

PRAKTEK KERJA LAPANGAN

**PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK
PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD
BACEM PONGGOK BLITAR**

Diajukan Untuk memenuhi persyaratan Proposal Penelitian Skripsi Program Studi
Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil



Disusun Oleh :

Ainur Rizqi Syahriyan

21101120002

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM BALITAR (BLITAR)
BLITAR
2024**

PRAKTEK KERJA LAPANGAN

**PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK
PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD
BACEM PONGGOK BLITAR**

Diajukan Untuk memenuhi persyaratan Proposal Penelitian Skripsi Program Studi
Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil



Disusun Oleh :

Ainur Rizqi Syahriyan

21101120002

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM BALITAR (BLITAR)
BLITAR
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK
PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD
BACEM PONGGOK BLITAR**

Oleh :

Nama : Ainur Rizqi Syahriyan
NIM : 21101120002
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji :

Blitar, 21 Mei 2024

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Mengetahui,
Pembimbing

Nurjannah, S.T., M.Eng

NIDN : 0723039101

Nurjannah, S.T., M.Eng

NIDN : 0723039101

HALAMAN PENGESAHAN
PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK
PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD
BACEM PONGGOK BLITAR

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Ainur Rizqi Syahriyan

(21101120002)

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 21 Mei 2024

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Hangga Prima Setiawan S.ST., MT
NIDN : 0704129303

Hazairin Nikmatul L. S.Si., M.Pd
NIDN : 0701048605

Laporan Praktek Kerja Lapangan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk Program Penelitian Skripsi

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik

Nurjanah, S.T., M.Eng
NIDN : 0723039101

Ahmad Yufron, ST., M.M
NIDN : 0711027301

SURAT KETERANGAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Ainur Rizqi Syahriyan
NIM : 21101120002
Semester : V (Lima)
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Universitas : Universitas Islam Balitar Blitar

Menyatakan bahwa laporan Praktek Kerja Lapangan yang berjudul “**PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD BACEM PONGGOK BLITAR**”- merupakan karya saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikasi dari laporan lain yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Sipil baik di lingkungan Sekolah Tinggi Teknik maupun diperguruan lain, serta belum pernah dipublikasikan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Blitar, 21 Mei 2024

Yang menyatakan

Ainur Rizqi Syahriyan

NIM.21101120002

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah Swt, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-nya kepada kita semua, sehingga penulis dapat menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) serta Menyusun laporan PKL yang berjudul “ **PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN BALOK PADA PROYEK PEMBANGUNAN WISMA AL MAHMUD BACEM PONGGOK BLITAR** “. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih kurang sempurna. Meskipun demikian, berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Praktek Kerja Lapangan ini. Ucapan tersebut ditujukan kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayah - nya sehingga penulis dapat diberikan kemudahan menyelesaikan laporan ini.
2. Selaku dosen pembimbing.
3. Selaku dosen penguji.
4. Selaku Kaprodi Teknik Sipil.
5. Selaku pelaksana dan pengawas yang telah memberi kesempatan untuk melakukan praktek kerja ini.

Akhir kata semoga Laporan Praktek Kerja Lapangan ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan penyusun pada khususnya.

Blitar, 21 Mei 2024

Yang menyatakan

Ainur Rizqi Syahriyan

NIM.21101120002

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR ASISTENSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Identifikasi Masalah	2
1.3	Rumusan Masalah	2
1.4	Batasan Masalah	2
1.5	Tujuan	3
1.6	Manfaat	3
1.6.1	Manfaat Internal	3
1.6.2	Manfaat Eksternal	3
1.7	Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Definisi Beton Bertulang	5
2.2	Pengertian Balok	7

