tulangan kolom.....	48
Gambar 4. 7 Pemasangan beton decking	49
Gambar 4. 8 Pemasangan bekisting kolom.....	50
Gambar 4. 9. Pemasangan penyangga <i>bekisting</i>	50
Gambar 4. 10 Uji Tes <i>Slump</i>	52
Gambar 4. 11 Pemindahan beton <i>ready mix ke concrete bucket</i>	52
Gambar 4. 12 Pengecoran kolom.....	53
Gambar 4. 13. Kolom yang sudah jadi.....	54
Gambar 4. 14. Denah Kolom Lantai 1	55
Gambar 4. 15. Detail Kolom.....	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.1. Latar Belakang

Kerja praktek merupakan persyaratan yang diwajibkan kepada mahasiswa yang akan menempuh tugas akhir pada jenjang Strata 1 di program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area. Kerja Praktek adalah suatu aktifitas secara langsung yang dilakukan di lapangan yang diharapkan dapat mengerti secara langsung hal – hal yang menyangkut perencanaan dari awal pembangunan sampai tahap penyelesaian suatu proyek, agar mahasiswa dapat menerapkan yang telah didapatkan selama di Universitas dengan kondisi secara langsung di proyek.

Untuk memenuhi Program tersebut, Kerja Praktek dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*), Sumatera Utara. Pelaksanaan Proyek dikerjakan oleh PT. KARYA – AGHA KSO Sedangkan Pemilik Proyek Gedung Kolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) adalah UNIVERSITAS SUMATRA UTARA.

1.1.2. Tujuan Kerja Praktek

Adapun Tujuan Kerja Praktek yaitu:

- 1) Menambah Wawasan Dan ilmu pengetahuan mahasiswa/i.
- 2) Mengetahui secara langsung pengaplikasian dari teori yang diperoleh dari bangku kuliah.
- 3) Menambah pengalaman mahasiswa dalam dunia kerja, khususnya proyek konstruksi.
- 4) Mendapatkan pengetahuan/gambaran pelaksanaan suatu proyek.
- 5) Memahami system pengawasan dan organisasi di lapangan, serta hubungan kerja pada suatu proyek.
- 6) Meningkatkan hubungan kerja sama yang baik antara perguruan tinggi dan perusahaan.

1.1.3. Pembatasan Dasar Kerja

Kerja Praktek yang dilaksanakan dari tanggal 07 Agustus 2023 – 11 Oktober 2023. Pekerjaan yang diamati selama Kerja Praktek dilakukan yakni Mulai dari pengecoran pondasi.

1.1.4. Lokasi dan Tempat Pelaksanaan Kerja Praktek

Proyek Pembangunan Gedung Gedung Kolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*), Sumatera Utara. Rentang Waktu dilaksanakannya Program Kerja Praktek dimulai pada tanggal 08 Agustus 2023 – 11 Oktober 2023.

1.1.5. Manfaat Kerja Praktek

- 1) Menambah dan meningkatkan keterampilan serta keahlian di bidang praktek.
- 2) Menerapkan ilmu yang didapatkan ketika belajar di ruangan kelas dan diterapkan di lapangan.
- 3) Memperoleh pengalaman, keterampilan dan wawasan di dunia kerja.
- 4) Mahasiswa mampu berfikir secara sistematis dan ilmiah tentang lingkungan kerja.
- 5) Mahasiswa mampu membuat suatu laporan dari apa yang mereka kerjakan selama praktek di proyek.

BAB II

ORGANISASI PROYEK DAN K3 PROYEK

2.1. Deskripsi Proyek

Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatera Utara (*Multiyears*) adalah sebuah Proyek dengan Pembangunan yang berskala Besar, dana yang besar, pekerja yang ahli dan berpengalaman. Pada saat Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatera Utara (*Multiyears*) ini selesai maka Gedung Kolaborasi UMKM Saquare Universitas Sumatera Utara akan menjadi gedung supermarket terbesar di Sumatera Utara sebagai tempat pusat perbelanjaan masyarakat sekitar.

Adapun tujuan Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatera Utara (*Multiyears*) digunakan sebagai tempat yang menyediakan segala kebutuhan sehari – hari kepada masyarakat sekitar. Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatera Utara (*Multiyears*) ini membutuhkan biaya yang sangat besar dengan jumlah anggaran sekitar 97 miliar.

2.1.1 Lokasi Proyek

Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20222.



Gambar. 2.1. Lokasi Proyek,

Sumber : Google Earth

2.1.2 Informasi Proyek

Berikut adalah data informasi umum tentang proyek Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*):

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (<i>Multiyears</i>)
Lokasi Proyek	: Jalan Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara. 20222
Pemilik Proyek	: PEMERITAH KOTA MEDAN
Tanggal Di Mulai	: Mei 2023
Tanggal Kontrak	: Mei 2023 s.d Juli 2024
Sumber Dana Proyek	: APBD Kota Medan Tahun Anggaran (2023 – 2024)
Kontraktor	: PT. KARYA - AGHA KSO
Konsultan MK	: PT. HARAWANA CONSULTANT
Luas Lahan	: 14,522 m ²
Luas Bangunan	: 10.509 m ²
Biaya Proyek	: Rp 97.652.467.000.00

Kontrak *Unit Price* Pada Proyek ini merupakan kontrak dimana volume pekerjaan yang tercantum dalam kontrak hanya merupakan perkiraan dan akan diukur ulang untuk menentukan volume pekerjaan yang benar – benar dilaksanakan jadi untuk pembayarannya didasarkan pada hasil pengukuran Bersama atas volume pekerjaan yang benar benar telah dilaksanakan oleh penyedia barang/jasa.

2.2 Bentuk dan Struktur Organisasi Proyek

Dalam melaksanakan pekerjaan pembangunan sebuah proyek, baik itu pembangunan Gedung seperti apartemen, Gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, bendungan serta proyek lainnya seperti pembangunan jembatan pekerjaan jalan, dll. Maka akan sangat banyak pihak - pihak yang akan terlibat dalam proyek

tersebut mulai dari proses tender dilakukan hingga proses pengerjaannya di lapangan.

Setiap pihak memiliki peran dan tanggung jawab masing-masing sesuai fungsinya. Setiap tanggung jawab berbeda satu dengan yang lain namun saling berkaitan. Tentunya semua pihak memiliki tujuan yang sama, yakni memperlancar proses pekerjaan di lapangan mulai dari awal hingga pekerjaan serah terima. Banyak hal yang harus disiapkan untuk membentuk sebuah tim impian yang akan menyukseskan proyek sehingga hasil yang diperoleh maksimal. Dengan suksesnya sebuah proyek maka setiap pihak akan diuntungkan. Kontraktor akan memperoleh laba sesuai yang diharapkan, sedangkan bagi pemilik proyek bisa langsung memasarkan bangunan yang telah diselesaikan tepat waktu dan dikerjakan dengan baik sesuai spesifikasi yang telah direncanakan.

Pembangunan setiap proyek memiliki sebuah keharusan tentunya antara kontraktor, konsultan, dan pemilik proyek (*owner*) bersatu padu untuk mendorong agar proses pengerjaan proyek berlangsung lancar sehingga target masing masing pihak tercapai.

2.2.1 *Project Manager*

Pimpinan proyek atau yang di kenal dengan *Project Manager* (PM) adalah personil yang ditunjuk oleh perusahaan kontraktor menggunakan anggaran untuk kepentingan pembangunan suatu proyek. *Project Manager* juga merupakan pimpinan tertinggi pada struktur organisasi proyek, yang dituntut untuk memahami yang menguasai rencana kerja proyek secara keseluruhan dan mendetail. Selain itu juga seorang *Project Manager* juga harus mampu mengkoordinasikan seluruh kegiatan kerja bawahannya agar dapat dipastikan bahwa pekerjaan yang dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi dan dapat berjalan mengikuti program kerja yang direncanakan dalam jangka waktu dan biaya tertentu.

Beberapa uraian tugas dan kewajiban seorang *Project Manager* yaitu sebagai berikut:

- 1) Membuat rencana pelaksanaan proyek
- 2) Melakukan perencanaan untuk pelaksanaan di lapangan berdasarkan rencana pelaksanaan proyek.

- 3) Memimpin kegiatan pelaksanaan proyek dengan memperdayagunakan sumber daya yang ada.
- 4) Melakukan pengendalian terhadap perencanaan pada proses kegiatan pelaksanaan di lapangan.
- 5) Menghadiri rapat-rapat koordinasi di proyek baik di *owner* maupun mitra usaha.
- 6) Melakukan evaluasi hasil kegiatan pelaksanaan kerja
- 7) Mempertanggung jawabkan perhitungan untung rugi proyek.
- 8) Membuat laporan tentang kemajuan pekerjaan, kepegawaian, keuangan, peralatan dan juga persediaan bahan di proyek secara berkala.
- 9) Membuat laporan pertanggung jawaban kepada pemilik proyek.
- 10) Membuat laporan pertanggung jawaban kepada pemimpin.

2.2.2 Site Manager

Site Manager bertanggung jawab kepada *Project Manager* dalam pengelolaan operasi fisik pelaksanaan proyek mengenai hal-hal teknis pekerjaan di suatu tempat konstruksi. Wewenang dan tanggung jawab *Site Manager* antara lain:

1. Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan perencanaan baik teknis maupun keuangan sebagaimana disiapkan oleh unit *engineering* atau perencanaan.
2. Mengkoordinasikan para kepala pelaksana dalam mengendalikan pekerjaan para mandor dan subkontraktor.
3. Membina dan melatih keterampilan para staf, tukang dan mandor.
4. Melakukan penilaian kemampuan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.
5. Mengadakan pengecekan transaksi-transaksi pelaksanaan proyek, mengkomplikasikan dan membandingkan dengan rencana semula.
6. Melaksanakan pengujian-pengujian laboratorium yang diperlukan guna meyakinkan bahwa pekerjaan sudah dilaksanakan sesuai standar mutu yang dikehendaki.
7. Mengorganisasikan tenaga kerja dan alat berat agar mampu memenuhi target pekerjaan.

8. Melakukan evaluasi prosedur pengerjaan yang telah dilakukan dan menganalisis potensi-potensi kendala yang mungkin terjadi.