2.3	Baja Tulangan	7
2.4	Fungsi Balok	8
2.5	Jenis-Jenis Balok Beton Bertulang.....	8
2.5.1	Perilaku Balok Beton Bertulang.....	12
2.5.2	Pembebanan Pada Konstruksi Balok.....	16
2.5.3	Analisa Kerusakan Pada Balok	17
2.5.4	Pola Retak Pada Balok	19
2.6	Metode Pelaksanaan Konstruksi Pada Pekerjaan Balok	21
2.6.1	Pekerjaan Begisting.....	21
2.6.2	Pekerjaan Pembesian.....	23
2.6.3	Pengecoran	23
2.7	Perbaikan Balok Beton Bertulang.....	24
2.7.1	Syarat Perbaikan.....	24
2.7.2	Metode Perbaikan.....	25
2.8	Perawatan Balok Beton Bertulang	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Deskripsi Umum	28
3.2	Tempat dan Waktu PKL	28
3.3	Sumber data.....	28
3.4	Metode Pengumpulan Data	30
3.5	Diagram Alir Penelitian PKL	32
3.6	Diagram Alir Konsep Kegiatan PKL	34

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Gambaran Umum Tempat PKL.....	36
4.1.1	Lokasi Proyek.....	36
4.1.2	Data Proyek	37
4.2	Perhitungan Perencanaan Balok.....	37
4.2.1	Data Mutu Bahan Struktur	37

4.2.2	Data Pembebanan.....	37
4.2.3	Analisa Perhitungan Balok 20/30	37
4.2.4	Analisa Perhitungan Balok 15/30	45
4.3	Pembahasan.....	45
4.3.1	Alat dan Bahan Pekerjaan Balok.....	45
4.3.2	Pelaksanaan Begisting Balok	47
4.3.3	Pelaksanaan Pembesian Balok	48
4.3.4	Pembongkaran Pembedon Balok	49
4.3.5	Kendala dan Solusi Pekerjaan Balok	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tegangan Lokal Ultimit Dalam Balok	15
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Balok anak dan balok induk	8
Gambar 2.2 Penampang balok persegi dengan tulangan rangkap.....	9
Gambar 2.3 Penampang balok T dan balok L	10
Gambar 2.4 Balok sederhana	11
Gambar 2.5 Balok teritisan	11
Gambar 2.6 Balok menerus.....	11
Gambar 2.7 Balok kantilever	12
Gambar 2.8 Balok bentang tersuspensi.....	12
Gambar 2.9 Balok ujung tetap	12
Gambar 2.10 Gaya normal	18
Gambar 2.11 Gaya lintang	18
Gambar 2.12 Momen	18
Gambar 2.13 Retak lentur murni.....	19
Gambar 2.14 Retak geser	19
Gambar 2.15 Retak geser lentur.....	20
Gambar 2.16 Retak puntir.....	20
Gambar 2.17 Retak lekatan	20
Gambar 3.1 Pengumpulan data secara primer.....	29
Gambar 3.2 Pengumpulan data secara sekunder.....	29
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian pkl.....	32
Gambar 3.4 Diagram alir konsep kegiatan pkl.....	34

Gambar 4.1 Lokasi proyek.....	36
Gambar 4.2 Rencana penulangan balok ukuran 20/30.....	41
Gambar 4.3 Rencana penulangan balok ukuran 15/30.....	45
Gambar 4.4 Pemasangan begisting balok	48
Gambar 4.5 Pelaksanaan pembesian balok	48
Gambar 4.6 Proses pengecoran plat dan balok	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung merupakan suatu sarana infrastruktur yang berfungsi sebagai tempat penunjang manusia dalam aktifitas kesehariannya. Pada suatu perencanaan konstruksi gedung terdiri atas struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah merupakan komponen suatu bangunan yang berada dibawah permukaan seperti pondasi dan struktur lainnya yang ada dibawah. Sedangkan struktur atas sendiri merupakan komponen suatu bangunan dimana berada diatas permukaan tanah seperti kolom, balok, pelat, dan tangga.

Balok adalah salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang arahnya horizontal, sedangkan portal merupakan kerangka utama dari struktur bangunan, khususnya bangunan Gedung (Asroni, 2010:41). Balok berfungsi menahan gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya, yang menimbulkan momen luar sehingga balok akan melengkung ke bawah atau mengalami lenturan/lendutan. Balok juga berfungsi untuk pengaku horizontal yang menyalurkan beban ke kolom.

Pelaksanaan pembuatan balok yang ada dilapangan sangat minim untuk teori pengerjaannya, karena tidak mendasar pada standart yang ada melainkan menggunakan pengalaman yang sudah dilalui oleh tukang atau pelaksana dilapangan. Hal tersebut sangatlah berbahaya jika dilaksanakan tanpa ada teori yang matang, terutama pada bangunan bertingkat. Karena struktur bangunan sangatlah berpengaruh terhadap umur suatu bangunan. Kendala lain juga terdapat pada saat proses pengecoran, turunnya hujan deras serta mesin molen cor yang rusak saat pengecoran balok dan plat yang masih dalam separuh pengerjaan.

Mengingat kompleksnya permasalahan di atas, maka dalam penyusunan laporan praktek kerja lapangan penulis akan mengambil balok lantai 1 sebagai pengamat laporan guna melengkapi tugas perkuliahan yang diajukan untuk memenuhi persyaratan proposal penelitian skripsi dengan judul “**Pelaksanaan**

Balok Pada Proyek Pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar“.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan pembesian pembalokan tanpa menggunakan panduan yang pasti di proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.
2. Turunnya hujan deras saat pengecoran plat dan balok dan rusaknya mesin molen cor sehingga mengalami keterlambatan yang tidak sesuai dengan waktu yang direncanakan sebelumnya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hitungan perencanaan pekerjaan balok pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar?
2. Bagaimana proses pemasangan begisting balok pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar?
3. Bagaimana proses pembesian balok pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar?
4. Bagaimana proses pembetonan balok pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar?
5. Bagaimana kendala dan solusi pembetonan balok pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar?

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan pada laporan praktek kerja lapangan ini dapat terarah dan tidak menyimpang, maka perlu adanya batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam laporan praktek kerja lapangan ini adalah sebagai berikut :

1. Studi yang ditinjau hanya pekerjaan pokok.
2. Pembahasan hanya meliputi pekerjaan balok dimensi 20/30 dan 15/30.

3. Begisting multiplek 12 mm
4. Besi tulangan polos 12 mm, dan 10 mm.
5. Besi begel 7 mm
6. Sistem pengecoran balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud menggunakan mesin molen cor.

1.5 Tujuan

Adapun tujuan laporan praktek kerja lapangan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui proses perhitungan perencanaan balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud.
2. Untuk mengetahui proses pemasangan begisting balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud
3. Untuk mengetahui proses pembesian balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud.
4. Untuk mengetahui proses pembetonan balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud.
5. Untuk mengetahui kendala dan solusi pada proses pembetonan balok pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat penulisan laporan ini, yaitu :

1.6.1 Manfaat internal

- a. Mahasiswa mendapatkan ketrampilan untuk melaksanakan program kerja pada Perusahaan maupun instansi pemerintah.
- b. Melalui praktek kerja lapangan ini mahasiswa mendapatkan pengalaman mengenai permasalahan permasalahan yang terjadi di proyek.

1.6.2 Manfaat eksternal

- a. Bagi Institusi / Pemerintah

Dari hasil laporan ini diharapkan mampu menjadi salah satu upaya dalam menganalisa dari pembangunan yang akan direncanakan.

b. Bagi Masyarakat

Dari hasil laporan ini diharapkan masyarakat dapat memecahkan suatu permasalahan tertentu dan sebagai bahan acuan untuk mengadakan pengawasan terhadap Pembangunan yang ada.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan ini, yaitu materi-materi yang tertera pada laporan ini yang akan dikelompokkan menjadi beberapa bab, yaitu :

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi terkait dengan tema yang dibahas pada tugas akhir ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan gambaran metode pelaksanaan yang dilakukan guna memperoleh data sebagai bahan laporan praktek kerja lapangan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil dari penelitian yang telah di laksanakan.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran saran penulis yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Beton Bertulang

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari gabungan agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen Portland dan air. Pasta tersebut akan mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel agregat dan setelah beton dicor, pasta akan mengeras sebagai akibat dari reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan tahan lama (dalam M.I, Saifuddin, 2012).