2.2.3 Administrasi

Administrasi merupakan kegiatan penunjang proyek dan sangat diperlukan.

Adapun tugas-tugas administrasi proyek yaitu:

- 1) Mempersiapkan dan menyediakan semua kebutuhan perlengkapan administrasi dan alat-alat kantor untuk menunjang kelancaran proyek.
- 2) Membantu kepala pelaksana bagian proyek dan mengkoordinasi serta mengawasi tata laksana administrasi.
- 3) Membuat laporan akuntansi proyek dan menyelesaikan perpajakan serta retribusi.
- 4) Mengurus tagihan kepada pemilik proyek atau jika kontraktor nasional dengan banyak proyek maka bertugas juga membuat laporan ke kantor pusat serta menyiapkan dokumen untuk permintaan dana ke bagian keuangan pusat.
- 5) Membantu *project manager* terutama dalam hal keuangan dan sumber daya manusia sehingga kegiatan pelaksanaan proyek dapat berjalan dengan baik.
- 6) Mencatat aktiva proyek meliputi inventaris, kendaraan dinas, alat-alat proyek dan sejenisnya.
- 7) Menerima dan memproses tagihan dari sub kontraktor jika proyek yang dikerjakan berskala besar sehingga melakukan pemborongan kembali kepada kontraktor spesialis sesuai dengan item pekerjaan yang dikerjakan.

2.2.4 Project Control

Project Control adalah satu-satunya posisi disamping *Site Manager* atau *Project Manager* yang memiliki pandangan menyeluruh terhadap suatu proyek. Pada posisi *Project Control* memiliki peluang besar untuk menjadi penasihat utama *Site Manager* atau *Project Manager* dalam mengendalikan proyek.

Tugas-tugas *Project Control* yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengkoordinasikan pengendalian *schedule* dan *progress*, dengan cara memimpin *progress review meeting* yang diadakan satu minggu sekali.
- 2) Mengumpulkan data *progress* dari lapangan dan menghitung *progress* tiap-tiap section maupun tugas *erection boiler* secara keseluruhan.
- 3) Mensuplai data *progress* dan *schedule* ke *client* yang akan dipergunakan *client* untuk mengupdate *project schedule*.
- 4) Membuat laporan bulanan bulanan untuk kantor pusat dan laporan bulanan untuk *client*.
- 5) Membuat dikumentasi dalam bentuk photographi selama proyek berlangsung.
- 6) Menangani hal-hal yang berhubungan dengan kontrak administrasi.
- 7) Membuat *project closing report*.

2.2.5 Ahli K3

Uraian tugas dan tanggung jawab tenaga Ahli K3 adalah sebagai berikut:

- 1) Menerapkan ketentuan peraturan perundang-undangan tentang dan terkait K3 konstruksi.
- 2) Mengkaji dokumen kontrak dan metode kerja pelaksanaan konstruksi.
- 3) Merencanakan dan menyusun program K3.
- 4) Membuat prosedur kerja dan instruksi kerja penrapan ketentuan K3.
- 5) Melakukan sosialisasi, penerapan dan pengawasan pelaksanaan program, prosedur kerja dan instruksi kerja K3.
- 6) Melakukan penanganan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta keadaan darurat.

2.2.6 Asisten Sipil

Asisten Sipil yang memiliki tugas untuk membantu ahli engineering dalam merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi suatu pekerjaan, mendesain dan merancang pembuatan gambar kerja bangunan serta membuat laporan harian, mingguan dan bulanan.

Berikut tugas dan tanggung jawab Asisten Sipil:

1. Menjamin kelancaran peralatan yang digunakan untuk proses produksi.

2. Membuat laporan kerja bulanan ke direksi.
3. Membuat laporan harian, mingguan, bulanan hingga tahunan terkait dengan pemeliharaan serta bangunan pabrik.
4. Merencanakan, melaksanakan dan melakukan evaluasi kegiatan pemeliharaan peralatan mesin.
5. Merencanakan kegiatan operasional pabrik agar dapat tercipta kinerja yang optimal.
6. Merencanakan penyusunan, implementasi norma, *budget*, spesifikasi dan standar konstruksi sipil dan infrastruktur serta perawatannya.
7. Mendesain dan merancang pembuatan gambar kerja bangunan.

3.2.7 Asisten Mekanik

Asisten Mekanik mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

- 1) Membantu tugas mekanik melakukan perbaikan kendaraan proyek.
- 2) Menyiapkan kebutuhan mekanik dalam memperbaiki kendaraan.
- 3) Memelihara (menjaga kebersihan dan kelengkapan) peralatan yang digunakan sebagai alat pelaksana pekerjaan suatu proyek.

2.2.8 Asisten Elektrikal

Asisten Elektrikal mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

- 1) Membantu menganalisis dan perhitungan kebutuhan.
- 2) Membantu memecahkan masalah yang muncul akibat kesalahan dalam perancangan.
- 3) Ikut berusaha mencari cara-cara penekanan biaya dan metode perbaikan kerja yang lebih efisien.
- 4) Merencanakan sistemelektrikal berdasarkan perhitungan kebutuhan yang ada.

2.2.9 Asisten *Quality Control*

Quality Control dalam pekerjaan konstruksi memegang peranan yang cukup penting, karena dapat menentukan kualitas dari hasil pelaksanaan pekerjaan.

Pengawasan terhadap mutu pekerjaan yang baik akan menghasilkan kualitas pekerjaan yang baik pula.

Asisten *Quality Control* (QS) memiliki tugas sebagai berikut:

1. Mempelajari dan memahami spesifikasi teknis yang digunakan pada proyek konstruksi.
2. Mempelajari perencanaan mutu yang dipakai pada pekerjaan.
3. Menyiapkan bahan laporan yang terkait pemeriksaan atau pengendalian mutu dari suatu pekerjaan.
4. Memeriksa dan menjaga kualitas pekerjaan dari subkonstraktor agar sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku.
5. Mempelajari metode kerja yang digunakan agar sesuai spesifikasi

2.2.10 Drafter

Seorang *Drafter* dikenal sebagai juru gambar yang tugasnya membuat gambar teknik, seperti teknik sipil, arsitektur, mesin hingga rancang bangun dan interior.

Berikut tugas-tugas *Drafter*:

1. Membuat gambar pelaksanaan (Shop Drawing)
2. Menyesuaikan gambar perencanaan dengan kondisi nyata di lapangan.
3. Menjelaskan kepada pelaksana lapangan / *surveyor*.
4. Membuat gambar akhir pekerjaan (*Asbuilt Drawing*)

2.3 Hubungan Kerja Antar Unsur Pelaksana

Dalam proyek pembangunan Rumah sakit Columbia asia ada beberapa pihak yang terlibat didalamnya. Pihak – pihak tersebut memiliki tugas, hak, dan kewajibannya masing – masing, yang diatur dalam sebuah ketentuan yang disepakati Bersama melalui kontrak. Pihak – pihak tersebut yaitu:

1. Pemilik Proyek
2. Konsultan Perencana
3. Kontraktor Umum
4. Konsultan Pengawas

2.3.1 Pemilik Proyek

Owner adalah orang atau badan hukum / instansi baik swasta maupun pemerintah yang memiliki gagasan untuk mendirikan bangunan dan menanggung biaya pembangunan tersebut dan memberi tugas kepada suatu badan atau orang untuk melaksanakan gagasan tersebut yang dianggap mampu untuk melaksanakannya.

Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) yang bertindak sebagai owner adalah pemerintah kota medan Meliputi:

1. Memilih Konsultan Perencana dan Konsultan Pengawas melalui proses pelelangan.
2. Berhak menerima ataupun menolak perubahan-perubahan pekerjaan akibat keadaan memaksa yang tidak terduga dan di luar batas kemampuan manusia, misalnya: bencana alam/gempa, gunung Meletus, banjir besar, kebakaran, dan lain sebagainya.
3. Menentukan persyaratan administrasi sesuai dokumen kontrak.
4. Mengklaim pekerjaan kontraktor bila pekerjaannya menyimpang dari gambar rencana maupun mutu pekerjaan.
5. Berhak mencabut kontrak dengan kontraktor apabila penyimpangan pekerjaan tidak mampu di perbaiki dan tidak mencapai target yang telah ditentukan.
6. Mengambil keputusan akhir tentang penunjukan kontraktor pemenang tender.
7. Berhak memberikan rancangan atau ide mengenai desain atau rencana yang akan dibuat konsultan perencana, serta mengganti desain yang dibuat oleh konsultan.
8. Berwenang memberikan instruksi kepada kontraktor maupun konsultan baik secara langsung maupun secara tertulis.
9. Berhak memberikan sanksi terhadap unsur – unsur proyek yang tidak menjalankan tugas dan tanggung jawabnya yang telah diatur dalam perjanjian kontrak sebelumnya.

Kewajiban Owner Meliputi:

1. Menyediakan dana, pelaksanaan, dan pengawasan sesuai dengan perjanjian kontrak.
2. Menandatangani dan mengesahkan semua dokumen proyek, seperti surat perintah kerja, surat perjanjian dengan kontraktor serta dokumen pembayaran.
3. Mengurus dan menyelesaikan izin dan syarat – syarat yang harus dipenuhi pada instansi terkait sehubungan dengan proyek tersebut.
4. Mengawasi dan meonitor pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan oleh kontraktor.
5. Mengadakan rapat rutin mingguan yang dihadiri oleh parah konsultan perencana dan kontraktor.
6. Melakukan pemeriksaan selama pekerjaan berlangsung sampai selesai. Mengkoordinir konsultan perencana untuk membuat gambar desain yang sesuai dengan permintaan, lengkap dan terkoordinasi.

2.3.2 Kontraktor Pelaksana

Kontraktor Pelaksana adalah unsur atau pihak berbadan hukum yang bertugas untuk melaksanakan dan harga kontrak yang telah di tentukan melalui pelelangan.