Mulyono (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya terdiri dari bahan semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah lainnya. Menurut Asroni (2010), secara sederhana beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil dan batu pecah). Terkadang juga ditambahkan campuran bahan lain (*admixture*) untuk perbaikan kualitas beton. Berdasarkan berat isinya, beton dapat dibedakan menjadi tiga yaitu beton ringan, beton berat, dan beton normal. Beton pada umumnya dibuat dengan menggunakan bahan agregat yang mempunyai kepadatan seperti yang diinginkan. Beton yang menggunakan agregat ringan akan membentuk beton dengan berat isi yang menjadi ringan. Agregat ringan yang berasal dari alam yang disebut dengan agregat alami sedangkan agregat yang berasal dari proses pemanasan atau pembakaran material lain disebut agregat ringan buatan.

Bahan penyusun beton terdiri dari beberapa material kasar maupun halus dan ditambah dengan air. Kombinasi keseluruhan material tersebut didapatkanlah menjadi beton. Pada dasarnya bahan utama penyusun beton adalah semen, pasir, kerikil, dan air. Akan tetapi banyak juga bahan tambahan yang dapat kita jumpai seperti bahan kimia dan yang lainnya. Berikut ini adalah bahan-bahan dasar penyusun beton tersebut.

1) Semen

Semen merupakan suatu jenis bahan yang memiliki sifat yang adesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Dalam hal ini bahan semen akan menjadi keras

karena adanya faktor air semen, yang kemudian dinamakan semen hidraulis.

2) Agregat

Pada material beton, agregat memenuhi sekitar 75 % dari isi total beton, sehingga perilaku beton sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat agregat. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya agregat biasanya terdiri dari 2 macam yaitu agregat halus yang umumnya berupa pasir dan agregat kasar yang pada umumnya berupa kerikil. Agregat halus adalah bahan yang lolos dari saringan no. 4 (lebih kecil dari 3/16 inci, berdasarkan ASTM). Dan agregat kasar adalah bahan-bahan yang berukuran lebih besar.

3) Air

Air merupakan bahan utama dalam campuran beton karena air yang mengakibatkan partikel-partikel semen saling mengikat baik mengikat antar partikel maupun dengan tulangan baja.

4) Bahan campuran (*admixture*)

Disamping bahan-bahan utama diatas, terdapat bahan campuran tambahan yang juga sering ditambahkan pada campuran beton, baik sebelum atau ketika sedang mencampur. Campuran *admixture* dapat dipakai untuk mengubah sifat beton agar berfungsi lebih baik atau lebih ekonomis, diantara kegunaannya adalah :

- a) Meningkatkan daya tahan terhadap kemunduran mutu akibat siklus dari pembekuan-pencapaian.
- b) Meningkatkan kelayakan tanpa menambahkan kadar air.
- c) Mempercepat perkembangan kekuatan pada usia dini.
- d) Memperlambat perkembangan.
- e) Meningkatkan kekuatan.

5) Tulangan baja

Tulangan baja dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis diantaranya sebagai berikut :

a) Baja tulangan polos (BjTP)

Baja tulangan polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip.

Tegangan leleh minimum pada besi tulangan polos biasanya sebesar 240 MPa. Menurut SNI 2052:2014 panjang baja tulangan beton ditetapkan antara (10-12) m.

b) Baja tulangan ulir (*deform*) / (BjTS)

Baja tulangan ulir adalah baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Tegangan leleh minimum pada baja tulangan *deform* biasanya sebesar 400 MPa.

2.2 Pengertian Balok

Balok merupakan salah satu elemen struktur sebuah bangunan dengan bentang horizontal yang dirancang kaku dan untuk menanggung beban dari plat lantai dan mentransfer beban menuju ke elemen-elemen kolom penopang (Saiful, 2015). Balok dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan plat lantai agar membentuk menjadi satu kesatuan struktur monolit. Balok berfungsi juga sebagai pengikat kolom-kolom agar jika terjadi pergerakan atau pergeseran, kolom-kolom tersebut tetap dapat bertahan pada bentuk dan posisinya. Balok juga berfungsi untuk menahan kondisi pembenanan yang rumit seperti tekuk atau lentur. Kombinasi gaya tekan dan gaya tarik disebut lentur dan tegangannya tersebar tidak merata pada potongan melintang. Gaya lentur akan bertambah jika beban pada balok berlebih sehingga pada daerah yang bertegangan tinggi terjadi aksi sendi (balok patah dan terdapat sendi pada titik ini) (Muhammad Ismail, 2014). Tegangan aktual yang timbul pada balok tergantung pada besar dan distribusi material pada penampang melintang elemen struktur. Semakin besar balok maka semakin kecil tegangannya. (Ariestadi, 2008)

2.3 Baja Tulangan

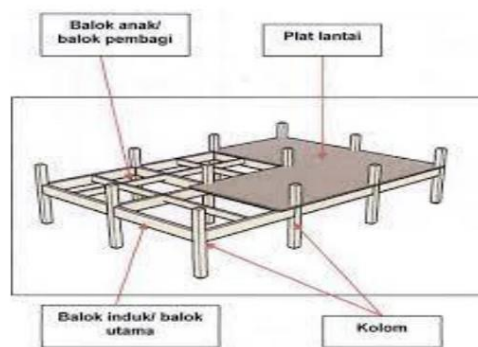
Besi tulangan atau besi beton adalah batang baja yang berbentuk menyerupai jala baja yang digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur baja bertulang untuk memperkuat dan membantu beton

di bawah tekanan. Besi tulangan secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur. Jenis besi tulangan ada dua yaitu :

1. Baja tulangan beton polos (BjTP) adalah baja tulangan berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir. (SNI 2052:2017)
2. Baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) adalah baja tulangan beton 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.

2.4 Fungsi Balok Beton Bertulang

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi untuk menopang lantai di atasnya serta sebagai penyalur momen ke kolom-kolom yang menopangnya. Berdasarkan fungsinya, balok dibagi menjadi balok induk dan balok anak, perbedaan dari balok induk dan balok anak yaitu balok induk dibuat untuk menghubungkan antar dua kolom dan menyalurkan beban langsung ke kolom. Sedangkan untuk balok anak dibuat untuk menghubungkan antara dua balok induk dan membantu menyalurkan beban plat ke balok induk. Perbedaan lain yaitu ukuran balok anak umumnya yang lebih kecil daripada balok induk dan panjang balok anak tidak boleh lebih panjang dari bentangan balok induk yang terpendek seperti pada Gambar 2.1 berikut :



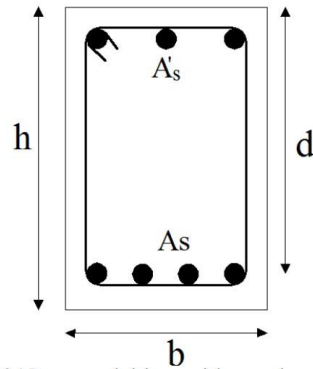
Gambar 2.1 Balok anak dan balok induk pada sistem lantai

2.5 Jenis-Jenis Balok Beton Bertulang

Balok adalah elemen struktur yang menyalurkan beban-beban dari pelat ke kolom penyangga yang vertical. Dalam konstruksi Gedung biasanya balok dibagi menjadi tiga penampang yaitu balok L, T, dan Persegi.

- 1) Balok persegi

Balok bertulang rangkap adalah balok beton bertulang yang menggunakan baja tulangan pada bagian penampang yang menerima gaya tarik maupun tekan seperti pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Penampang Balok Persegi Dengan Tulangan Rangkap