Sesuai persyaratan dan harga kontrak yang telah di tentukan melalui pelelangan. Dalam melaksanakan tugasnya, kontraktor harus mengacu kepada persyaratan dan gambar – gambar yang ada dalam dokumen kontrak. Kontraktor dapat berupa perusahaan perseorangan yang berbadan hokum atau sebuah badan hokum yang bergerak dalam bidang pelaksanaan pekerjaan. Pihak kontraktor pada proyek Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) adalah: PT. KARYA – AGHA KSO

Hak kontraktor adalah:

1. Menerima pembayaran atas pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah di tentukan berdasarkan kesepakatan dengan pihak owner.
2. Berkonsultasi dengan konsultan perencana mengenai hal–hal yang kurang jelas berkaitan dengan desain gambar.

Kewajiban kontraktor antara lain sebagai berikut:

1. Berkewajiban melaksanakan pekerjaan yang dibebankan sesuai dengan gambar bestek, perhitungan, dan peraturan sesuai persyaratan yang ditentukan dalam dokumen kontrak, yang meliputi kualitas pekerjaan, waktu pelaksanaan, volume pekerjaan, dan bahan – bahan konstruksi, kemudian menyerahkan hasil pekerjaannya tepat waktu bila telah selesai kepada pemilik proyek.
2. Membuat as built drawing, yaitu gambar actual pelaksanaan konstruksi di lapangan.
3. Meminta persetujuan konsultan pengawas sebelum mengerjakan hal – hal yang konstruktif.
4. Membuat rencana kerja, jadwal pelaksanaan pekerjaan, dan metode pelaksanaan pekerjaan sehingga tidak terjadi keterlambatan pekerjaan.
5. Menyiapkan dengan segera tenaga, bahan, alat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dengan hasil yang dapat di terima owner.
6. Menjamin keamanan dan ketertiban bahan bangunan dan peralatan serta memberikan perlindungan bagi tenaga kerja dan menjaga kebersihan lingkungan.
7. Memberikan kenyamanan kepada masyarakat lingkungan proyek.
8. Memberikan laporan progress pekerjaan yang telah dikerjakan kepada konsultan pengawas secara berkala.
9. Bertanggung jawab atas bahan baku dan material yang dipakai selama pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi serta memperbaiki kerusakan – kerusakan selama masa pemeliharaan.
10. Bertanggung jawab atas penempatan personil dalam struktur organisasi sesuai dengan keahlian, menjaga keselamatan dan tenaga kerja proyek.
11. Menyiapkan metode kerja, alat berta dan peralatan lainnya untuk menunjang pelaksanaan pekerjaan pembangunan.
12. Melaporkan hasil pekerjaan di proyek kepada pemilik proyek dan konsultan pengawas.

2.3.3 Konsultan Perencana

Konsultan Perencana dapat berupa perseorangan maupun badan hukum yang dipilih oleh pemilik proyek. Konsultan perencana ini mempunyai tugas mewujudkan rencana dan keinginan pemilik proyek. Konsultan perencana ini dibedakan menjadi:

a) Perencana Arsitektur

Perencana arsitektur Yang ditunjuk langsung oleh owner. Konsultan arsitektur bertugas sebagai perencana bentuk dan dimensi bangunan dari segi arsitektur dan estetika ruangan.

Hak perencana arsitektur adalah:

1. Menerima pembayaran atas pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan berdasarkan dengan kesepakatan dengan pihak owner.

Kewajiban Perencana Arsitektur antara lain:

1. Membuat gambar/desain dan dimensi bangunan secara lengkap dengan spesifikasi teknis, fasilitas, dan penempatannya.
2. Menentukan spesifikasi bahan bangunan sampai finishing pada bangunan.
3. Membuat gambar perencanaan arsitektur yang meliputi gambar perencanaan dan detail engineering design (DED).
4. Membuat perencanaan dan gambar arsitek ulang atau revisi bilamana diperlukan.
5. Bertanggung jawab sepenuhnya atas hasil perencanaan yang dibuatnya apabila sewaktu – waktu terjadi hal – hal yang tidak diinginkan.
6. Menentukan syarat – syarat Teknik arsitektur secara administrative untuk pelaksanaan proyek.
7. Menyediakan dokumen perencanaan arsitektur untuk kepentingan perizinan kepada Tim Penasehat Arsitektur Kota (TPAK).

b) Perencana Struktur

Perencana Struktur Yang ditunjuk langsung oleh owner. Konsultan struktur pada proyek bertugas merencanakan dan merancang struktur

yang sesuai dengan keinginan pemilik proyek dengan mempertimbangkan kondisi tanah, fungsi bangunan, bentuk bangunan, kondisi bahan dan kondisi lingkungan.

Hak perencana struktur adalah:

1. Menerima pembayaran atas pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan berdasarkan kesepakatan dengan pihak *owner*.

Kewajiban perencana struktur antara lain adalah:

1. Menentukan model struktur yang akan dibangun.
2. Menentukan letak elemen – elemen struktur Gedung yang akan dibangun.
3. Membuat kriteria desain structural bangunan.
4. Mendesain bangunan sesuai dengan prosedur yang berlaku.
5. Melaksanakan perhitungan struktur dan gambar pelaksanaan.
6. Membuat perhitungan struktur dari gedung yang akan dibangun.
7. Membuat gambar perencanaan meliputi gambar perencanaan umum dan DED bangunan.
8. Menentukan spesifikasi bahan bangunan untuk pekerjaan struktur.
9. Menyediakan dokumen perencanaan untuk kepentingan perizinan kepada tim penasehat konstruksi Bangunan (TPKB).
10. Bertanggung jawab sepenuhnya atas hasil perencanaan.

2.3.4 Konsultan Pengawas

Dalam Pelaksanaan pekerjaan pemilik proyek akan menunjukan suatu badan atau perseorangan untuk mengawasi kegiatan yang dilakukan atau dilaksanakan oleh kontraktor agar segala pekerjaan yang dilakukan oleh pihak kontraktor sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya serta mutu dan pekerjaan dapat tercapai secara maksimal. Pemilihan pihak tim pengawas didasarkan atas akreditasinya dan pengalamannya. Pengawas akan memberikan laporan harian, mingguan dan bulanan tentang perkembangan pelaksanaan proyek kepada pemilik proyek dan pimpinan proyek.

Hak dari konsultan pengawas secara umum antara lain:

1. Menolak pekerjaan dari kontraktor yang tidak sesuai dengan spesifikasi

ataupun shop drawing dan memerintahkan kontraktor untuk mengadakan pemeriksaan khusus terhadap bagian pekerjaan tertentu yang dianggap menyimpang dari perencanaan.

2. Menerima pembayaran atas pekerjaan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan berdasarkan kesepakatan dengan pihak owner.
3. Mengusulkan kepada pemimpin proyek untuk menghentikan sementara proyek atau mengganti kontraktor yang ditunjuk, karena kontraktor tersebut tidak memenuhi perjanjian pemborongan kontrak yang telah disetujui.
4. Memperingatkan atau menegur pihak pelaksana pekerjaan jika terjadi penyimpangan terhadap shop drawing dan spesifikasi yang telah ada.

Kewajiban dari Konsultan pengawas secara umum antara lain sebagai berikut;

1. Membantu pemilik proyek dalam pengawasan secara berkala serta meneliti hasil – hasil yang telah dikerjakan.
2. Memberikan instruksi atau koreksi kepada kontraktor apabila terjadi hal – hal yang menyimpang dari standar perencanaan.
3. Memberikan penjelasan pertanyaan dari pihak kontraktor tentang hal – hal yang kurang jelas dari gambar dan rancangan kerja.
4. Mengadakan pengawasan sesuai kemajuan pekerjaan dan atas pekerjaan tambah kurang.
5. Melaporkan hasil pekerjaan proyek dilapangan kepada pemilik proyek setiap bulannya.
6. Membantu pemilik proyek dalam menyelesaikan perbedaan pendapat dan permasalahan dilapangan yang mungkin terjadi dengan kontraktor pelaksana.

1.4 Data dan Urutan Pelaksanaan Konstruksi

Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) memiliki tinggi bangunan $\pm 9,30\text{m}$, panjang $\pm 93\text{ m}$ dan lebar $\pm 113,20\text{ m}$. Direncanakan Gedung memiliki 3 lantai dalam jangka waktu pengerjaan 15 bulan

Tabel 3.1 Data Teknis Proyek Bangunan,
Sumber: Data Lapangan 2023

N0	Data Teknis Bangunan Gedung	
1	Tipe	3 Lantai
2	Panjang bangunan	± 93 m
3	Lebar Bangunan	± 113 m
4	Tinggi Bangunan	± 9,30 m
5	Kekuatan mutu Beton f'c	26,4 Mpa
6	Kekuatan mutu Baja fy	400 Mpa

2.5 K3 Proyek

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3 Konstruksi) adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi.

2.5.1 Tujuan K3 Proyek

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja tercermin dalam tujuan penerapan SMK3 dalam Pasal 2:

1. Meningkatkan efektifitas perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja yang terencana, terukur, terstruktur, dan terintegrasi.
2. Mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, pekerja/buruh, dan/atau serikat pekerja/serikat buruh.
3. Menciptakan tempat kerja yang aman, nyaman, dan efisien untuk mendorong produktivitas.

2.5.2 Manajemen K3 Proyek

Menurut Mondy dan Noe (2012), manajemen keselamatan kerja meliputi perlindungan karyawan dari kecelakaan di tempat kerja sedangkan, kesehatan

merujuk kepada kebebasan karyawan dari penyakit secara fisik maupun mental.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang selanjutnya disingkat SMK3 adalah bagian dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman, efisien dan produktif.

2.6 APD Dalam K3 Proyek

Sesuai Pasal 5 dalam Permenakertrans No.8 Tahun 2010, pengusaha atau pengurus wajib mengumumkan secara tertulis dan memasang rambu-rambu mengenai kewajiban penggunaan APD di tempat kerja sebagai syarat yang harus dipenuhi dalam memulai pekerjaan.

Alat Pelindung Diri (APD) secara pengertian bisa diartikan sebagai Alat bantu perlindungan diri untuk meminimalisir dan mencegah terhadap resiko yang ditimbulkan saat melakukan pekerjaan. Penggunaan APD merupakan suatu kewajiban yang harus diikuti oleh para pekerja yang punya bahaya, yang dapat menimbulkan Kecelakaan Kerja maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK).

Banyak contoh telah dapat kita lihat dari sebagian besar para pekerja yang memakai Alat Pelindung Diri dan yang tidak memakai Alat Pelindung Diri, tentu kita sudah dapat melihat perbedaan yang sangat signifikan dari keduanya, dengan kita memakai Alat Pelindung Diri kita dapat mengurangi kecelakaan yang berakibat fatal pada saat sedang bekerja dibandingkan dengan yang tidak memakai Alat Pelindung diri. Jadi Alat Pelindung Diri yang kita harus perhatikan dan harus kita pakai pada saat kita bekerja. Berikut merupakan jenis-jenis APD yang perlu anda ketahui:

1. Pelindung Kepala
2. Pelindung Mata & Muka
3. Pelindung Telinga
4. Pelindung Pernapasan
5. Pelindung Kaki
6. Helm Safety
7. Kacamata Safety

8. Masker
9. Rompi Refleksi
10. Sarung Tangan
11. Sepatu Safety



Gambar 2. 2 APD,
(Sumber: Pusat Info Pelatihan K3, 2018)

Berdasarkan pengalaman saya disimpulkan bahwa perusahaan telah menerapkan penyediaan APD, pengenalan APD, pemeliharaan APD dan penggunaan APD sebagai upaya perlindungan bagi tenaga kerja dari kecelakaan dan penyakit akibat kerja sesuai Undang-undang No.1 tahun 1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Saran yang diberikan adalah supaya perusahaan lebih meningkatkan pengawasan dalam penggunaan alat pelindung diri di tempat kerja dan melakukan pengecekan kondisi APD tenaga kerja masih layak dipakai atau tidak. Seperti terlihat pada Gambar 2.2.

Uraian tugas dan tanggung jawab tenaga Ahli K3 adalah sebagai berikut:

- 1) Menerapkan ketentuan peraturan perundang-undangan tentang dan terkait K3 konstruksi.
- 2) Mengkaji dokumen kontrak dan metode kerja pelaksanaan konstruksi.
- 3) Merencanakan dan menyusun program K3.
- 4) Membuat prosedur kerja dan instruksi kerja penrapan ketentuan K3.

BAB III

SPESIFIKASI ALAT DAN BAHAN BANGUNAN

3.1 Spesifikasi Alat Yang Digunakan

Peralatan adalah hal yang sangat penting untuk menunjang pekerjaan agar hasil yang dicapai lebih maksimal jika dibanding hanya mengandalkan tenaga manusia sehingga kita bisa mendapatkan efisiensi waktu yang jauh lebih cepat dan hasil pekerjaan yang lebih bagus. Dalam pekerjaan pada struktur berikut adalah peralatan yang dipakai yaitu:

3.1.1 *Theodolite*

Theodolite adalah salah satu alat ukur tanah dalam ilmu geodesi yang digunakan untuk menentukan tinggi tanah dengan sudut baik sudut mendatar ataupun sudut tegak dan jarak optis. sudut-sudut tersebut berperan dalam penentuan jarak mendatar dan jarak tegak diantara dua buah titik lapangan. Theodolit merupakan salah satu alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan sudut mendatar dan sudut tegak. Sudut yang dibaca bisa sampai pada satuan sekon (detik). Adapun Jenis jenis *Theodolite* ialah Theodolit Indeks Garis, Theodolit Nonius, Theodolit Mikrometer, Theodolit Konsidensi, Theodolit Otomatis. Pada *Theodolite* yang dipakai dilapangan ialah *Theodolite* indeks Garis Seperti terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Theodolite*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.2 *Jack Hammer*

Jack hammer merupakan alat *pneumatic* yang menggabungkan secara langsung palu dengan pahat. *Jack hammer* digerakkan oleh udara kompresi namun ada juga yang digerakkan oleh listrik. *Jack hammer* dengan ukuran besar seperti *hammer* biasanya di pasang di rig yang ada pada mesin konstruksi dan digunakan oleh teknik sipil Seperti terlihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 *Jack Hammer*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.3 *Excavator*

Excavator (ekskavator) merupakan alat berat yang terangkai dari sebuah batang atau lengan (*arm*), tongkat (*bahu*) atau boom serta keranjang atau bucket (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*). Skema kompetensi Alat Berat Indoneisa, pengoperasian alat berat Excavator menggali, membuat parit dan membuat saluran, SKM/0101/00002/3/2019/060-SS-OPERATOR-IAB-008-2018 Alat Berat Indonesia (ABI) Pertambangan dan Penggalian. Seperti terlihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 *Excavator*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.4 *Vibrator*

Vibrator merupakan suatu alat yang digunakan pada pekerjaan konstruksi pada saat pengecoran. Alat ini berfungsi memadatkan adonan beton yang dimasukkan kedalam bekisting. Tujuannya adalah agar angin atau udara yang masih pada ada pada adonan tersebut dapat keluar sehingga tidak menimbulkan rongga atau lubang. Seperti terlihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 *Vibrator*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.5 Waterpass

Waterpass (penyipat datar) adalah suatu alat ukur tanah yang dipergunakan untuk mengukur beda tinggi antara titik-titik saling berdekatan. Beda tinggi tersebut ditentukan dengan garis-garis visir (sumbu teropong) horizontal yang ditunjukkan ke rambu-rambu ukur yang vertical Prinsip kerja alat ukur waterpass yaitu, garis bidik kesemua arah harus mendatar, sehingga membentuk bidang datar atau horizontal dimana titik – titik pada bidang tersebut akan menunjukkan ketinggian yang sama. Waterpass dibagi ke dalam tiga jenis, yaitu: Waterpass Manual, Waterpass Digital, Waterpass Auto Level Tersedianya alat ukur ini dalam berbagai jenis memungkinkan penggunaanya untuk mengukur kesejajaran sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Selain memiliki beberapa jenis, alat ini juga tersedia dalam berbagai ukuran seperti yang terpendek 0.5 meter dan yang paling panjang 3 meter. Seperti terlihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 *Waterpass*,
Sumber: Data google

3.1.6 Truck Mixer Beton

Truck Mixer adalah Alat transportasi khusus bagi beton curah siap pakai (*Readymix concrete*) yang digunakan untuk mengangkut campuran beton curah siap pakai (*Readymix concrete*) dari *Batching Plant* (Pabrik Olahan Beton) ke lokasi pengecoran Seperti terlihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Truck Mixer,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.7 Bar Cutter

Bar Cutter adalah alat untuk memotong besi tulangan dengan berbagai diameter sesuai kebutuhan yang diperlukan. Seperti terlihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Bar Cutter,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.8 Bar Bender

Bar Bender adalah alat untuk menekuk besi tulangan dengan berbagai diameter sesuai kebutuhan yang diperlukan. Seperti terlihat pada gambar 3.8



Gambar 3.8 Bar Bender, Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.9 Mesin Pompa Air

Fungsi dari pompa air adalah untuk menyedot dan mendorong air dari sumbernya, melalui pipa-pipa yang dipenuhi oleh cairan fluida. Pada prinsipnya, pompa air secara umum bekerja dengan cara mentransfer sejumlah volume air lewat ruang suction menuju ruang outlet dengan memanfaatkan impeller. Seperti terlihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Mesin Pompa Air,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.10 Genset

Genset untuk backup listrik (generator set) diesel menghasilkan tenaga listrik dengan menggunakan alternator dan mesin diesel. Mesin ini menggunakan

bahan bakar solar untuk beroperasi. Kekuatan mesin (disajikan sebagai RPM) ditransformasikan oleh alternator menjadi arus listrik yang dapat digunakan. Seperti terlihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 *Genset*,
Sumber: *Data Lapangan 2023*

3.1.11 *Molen Mini Mixer*

Molen Mini Mixer berfungsi untuk mengaduk semen dalam jumlah tertentu dan dengan takaran sesuai kebutuhan. Molen beton atau yang sering disebut mesin aduk beton merupakan salah satu alat yang mendukung pekerjaan konstruksi. Mesin ini digunakan untuk membantu proses aduk semen. Dengan menggunakan mesin ini hasil adukan semen akan lebih merata, efisien waktu dan tenaga. Seperti terlihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 *Molen Mini Mixer*,
Sumber: *Data Lapangan 2023*

3.1.12 *Peralatan Grouting*

Grouting adalah suatu proses sementasi, dimana suatu campuran antara semen dan air diinjeksikan dengan tekanan ke dalam rongga, pori, rekahan dan retakan batuan yang selanjutnya cairan tersebut dalam waktu tertentu akan menjadi padat secara fisika maupun kimiawi. Proses pelaksanaan metode grouting terbagi menjadi 4 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengadukan, tahap penempatan, dan tahap perawatan. Tahap pertama adalah tahap persiapan untuk alat dan bahan yang digunakan. Tahap kedua adalah tahap pengadukan material perbaikan menggunakan hand mixer Seperti terlihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 *Peralatan Grouting,*
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.13 *Scaffolding*

Sebagai tempat untuk bekerja yang aman bagi tukang/ pekerja sehingga keselamatan kerja terjamin. Sebagai pelindung bagi pekerja yang lain, seperti pekerja di bawah harus terlindung dari jatuhnya bahan atau alat. Di samping itu *scaffolding* juga berfungsi sebagai tempat memikul atau menahan *bekisting*. Seperti terlihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 *Scaffolding*,
Sumber: *Data Lapangan 2023*

3.1.14 *Gerinda Tangan*

Mesin ini dapat dipergunakan untuk menghaluskan ataupun memotong benda logam, kayu, lantai keramik, kaca serta dapat dipergunakan untuk memoles permukaan mobil. Mesin gerinda tangan digunakan secara umum sebagai alat potong di dalam bengkel kecil ataupun rumah tangga. macam-macam mesin gerinda yang umum digunakan: Mesin Gerinda Tangan, Mesin Gerinda Duduk
Mesin gerinda duduk, Mesin Gerinda Silinder pada proyek ini yang umum dipakai adalah mesin gerinda tangan. Seperti terlihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 *Gerinda Tangan* ,
Sumber: *Data Lapangan 2023*