Keterangan :

h = tinggi balok,

b = lebar balok,

d = tinggi balok dari tepi serat yang tertekan ke pusat tulangan Tarik,

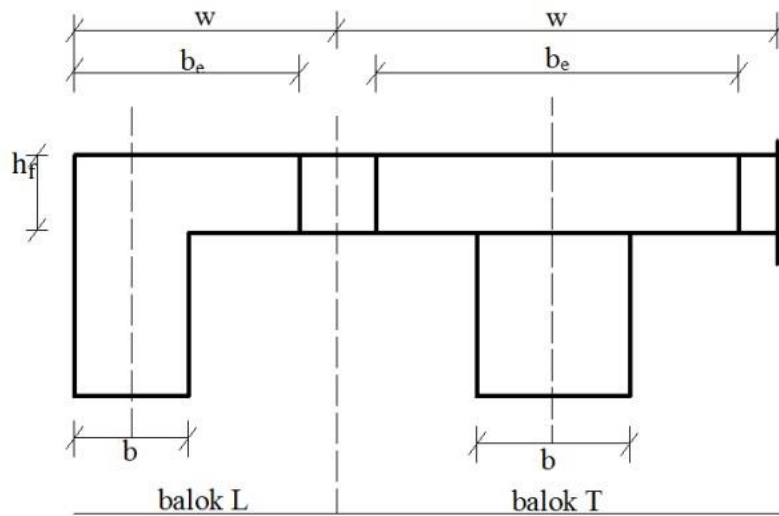
A_s = luas tulangan tarik, dan

s = luas tulangan tekan

Untuk perencanaan lebar efektif dan tebal balok sudah diatur dalam SNI-03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung. SNI-03-2847-2002 menyajikan tinggi minimum balok sebagai berikut ini.

- a. Balok diatas dua tumpuan $h_{min} = L/16$.
- b. Balok dengan satu ujung penerus $= L/18,5$.
- c. Balok dengan kedua ujung penerus $= L/21$.
- d. Balok kantilever $= L/8$, dengan L = Panjang bentang dari tumpuan ke tumpuan.
- e. Masing-masing isi badan balok tidak boleh melebihi:
 - 1) Delapan kali tebal slab, dan
 - 2) Setengah jarak bersih ke badan di sebelahnya.

2) Balok L/T



Gambar 2.3 Penampang Balok T dan Balok L (Priyosulistyo, 2010)

Keterangan :

H_f = Tebal sayap,

b = lebar balok,

w = jarak bersih antar balok dan

b_e = lebar sayap

Sedangkan untuk ketentuan lebar balok T dan L, (SNI-2847-2013) sebagai berikut ini:

- a. Pada konstruksi balok T, sayap dan balok harus dibangun menyatu atau bila tidak harus dilekatkan bersama secara efektif.
- b. Lebar slab efektif sebagai sayap balok T tidak boleh melebihi seperempat Panjang bentang balok, dan lebar efektif sayap yang mengantung pada masing-masing sisi badan balok tidak boleh melebihi :
 - 1) Delapan kali tebal slab, dan
 - 2) Setengah jarak bersih ke badan di sebelahnya.

Berikut adalah perkembangan jenis balok :

1) Balok Sederhana

Balok sederhana adalah sebuah balok yang ditumpu pada kedua ujungnya dengan memiliki sebuah sendi disalah satu ujungnya dan sebuah rol di salah satu ujung yang lainnya.

2) Balok Teritisan

Balok teritisan adalah contoh balok sederhana yang memiliki bentuk memanjang dan melewati salah satu kolom tumpuannya.

3) Balok Menerus

Balok menerus adalah balok yang memanjang secara menerus dan melewati lebih dari dua kolom tumpuan agar diperoleh momen yang lebih kecil dan kekakuan yang lebih besar dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama pada bangunan.

4) Balok Kantilever

Balok kantilever adalah balok yang hanya didukung oleh salah satu ujungnya saja sedangkan ujung yang lainnya menggantung atau tidak mempunyai penyangga.

5) Balok Bentang Tersuspensi

Balok dengan bentang tersuspensi adalah suatu balok yang didukung oleh teritisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol dan balok ini termasuk jenis balok sederhana.

6) Balok Ujung Tetap

Balok dengan ujung tetap adalah suatu balok yang dibuat dengan ujungnya dikaitkan dengan kuat serta mampu menahan translasi dan rotasi akibat gaya momen.