3.1.15 *Concrete Bucket*

Concrete bucket merupakan alat untuk mengangkut beton yang berasal dari truck mixer concrete hingga sampai ke lokasi pengecoran. *Concrete bucket* dikendalikan operator yang bertugas untuk membuka, menutup hingga mengunci bahan untuk membuat cor beton agar tidak tumpah ketika berada di lokasi pengecoran. Seperti terlihat pada gambar 3.15



Gambar 3.15 *Concrete Bucket*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.16 *Pompa Beton/Concrete Pump*

Pompa beton/*concrete pump* adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari mixer truck. Biasanya *concrete pump* digunakan untuk mengecor lempengan beton, lantai basement, atau bisa juga pondasi dasar kolam renang. Seperti terlihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 *Concrete Bucket*,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.1.17. *Rough Terrain Crane*

Rough Terrain Crane merupakan mobile crane yang compact dan handal digunakan pada area kerja relatif sempit serta medan yang sulit. Kapasitas angkat maksimum crane ini antara 13-145 ton, Seperti terlihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 *Rough Terrain Crane*
, Sumber: Data Lapangan 2023

3.3. **Material Spesifikasi Bahan Bangunan**

Bahan material menjadi hal yang sangat penting untuk membangun sebuah Gedung, rumah, ruko dll, oleh karena itu kita harus tepat dalam memilih bahan material yang baik untuk digunakan dan aman dalam jangka waktu yang panjang. Bahan material yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) antara lain:

3.3.1. **Semen**

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Berikut jenis jenis semen bagi Standart Nasional Indonesia (SNI) antara lain:

1. Portland Cement

Merupakan tipe yang sangat universal dari semen dalam pemakaian universal di segala dunia sebab ialah bahan dasar beton, serta plesteran semen. Bersumber pada Standar Nasional Indonesia (SNI) no 15- 2049-2004, semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan

metode menggiling terak(clinker) portland paling utama yang terdiri dari.

Adapun type semen ini adalah:

1. semen Portland tipe I adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus
 2. semen Portland tipe II adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang
 3. semen Portland tipe III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
 4. semen Portland tipe V adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahan yang tinggi terhadap sulfat.
2. Super Masonry Cement
- Semen ini lebih pas digunakan buat konstruksi perumahan gedung, jalur serta irigasi yang struktur betonnya optimal K225. Bisa pula digunakan buat bahan baku pembuatan genteng beton, hollow brick, paving block, tegel serta bahan bangunan yang lain.
3. Oil Well Cement
- Ialah semen spesial yang lebih pas digunakan buat pembuatan sumur minyak bumi serta gas alam dengan konstruksi sumur minyak dasar permukaan laut serta bumi. Buat dikala ini tipe OWC yang sudah dibuat merupakan class Gram, HSR (High Sulfat Resistance) diucap pula bagaikan” BASIC OWC”. Bahan additive/ bonus bisa ditambahkan/ dicampurkan sampai menciptakan campuran produk OWC buat konsumsi pada bermacam kedalaman serta temperatur.
4. Portland Pozzolan Cement
- Merupakan semen hidrolis yang terbuat dengan menggiling clinker, gypsum serta bahan pozzolan. Produk ini lebih pas digunakan buat bangunan universal serta bangunan yang membutuhkan ketahanan sulfat serta panas ion tetap dikelilingi dengan molekul lagi, semacam: jembatan, jalur raya, perumahan, dermaga, beton massa, bendungan, bangunan irigasi serta fondasi pelat penuh.

5. Semen Putih

Digunakan buat pekerjaan penyelesaian (finishing), bagaikan filler ataupun pengisi. Semen tipe ini terbuat dari bahan utama kalsit (calcite) limestone murni.

6. Portland Composite Cement

Digunakan buat bangunan- bangunan pada biasanya, sama dengan pemakaian OPC dengan kokoh tekan yang sama. PCC memiliki panas ion tetap dikelilingi dengan molekul yang lebih rendah sepanjang proses pendinginan dibanding dengan OPC, sehingga pengerjaannya hendak lebih gampang serta menciptakan permukaan beton/ plester yang lebih rapat serta lebih halus. Seperti terlihat pada Gambar 3.18



Gambar 3.18 Semen,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.2. Besi Tulangan

Besi tulangan atau besi beton (reinforcing bar) adalah batang baja yang berberntuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan. Baja tulangan beton baja karbon atau baja paduan yang berbentuk batang berpenampang bundar dengan permukaan polos atau sirip/ulir dan digunakan untuk penulangan beton. Baja ini diproduksi dari bahan baku billet dengan cara canai panas (hot rolling)

Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) Baja tulangan beton sirip/ulir

adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan betong yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksud untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari belakang secara relatif terhadap beton. (SNI 2052:2017). Bahan baku baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) terbuat dari billet baja tuang kontinyu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq).



Gambar 3.19 Besi Tulangan,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.3. Kawat Bendrat

Kawat bendrat memiliki nama lain seperti kawat beton atau kawat ikat. Kawat bendrat berfungsi untuk melindungi konstruksi beton atau memperkuat suatu rangkaian konstruksi yang kaku dan keras. Pemasangan kawat bendrat dilakukan dengan cara mengikat rangkaian tulangan sebuah besi dengan tulangan lainnya. Seperti terlihat pada Gambar 3.20



Gambar 3.20 Bendrat,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.4. Wiremesh

Salah satu bahan bangunan dan konstruksi yang bisa mempengaruhi ketahanan dari sebuah bangunan adalah besi *wiremesh*. *Wiremesh* adalah sebuah rangkaian besi yang tampak seperti lembaran kawat yang sengaja dibuat seolah saling berpotongan antara satu dengan yang lainnya. Seperti terlihat pada Gambar 3.21.

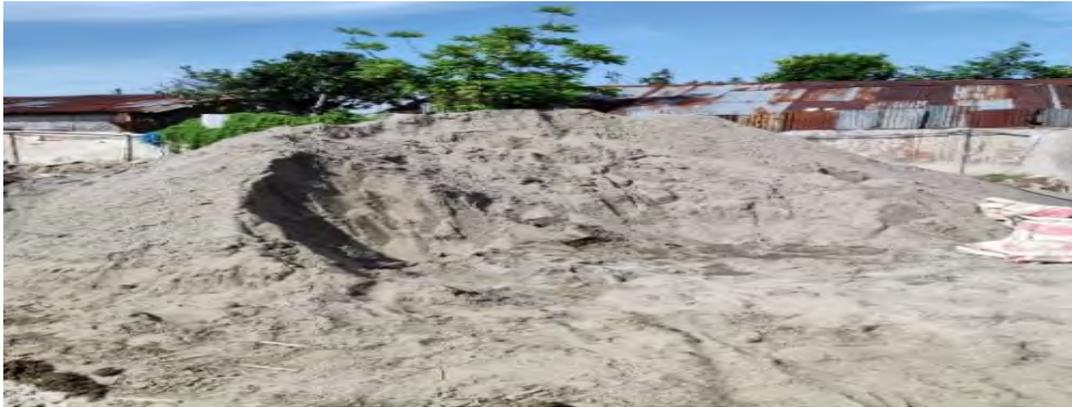


Gambar 3.21 Wiremesh,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.5. Pasir Beton

Pasir beton merupakan pasir yang paling banyak digunakan sebagai bahan bangunan seperti pengecoran, plesteran dinding, pondasi, pemasangan bata dan batu. Pasir yang berwarna hitam ini memiliki tekstur yang sangat halus, jika dikepal dengan tangan tidak menggumpal dan akan buyar. Karena butiran pada pasir ini sangat halus, maka pasir beton ini cocok untuk menguatkan dan

mengokoh material bangunan. Seperti terlihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Pasir Beton,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.6. Agregat

Agregat memiliki beberapa peranan penting pada campuran aspal beton diantaranya sebagai penyumbang kekuatan struktural terbesar pada campuran, mengurangi susut perkerasan, dan mempengaruhi kualitas perkerasan. Berdasarkan proses pengolahannya, agregat digolongkan menjadi dua jenis yaitu agregat alam dan agregat buatan.

1) Agregat kasar

Berdasarkan SNI 1969:2008 agregat kasar yaitu kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari 35ig akel pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No. 4) sampai 40 mm (No. 1 1/2 inci). Agregat kasar yang baik harus memenuhi syarat yang tercantum dalam SNI 03-1750-1990 tentang Agregat Beton, Mutu, dan Cara Uji, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.23



Gambar 3.23 Agregat,
Sumber: Data Lapangan 2023

2) Agregat halus

Agregat halus adalah adalah butiran halus yang memiliki kehalusan 2 mm – 5 mm. Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah Agregat halus terdiri dari butir-butir tajam dan keras Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat. Sedangkan jika dipakai magnesium sulfat Dan Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus dicuci.

Tabel 3.1 Syarat Batas Gradasi Pasir,

Sumber : Data google

Syarat Batas Gradasi Pasir

Lubang ayakan (mm)	Berat Tembus Kumulatif (%)							
	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4	
	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4.8	90	100	90	100	90	100	95	100
2.4	60	95	75	100	80	100	95	100
1.2	30	70	55	100	75	100	90	100
0.6	15	34	35	59	60	79	80	100
0.3	5	20	8	30	12	40	15	50
0.15	0	10	0	10	0	10	0	15

Keterangan :

Zone 1 = Pasir Kasar

Zone 2 = Pasir Agak Kasar

Zone 3 = Pasir Halus

Zone 4 = Pasir Agak Ha

Menurut SK SNI T-15-1990-03, kekasaran pasir dapat dibedakan menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu :

- ZONE I = Pasir Kasar
- ZONE II = Pasir Agak Kasar
- ZONE III = Pasir Agak Halus
- ZONE IV = Pasir Halus

3.3.7. Batu Kali

Batu kali merupakan salah satu bahan bangunan yang penting untuk membangun rumah/bangunan, yaitu sebagai pembuatan fondasi rumah/bangunan. Seperti terlihat pada Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Batu Kali,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.8. Batako

Batako yang telah teruji standard SNI ini biasanya digunakan sebagai pondasi utama dalam membuat dinding rumah. Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif. pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara pasir, semen Portland dan air dengan berbagai macam perbandingan komposisinya. Supribadi (1986) menyatakan bahwa batako adalah “semacam batu cetak yang terbuat dari campuran tras, kapur, dan air atau dapat dibuat dengan campuran semen, kapur, pasir danditambah dengan air yang dalam keadan pollen (lekat) dicetak menjadi balok-balokdengan ukuran tertentu”. Bentuk dari batako/batu cetak itu sendiri terdiri dari dua jenis, yaitu batu cetak yang berlubang (hollow block) batu cetak yang tidak berlubang (solid block).

Menurut pasal 18 PUBI 1982, batu cetak beton/batako adalah batu cetak (berlubang atau pejal) yang dibuat dari campuran semen Portland, dan agregat halus yang sesuai serta diperuntukkan bagi pembuatan konstruksi-konstruksi dinding bangunan, baik yang memikul beban, maupun yang tidak memikul beban. Dari beberapa pengertian di atas dapat ditarik kesimpulan tentang pengertian batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air, dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan dengan bahan tambah lainnya (additive). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dan dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari langsung atau hujan, tetapi dalam

pembuatannya dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding. Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu :

2. Batako Putih (Tras)

Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air dan kemudian dicetak. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih/pith kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecoklatan. Umumnya memiliki ukuran 38ig ake 25-30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm.

3. Batako Semen (Batako Pres)

Batako pres dibuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada kepadatan permukaan batako tersebut. Umumnya memiliki 38ig ake 36-40 cm dan tinggi 10-20 cm.

4. Batako Ringan

Batako ringan dibuat dari bahan batu pasir kuarsa, kapur, semen dan bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan-bahan untuk beton ringan. Dimensinya yang lebih besar dari bata konvensional yaitu 60 cm x 20 cm x 10 cm. Berdasarkan pemakaiannya menurut PUBI-1982, batu cetak beton dibagi dalam 38ig akelas, yaitu:

Kelas A: untuk pemakaian pada bagian luar bangunan, baik yang memikul beban maupun yang tidak memikul beban;

Kelas B: untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang memikul beban; dan

Kelas C: untuk pemakaian di dalam atau pada bagian dalam bangunan yang tidak memikul beban. Seperti terlihat pada Gambar 3.25



Gambar 3.25 Batako,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.9. Tanah Timbunan

Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir subgrade yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing subgrade yang tidak memenuhi syarat.

1. Timbunan tanah kembali dari galian Yang dimaksud dalam pekerjaan timbunan tanah kembali dari hasil galian adalah kegiatan penimbunan baik untuk tanggul maupun untuk dibelakang bangunan dengan mempergunakan bahan timbunan dari hasil galian yang secara spesifikasi teknis bahan tersebut dapat dipertanggung jawabkan. Penimbunan dilaksanakan secara lapis per lapis dengan ketebalan hampir sesuai dengan spesifikasi alat yang digunakan. Bila tidak ada intruksi lain dari direksi maka penyedia jasa wajib menggunakan tanah hasil galian untuk timbunan tanah isian. Bila material tanah hasil galian bangunan tidak cukup maka kontraktor dibolehkan menggunakan tanah dari luar (borrow area) atas ijin Direksi.
2. Timbunan tanah dengan material (barrow area) Yang dimaksud dengan ppekerjaan timbunan tanah dengan material dari barrow area adalah kegiatan penimbunan baik untuk tanggul maupun untuk dibelakang bangunan dengan memergunakan bahan timbunan dari galian pada suatu lokasi barrow dengan jenis dan kualitas tanah yang tertentu dan enyedia jasa mengeluarkan biaya untuk pengadaan material tanah.

3. Timbunan lolos air timbunan kembali lolos air harus ditempatkan berdasarkan garis, ketinggian dan ukuran seperti ditunjukkan dalam gambar atau seerti arahan Direksi. Material harus ditangani dan diletakkan sedemikian rupa untuk menghadapi segregasi. Timbunan kembali lolos air harus ditimbun secara lapis horizontal dengan ketebalan tidak lebih dari 50 (lima puluh) cm sebelum dipadatkan dan dipadatkan secara menyeluruh dengan alat pemadat kapasitas 10ton (vibratory roller) atau berdasarkan kepadatan dari uji timbunan yang telah mendapatkan persetujuan dari Direksi. Material filter harus terdiri dari material yang layak, awet, pasir dan kerikil berdegradasi baik dengan ukuran partikel kurang dari 8 cm. juga material tidak boleh mengandung fraksi lolos saringan no.4 dalam jumlah lebih dari 50% begitu juga lolos saringan no.200 tidak lebih atau kurang dari 10%.Material timbunan harus memnuhi semua persyaratan material timbunan yang yang disyaratkan, yang perlu diperhatikan yaitu grain size distribution, kadar air, kebersihan dari bahan organik, specific gravity, dan sumber material itu sendiri. Material timbunan dan pemadatan, dikelompokkan dalam kelas I, II, atau III, seperti uraian dibawah ini. Material yang digunakan pada msing-masing kelas, dapat berupa tanah lempung, tanah berbutir, tergantung pada sistem drainase dan pertimbangan lain. Seperti terlihat pada Gambar 2.26.



Gambar 3.26 Tanah Timbunan,
Sumber: Data Lapangan 2023

3.3.10. Kayu

Kegunaan kayu adalah sebagai material untuk pembuatan bekisting, kayu penopang, bowplank dan lainnya. Berdasarkan SNI 03-3527-1994 tentang Mutu dan Ukuran kayu dijelaskan bahwa kayu bangunan merupakan kayu yang diperoleh dengan jalan mengkonversikan kayu bulan menjadi kayu berbentuk balok, papan atau bentuk lain sesuai tujuan penggunaannya. Kayu bangunan structural adalah kayu bangunan yang digunakan untuk bagian struktural bangunan dan penggunaannya memerlukan perhitungan beban.

Kayu bangunan non-struktural adalah kayu bangunan yang digunakan dalam bagian bangunan, yang penggunaannya tidak memerlukan perhitungan beban. Contohnya kayu jati muda untuk digunakan sebagai dinding partisi, kusen dan daun pintu. Tingkat ketahanan jenis kayu dikelompokkan dalam lima kelas awet yaitu: sangat tahan (kelas I), tahan (kelas II), sedang (kelas III), tidak tahan (kelas IV) dan sangat tidak tahan (kelas V) terhadap serangan jamur, rayap dan bubuk kayu kering (Oey, 1990). Contohnya adalah kayu untuk balok dan tiang seperti jati, ulin, kamper, dll. Sementara itu beberapa jenis kayu yang terkenal sebagai bahan konstruksi bangunan di Indonesia antara lain : kayu jati,kayu merbau,kayu kamper,kayu meranti merah. Seperti terlihat pada Gambar 3.26.



Gambar 3.27 Kayu ,
Sumber: Data Lapangan 2023

BAB IV

METODE PELAKSANAAN PEKERJAN PROYEK

4.1. Metode Pembuatan Kolom

Perencanaan merupakan suatu kegiatan yang sangat penting sebelum dilaksanakan suatu proyek. Tahapan awal ini dilakukan supaya tindakan yang di ambil dalam pelaksanaan suatu proyek tidak merugikan, oleh karena itu perencanaan harus dibuat sematang mungkin dan dalam pelaksanaan berlangsung harus diserahkan pada orang atau badan usaha yang benar – benar ahli dalam pelaksanaan suatu proyek. Tahap perencanaan merupakan tahap yang penting dalam proses pelaksanaan suatu proyek karena perencanaan berkaitan dengan tahap sebelumnya yaitu survey (pengamatan dan penyelidikan, selain itu tahap perencanaan mempunyai kaitan kedepan, yaitu pada construcion (pelaksanaan), operation (pengoperasian atau pemakaian), maintenance (pemeliharaan). Perencanaan suatu proyek harus dibuat secermat dan seteliti mungkin, karena bila terjadi kesalahan perencanaan ataupun urutan proses yang tidak benar dapat menyebabkan terjadinya kerugian. Perencanaan yang matang sebelum dimulai suatu pekerjaan proyek tidak hanya menghemat biaya tetapi juga dapat menghemat waktu dan tenaga.

Pada umumnya tahap perencanaan suatu proyek harus memenuhi beberapa persyaratan baik dari segi kontruksi, mutu pekerjaan, biaya hingga waktu pelaksanaan sesuai dengan yang telah direncanakan.

Perencanaan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

- 1) Kontruksi harus kuat dan aman.
- 2) Biaya pelaksanaan seefisien dan seekonomis mungkin.
- 3) Mutu pekerjaan terjaga dengan baik.
- 4) Pekerjaan selesai sesuai dengan waktu yang ditentukan.

4.2. Perencanaan Struktur atas

Struktur atas adalah bagian dari struktur yang berfungsi menerima kombinasi pembebanan, yaitu beban mati, beban hidup, berat sendiri struktur, dan beban lainnya yang direncanakan. Selain itu struktur bangunan atas harus mampu

mewujudkan perancangan arsitektur sekaligus dapat menjamin segi keamanan dan kenyamanan. Oleh karena itu bahan – bahan yang digunakan dalam bangunan ini mempunyai kriteria perencana, antar lain:

- 1) Kuat
- 2) Tahan api
- 3) Awet untuk jangka waktu pemakaian yang lama
- 4) Mudah di dapat dan di bentuk

Dari kriteria tersebut diatas maka bahan kontruksi yang digunakan adalah beton bertulang untuk proyek ini.

4.2.1 Perencanaan Struktur Kolom

Kolom ini merupakan struktur utama dari bangunan portal yang berfungsi untuk memikul beban vertikal, beban horizontal, maupun beban momen, baik yang berasal dari beban tetap maupun beban sementara. Kolom pedestal sebagai dudukan pelat kolom baja dimana pada kolom pedestal ini ditanam ankur baja sebagai sambungan antara pelat kolom baja dengan kolom pedestal.