2.5.1 Perilaku Balok Beton Bertulang

1. Tegangan-regangan

Apabila terdapat gaya luar yang membebani suatu balok dengan nilai yang ditahan oleh beton dan baja tulangan relatif kecil, dan tegangan pada terluar beton lebih kecil dari modulus tarik, seluruh serat penampang secara efektif dapat menahan beban tersebut bersama baja tulangan. Distribusi tegangan dan regangan dalam penampang diilustrasikan dalam Persamaan 2.1

Karena deformasi baja tulangan dan serat beton pada lapis yang sama adalah sebanding, gaya internal baja tulangan dapat ditentukan melalui perbandingan regangan. Konsep material

homogen berlaku, dan hubungan anggar momen dan tegangan dapat dirumuskan melalui persamaan :

$$f = \frac{M.y}{I} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

f = tegangan pada serat terluar

M = momen lentur penampang

y = jarak ke serat terluar

I = momen inersia terhadap sumbu netral

Apabila beban tersebut meningkat hingga kekuatan Tarik beton dilampati, tegangan Tarik pada serat terluar akan lebih besar dari modelus Tarik, dan retak akibat tarik akan terjadi. Karena serat beton tarik telah mengalami retak, maka pengaruhnya dalam menahan gaya internal dapat diabaikan. Seluruh tarikan akan ditahan oleh baja tulangan, dalam kondisi ini distribusi tegangan beton pada daerah tekan akan berbentuk kurva.

2. Kuat Geser Balok

Bentang geser pada balok beton tanpa tulangan geser terjadi di daerah sepanjang kurang lebih tiga kali tinggi efektif balok. Retak akibat tarik diagonal merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan geser. Untuk bentang geser yang lebih pendek, kerusakan akan timbul sebagai kombinasi dari pergeseran, remuk, dan belah. Sedangkan untuk balok beton tanpa tulangan dengan bentang geser lebih Panjang, retak karena tegangan tarik lentur akan terjadi terlebih dahulu sebelum timbul retak karena tarik diagonal. Dengan demikian terjadinya retak tarik lenturan pada balok tanpa tulangan merupakan peringatan awal kerusakan geser (Dipohusodo, 1996).

Mekanisme perlawanan geser didalam komponen struktur beton bertulang tidak lepas dari pengaruh serta tersusun sebagai kombinasi beberapa kejadian sebagai berikut :

- a. Adanya perlawanan geser pada beton sebelum terjadi retak.

- b. Adanya gaya ikat antar agregat ke arah tangensial di sepanjang retakan, yang serupa dengan gaya geser akibat saling ikat antara agregat yang tidak teratur di sepanjang permukaan beton kasar.
- c. Timbulnya aksi pasak tulangan memanjang sebagai perlawanan terhadap gaya transversal yang harus ditahan.
- d. Terjadinya perilaku pelengkungan pada balok yang relative tinggi, dimana segera setelah terjadi retak miring, beban dipikul oleh susunan reaksi gaya tekan yang membentuk busur melengkung dengan pengikatnya adalah gaya tarik disepanjang tulangan memanjang yang ternyata memberikan cadangan kapasitas yang cukup tinggi.

3. Daya Lekat (*Bonding*)

Daya lekat beton dan baja tulangan gaya luar yang bekerja pada struktur beton bertulang akan ditahan bersama oleh beton dan baja tulangan. Untuk menunjang hal tersebut, slip atau gelincir antara beton dan tulangnya diharapkan tidak terjadi, sehingga diperlukan adanya daya lekat (*bonding*) yang memadai antara beton dan baja tulangan.

Adanya daya lekat antara beton dan baja tulangan membuat seolah-olah beton dan tulangan memiliki perilaku sebagai material homogen, yaitu nilai regangan pada serat beton maupun tulangan adalah sama dan berbanding lurus dengan jarak dari sumbu netral dan maksimum pada serat terluar.

Tarikan di sepanjang suatu batang tulangan bervariasi tergantung dari besarnya momen lentur pada bagian konstruksi balok tersebut. Untuk keseimbangan, perubahan dalam tarikan harus diimbangi oleh pelekatan antara baja dan beton.