Dimensi kolom yang dirancang bervariasi menurut beban yang diterima. Semakin besar bebannya, maka semakin besar dimensi kolom yang digunakan. Beban tersebut antara lain, beban mati maupun beban hidup. Kolom kolom struktur pada bangunan ini dirancang bentuk lingkaran (Kolom Spiral).

Table 4. 1. Tipe dan Ukuran Kolom,

Sumber : Data Lapangan 2023

	TIPE	UKURAN
	KOLOM	(mm)
	SPIRAL	
1	K1	650
2	K2	600
3	K3	600
4	K4	600
5	K5	600
6	K6	600
7	K7	600

	TIPE KOLOM SPIRAL	UKURAN (mm)
8	K8	600
9	K9	400
10	K10	400/400
11	K11	650
12	K12	650
13	K13	450/450

Konstruksi kolom pada proyek ini terbuat dari beton bertulang. Perencanaan kolom menggunakan tulangan D19, D22, mm. Beton yang digunakan untuk kolom menggunakan mutu beton K350, dengan *slump* rencana 12 ± 2 cm.

4.3.1. Metode Pelaksanaan

Pembangunan Gedung Kaolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) memiliki salah satu item pekerjaan kolom. Kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan kepondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia, Mobil dan barang – barang), serta beban hembusan angin.

4.3.1 Tahapan Persiapan

Persiapan awal pekerjaan kolom dimulai dengan mempersiapkan semua peralatan yang dibutuhkan, baik untuk pekerjaan *bekisting* maupun penulangan. Pekerjaan persiapan meliputi:

1. Melakukan pemotongan besi tulangan yang akan dipakai untuk penulangan kolom (D13, D19, dan D22) Dalam proses ini dilakukan pemotongan besi tulangan dengan alat *Bar Cutter*. Penggunaan *Bar Cutter* ini membuat pekerjaan pemotongan tulangan dalam jumlah banyak menjadi lebih cepat, rapi dan efisien. Pemotongan besi tulangan dipotong sesuai dengan kebutuhan. Seperti terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pemotongan besi tulangan,

Sumber: Data Lapangan 2023

2. Melakukan pembengkokan besi tulangan yang akan dipakai untuk penulangan kolom (D10, D16, D19, dan D22). Dalam proses ini dilakukan pembengkokan besi tulangan dengan alat *Bar Bender*. Seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Pembengkokan besi tulangan,

Sumber: Data Lapangan 2023

3. Mempersiapkan *bekisting* yang akan digunakan untuk kolom.



Gambar 4.3. Perakitan *Bekisting*,

Sumber: Data Lapangan 2023

4. Kolom Melakukan pembuatan beton decking yang digunakan sebagai acuan selimut beton. Pada kolom digunakan beton decking berbentuk silinder dengan tebal 4 cm dan berdiameter 6 cm



Gambar 4.4 Pembuatan beton decking,

Sumber: Data Lapangan 2023

4.3.2 Tahap Pelaksanaan

Setelah tahap persiapan selesai dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan. Pemasangan dan Penyambungan Tulangan Kolom Pemasangan tulangan kolom pada lantai 2 dipasang dengan menyambungkan tulangan kolom lantai 2 pada lantai sebelumnya

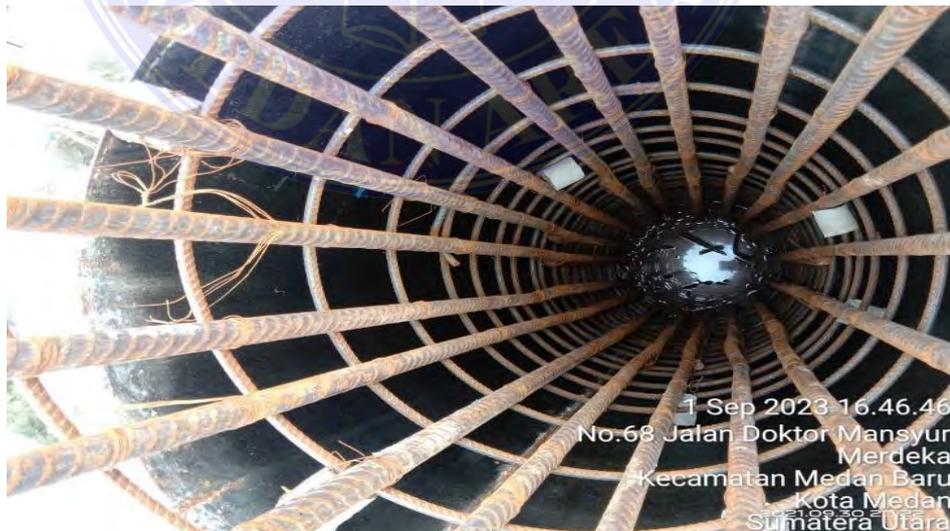
- 1) Perakitan tulangan kolom Perakitan kolom yang dilakukan secara manual oleh pekerja dengancara mengaitkan tulangan satu sama tulangan lain dengan kawat bendrat. Seperti terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.5. Perakitan tulangan kolom,

Sumber: Data Lapangan 2023

Setelah tulangan terpasang pada posisinya dan cukup kaku, lalu dipasang beton decking sesuai ketentuan. Beton decking ini berfungsi sebagai selimut beton. Seperti terlihat pada Gambar 4.6



Gambar 4.6. Pemasangan beton decking,

Sumber: Data Lapangan 2023

2) Proses pemasangan *bekisting* kolom Pemasangan bekesting kolom dilaksanakan apabila pelaksanaan pembesian tulangan telah selesai dilaksanakan. Berikut ini adalah uraian mengenai proses pembuatan bekesting kolom:

- 1) Bersihkan area kolom sebelum memasang bekesting.
- 2) Kemudian ukur sesuai ketentuan dari tulangan terluar kolom, masing-masing dari ke empat sisinya untuk pemasangan bekesting.
- 3) Rakit bekesting sesuai dengan dimensinya.
- 4) Setelah *bekisting* jadi, angkat *bekisting* tersebut menggunakan *exkavtor* menuju ke kolom yang ingin dilakukan pengecoran, kegiatan ini dibantu oleh pekerja untuk memposisikan *bekisting* dengan tepat. Seperti terlihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Pemasangan *bekisting* kolom,

Sumber: Data Lapangan 2023

3) Selanjutnya pasang penyangga *bekisting* kolom dengan menggunakan bantuan besi yang di kaitkan satu sama lain pada keempat sisinya, hal ini bertujuan agar bekisitng tertahan dengan kuat saat proses pengecoran dan menghindari terjadinya beton bunting. Seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Pemasangan penyangga bekisting, Sumber: Data Lapangan 2023

4) Proses pengecoran Kolom

A) Persiapan pengecoran

Sebelum pengecoran dilakukan ada hal-hal yang harus diperhatikan agar pelaksanaan dan hasil pengecoran mempunyai kualitas yang baik.

- 1) Beton segar tidak boleh dicor sebelum semua pekerjaan bekisting (acuan), ukuran, dan letak baja tulangan sesuai dengan gambar pelaksanaan dan pemasangan.
- 2) Pengecoran belum dapat dilaksanakan sebelum mendapat persetujuan *site manager*, pengawas lapangan, dan pengawas *quality control*.
- 3) Semua permukaan tempat pengecoran beton (bekisting) harus dibersihkan dari benda-benda dan kotoran-kotoran debu, sisa potongan besi dan kayu yang dapat merusak mutu beton.
- 4) Periksa kerapatan bekisting agar tidak terjadi kebocoran pada saat pengecoran.
- 5) Pekerjaan pembersihan dilakukan setelah pekerjaan pembesian

dan pekerjaan pemasangan bekesting selesai dan disetujui oleh pengawas lapangan.

B) Pelaksanaan pengecoran

Proses pelaksanaan pengecoran dilaksanakan sebagai berikut:

1. Beton yang digunakan dalam proses pengecoran ini adalah *ready mix concrete* dengan mutu K-350. Sebelum beton *ready mix* ini dituangkan ke cetakan, proyek tidak lupa melakukan tes slump dan mengambil sampel 4 buah lingkaran untuk pengecekan kuat tekan beton, apakah mutu beton sudah baik atau belum dan memenuhi standard atau tidak. Setelah selesai, barulah adukan beton disalurkan dari *truk mixer concrete* ke tempat pengecoran Seperti terlihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9. Uji Tes Slump,
Sumber: Data Lapangan 2023

- ❖ Tuangkan beton *ready mix concrete* dari *truk mixer concrete* kedalam *concrete bucket* lalu diangkut dengan menggunakan *Rough Terrain Crane* Seperti terlihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10. Beton *ready mix* ke *concrete bucket*,

Sumber: Data Lapangan 2023

- 1) Selama proses pengecoran terdapat satu orang operator *concrete bucket* yang bertugas untuk membuka atau mengunci agar cor-an beton tidak tumpah pada saat dibawa ke area pengecoran.
- 2) Setelah sampai diarea pengecoran, beton *ready mix* ditumpahkan kedalam *bekisting* dengan bantuan operator *concrete bucket* dengan membuka penutup bucket agar beton *ready mix* keluar



Gambar 4.11. Proses pengecoran kolom,

Sumber: Data Lapangan 2023

- 3) Untuk mendapatkan hasil pengecoran yang maksimal, maka selama terjadinya proses pengecoran dilakukan proses pemadatan dengan menggunakan vibrator (dengan cara ditusuk-tusuk sampai benar-benar padat).
- 4) Ratakan permukaan adukan beton yang telah dipadatkan, dengan menggunakan papan perata. Seperti terlihat pada Gambar 4.11.
- 6) pembongkaran *bekisting* kolom
Pada proyek Pembangunan Gedung Kaolaborasi UMKM Squars Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) pembongkaran *bekisting* kolom dilakukan setelah 3 sampai 4 Hari. Pembongkaran *bekisting* kolom dilakukan dengan cara pelepasan penyangga, pada proyek ini *bekisting* kolom mempunyai penyangga yang berupa besi yang dikaitkan satu sama lain. Seperti terlihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Kolom yang sudah, Sumber: Data Lapangan 2023

4.3.3 Tahap Perawatan

Pekerjaan perawatan beton pada proyek ini dilakukan setelah pengecoran selesai dilaksanakan. Pekerjaan perawatan ini dilakukan sampai beton mencapai 3 sampai 4 hari. Perawatan beton dilaksanakan dengan cara menyiram kolom dengan air, hal ini bertujuan agar kadar air di dalam beton tetap stabil dan keadaan beton tidak mengering, biasanya proses ini dinamakan *curing*.

4.3.4. Perhitungan Kolom

Kolom merupakan struktur utama yang menerima beban bangunan dan bebanlainya, fungsi dari pada kolom sendiri adalah sebagai penerus beban ke pondasi. Struktur kolom sendiri menggunakan beton bertulang, karena kolom tegak lurus atau vertikal maka membutuhkan material yang tahan terhadap tekan dan tarik olehkarena itu digunakan beton bertulang. Dalam perencanaan kolom ini menggunakan mutu beton $f_c' = 26,4$ MPa dan mutu tulangan $f_y = 400$ MPa.

	K.1	K.2	K.3	K.4	K.5					
KOLOM										
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
TULANGAN UTAMA	30D25		10D22		14D22		18D22		28D22	
SENGKANG	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150
	K.6	K.7	K.8	K.9	K.10					
KOLOM										
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
TULANGAN UTAMA	26D25		10D19		28D19		14D22		8D19	
SENGKANG	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150
	K.11	K.12	K.13							
KOLOM										
POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN				
TULANGAN UTAMA	14 D22		16 D22		12 D19					
SENGKANG	D10-75	D10-150	D10-75	D10-150	D10-75	D10-150				

SCHEDULE PENULANGAN KOLOM

Gambar 4.14 Schedule Penulangan Kolom,

Sumber : Data Lapangan 2023

- ❖ Kolom dengan dimensi 600 dan tulangan pokok 10D22 maka,

$$As' = As = \pi \times D^2 \times X$$

$$= \pi \times 22^2 \times 10 = 4840 \text{ mm}^2$$

$$d' = \left(\frac{1}{2} \times D \text{ tul pokok} \right) + D \text{ tul sengkang}$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 22 \right) + 13$$

$$= 24 \leq 70 \text{ OK}$$

$$d = h - d'$$

$$= 600 - 24$$

$$= 576 \text{ mm}$$



Mencari Mu

$$\begin{aligned}
 0,7225 \times b \times c \times fc' &= As \times fy \\
 0,7225 \times 600 \times c \times 26,4 &= 4840 \times 400 \\
 11444,4 &= 1936000 \\
 c &= 169,165 \text{ mm} \\
 Mu &= As \times 0,8 \times fy \times (d - 0,425 \times c) \\
 &= 4840 \times 0,8 \times 400 \times (576 - 0,425 \times 169,165) \\
 &= 780757630,4 \text{ Nmm} \\
 &= 780,757 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$



Mencari Pu

(Pu) belum diketahui, oleh sebab itu perlu asumsi nilai (e) untuk mendapatkan nilai (Pu), (e)= 900 mm

$$\begin{aligned}
 \text{jadi } e &= \frac{Mu}{Pu} \cdot 10^3 \\
 900 &= \frac{780,757}{Pu} \cdot 10^3 \\
 Pu &= 780,757 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

Jumlah penulangan diperkirakan 2%

Ukuran kolom 600 mm x 600 mm, d'=22 mm

$$\begin{aligned}
 Po &= 0,85 fc' (Ag - Ast) + fy \cdot Ast \\
 Po &= Ag \cdot (0,85 \cdot fc' (1-p) + fy \cdot p) \\
 Po &= Ag (0,85 \cdot 26,4 (1-2\%) + 400 \cdot 2\%) \\
 Pn &= 0,8 Po \rightarrow \text{Kolom Beugeul} \\
 Pu/\Phi &= 0,8 Ag (0,85 \cdot 26,4 (1-0,02) + 400 \cdot 0,02)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_u &= \Phi 0,8 A_g (0,85 \cdot 26,4 (1-0,02) + 400 \cdot 0,02) \\
 780,757 &= 0,65 \cdot 0,8 A_g (0,85 \cdot 26,4 (1-0,02) + 400 \cdot 0,02) \\
 A_g &= \frac{780,727}{0,65 \cdot 0,8 \cdot (0,85 \cdot 29,2 + 8)} = 4574,644 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dicoba dengan tulangan 10D22 pada masing-masing sisi kolom ($K_2 = 4840 \text{ mm}^2$)

$$\rho = \frac{3217}{600} = 53,616$$

❖ Pemeriksaan P_u Terhadap beban seimbang P_{ub}

$$d = 600 - 22 = 578 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{500 (d)}{500 + (f_y)} = \frac{500 (576)}{500 + 400} = 320,000 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (Faktor Reduksi)}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot C = 0,85 \cdot 320,000 = 272,000 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon_s' &= \frac{320,000 - 40}{320,000} \cdot 0,003 < \frac{f_y}{E_s} \\
 &= 0,0022 < \frac{400}{200000}
 \end{aligned}$$

= 0,0022 > 0,0020 jadi, tulangan mencapai luluh Ketika beton hancur

$$f_s' = E_s \cdot \epsilon_s' = 200000 \cdot 0,0022 = 440 \text{ MPa}$$

$$f_s' > F_y = 440 \text{ MPa} > 400 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ub} &= 0,65 (0,85 \cdot F_c' \cdot a_b \cdot b \cdot A_s \cdot F_s' - A_s \cdot F_y) \\
 &= 0,65 [(0,85 \cdot 26,4 \cdot 272,000 \cdot 600) + (4840 \cdot 440) - (4840 \cdot 400)] (10)^{-4} \\
 &= 1460102,803 \text{ N} \\
 &= 1460,103 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset P_{nb} &= 0,65 (1460,103) > P_u \\
 &= 949,066 \text{ kN} > 1460,103 \text{ kN Aman}
 \end{aligned}$$

❖ Memeriksa kekuatan penampang

$$\begin{aligned}
 P_n &= \frac{A_s' f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,05} + \frac{b \cdot h \cdot f \cdot c'}{\frac{3he}{d^2} + 1,18} \\
 &= \frac{4840.400}{\frac{900}{(576 - 24)} + 0,05} + \frac{600 \times 600 \times 26,4}{\frac{3 \times 600 \times 900}{576^2} + 1,18} \\
 &= 288044,502 + 15675,89 \\
 &= 303720,392 \text{ N} \\
 &= 30372,039 \text{ kN} \\
 \phi P_{nb} &= 0,65 (30372,039) > P_u \\
 &= 19741,825 \text{ kN} > 780,757 \text{ kN (Aman)}
 \end{aligned}$$

10.5.2 SNI 03-2847-2002,
modulus elastisitas baja tulangan
non pratekan Es dapat diambil
sebesar 200.000 MPa

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan kerja praktek yang berlangsung selama tiga bulan, banyak sekali manfaat dan pembelajaran yang dapat diperoleh dalam bidang teknik sipil, baik yang menyangkut teknis dilapangan maupun manajemen proyek. Pengalaman ini dapat melengkapi pengetahuan yang didapatkan di bangku perkuliahan

Selama melaksanakan kerja praktik di pada Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) ada banyak masukan mengenai metode pelaksanaan pembangunan dilapangan, menghadapi permasalahan yang sering muncul, dan pemecahaan masala yang efektif.

5.2.1 Saran

Dalam pelaksanaan Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) ada banyak yang ditemui permasalahan – permasalahan yang terjadi diluar dugaan sehingga mengakibatkan adanya keterlambatan pekerjaan. untuk itu pada kesempatan ini, kiranya penulis dapat memberikan saran – saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi pihak yang bersangkutan.

1. Pengawas lapangan mampu mengambil tindakan yang tegas terhadap pihak – pihak yang kurang serius dalam mengerjakan tugasnya masing – masing
Dalam Setiap pekerjaan harus dipersiapkan dengan matang.
2. Sebelum melaksanakan pekerjaan terlebih dahulu mempelajari dan mempersiapkan gambar-gambar kerja, urutan-urutan teknis pelaksanaan, rencana kerja, alat-alat kerja, serta material bangunan yang dibutuhkan, hal inidilakukan, untuk mengurangi kesalahan teknis pelaksanaan dan tidak menghambat proses pekerjaan yang dilaksanakan sesuai dengan time scheduledan perencanaan

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2018. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2874-2018, Jakarta, Indonesia
- Badan Standar Nasional. 2004. SNI 15-2049-2004, Semen Portland, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI-1726- 2003.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI-03-2834-2000 (*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*) dan ASTM C-33 (*Standard Specification for Concrete Aggregate*) :
- Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) 10.5.2 SNI 03-2847-2002, modulus elastisitas baja tulangan non pratekan.
- Data Dalam Proyek, 2023. Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatra Utara (*Multiyears*) Tahun 2023
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Kanisius: Yogyakarta.
- Riyadi, B. P. (2010). Analisis Pertemuan Balok-Kolom Struktur Rangka Beton Bertulang Menggunakan Metode Strut And Tie. Bandung: Universitas Kristen Maranatha
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 2052:2017 dengan judul “Baja tulangan beton” merupakan revisi dari SNI 2052:2014, Baja tulangan beton dan SNI 8307:2016, Spesifikasi batang
- Suprayogi, 2018. Cara Praktis Perencanaan Kolom Beton Bertulang Berdasarkan Pedoman Beton 1989, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Supit, N. W. A., Sumajouw, M. D. J., Tamboto, W. J., Dapas, S. O. 2013. Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Dengan Variasi Orientasi Sumbu Kolom. *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 1 No.11. Manado
- Vis,W.Cdan Kusuma,Gideon H. 1991. Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang

LAMPIRAN



Gambar 1. Pemasangan Penulangan Pondasi
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 2. Mengecek Tulangan Utama Pada Kolom
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 3. Pemasangan Bekisting Kolom
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 4. Pengecekan yang sudah di corr
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 5. Pengecoran Pondasi
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 6. Mapping Pondasi
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 7. Pengecoran Kolom Manual
Sumber : Data Lapangan 2023



Gambar 8. Penulangan dinding penahan tanah
Sumber : Data Lapangan 2023