Tabel Tegangan Lokal Ultimit dalam Balok (N/mm^2) dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut :

Tipe Batang	Mutu Beton			
	20	25	30	≥ 40
Batang polos	1.7	2.0	2.2	2.7
Batang profil, tipe 1	2.1	2.5	2.8	3.4
Batang profil, tipe 2	2.5	3.0	3.4	4.1

Tabel 2.1 Tegangan Lokal Ultimit dalam Balok (N/mm^2)

Sumber : Perencanaan Beton Bertulang, edisi II. W.H. Mosley & J.H.B

4. Daktilitas

Daktilitas merupakan suatu besaran yang mencerminkan kemampuan struktur atau elemen struktur untuk melakukan perubahan bentuk elasto-plastis tanpa mengalami keruntuhan. Biasanya dinyatakan dengan suatu rasio antara perubahan bentuk elasto-plastis total dari struktur atau elemen struktur sebelum runtuh terhadap perubahan bentuknya pada batas elastis. Pada balok dan pelat beton diaktilitas dapat dicapai dengan :

- Pemasangan tulangan baja yang tidak tegas dalam menahan gaya tarik.
- Membatasi jumlah tulangan tarik pada proporsi yang sedemikian sehingga akan meleleh sebelum daerah tekan beton mengalami keruntuhan.

Terdapat tiga keadaan keruntuhan pada struktur beton bertulang yang mungkin terjadi yaitu :

- Keruntuhan tarik

Keruntuhan tarik akan terjadi bila persentase baja tulangan suatu penampang balok relatif kecil, sehingga tulangan akan lebih dulu mencapai tegangan lelehnya sebelum tegangan tekan beton mencapai maksimum.

- Keruntuhanimbang

Keruntuhan imbang terjadi apabila beton maupun baja tulangan mencapai regangan dan tegangan maksimumnya secara bersamaan, keruntuhan ini terjadi secara serentak.

c) Keruntuhan tekan

Keruntuhan tekan terjadi bila persentase baja tulangan suatu penampang balok relatif besar, sehingga tegangan di serat beton lebih dulu mencapai kapasitas maksimumnya sebelum tegangan leleh maksimum tulangan baja tercapai.

2.5.2 Pembebanan Pada Konstruksi Balok

Buku Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk rumah dan Gedung (PPURG, 1987) beban yang terjadi pada struktur bangunan diakibatkan oleh :

a. Beban mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian Gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung.

b. Beban hidup

Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.

c. Beban angin

Beban angin adalah beban yang bekerja pada gedung atau bagian dari gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

d. Beban gempa

Beban gempa yaitu semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian dari gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur ditentukan oleh suatu Analisa dinamik, maka yang diartikan beban gempa disini adalah gaya-gaya yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.

e. Beban khusus

Beban khusus yaitu semua beban yang terjadi pada gedung atau bagian dari gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunn pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup serta pengaruh gaya khusus lainnya

2.5.3 Analisa Kerusakan Pada Balok

Kerusakan pada balok terjadi akibat pengaruh gaya luar dan gaya dalam sebagai berikut ini:

a. Gaya luar

Gaya luar yaitu gaya yang ada diluar suatu konstruksi biasanya disebut gaya aksi-reaksi. Gaya aksi dapat diartikan gaya yang menghampiri konstruksi tersebut dan direspon oleh gaya reaksi.

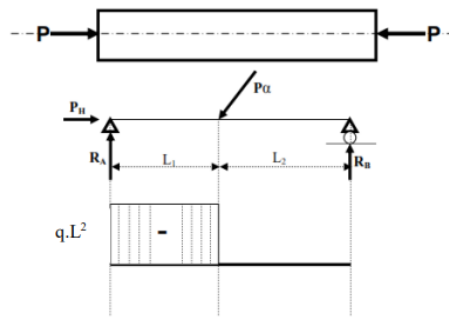
b. Gaya dalam

Gaya dalam yaitu gaya yang bekerja didalam suatu konstruksi. Analisis gaya dalam ada 3 jenis gaya yang bekerja pada suatu balok yaitu :

1) Gaya Normal (*Normal Force Diagram*)

Gaya normal adalah suatu gaya yang garis kerjanya berhimpit atau sejajar dengan garis batang.

Gaya normal dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut :

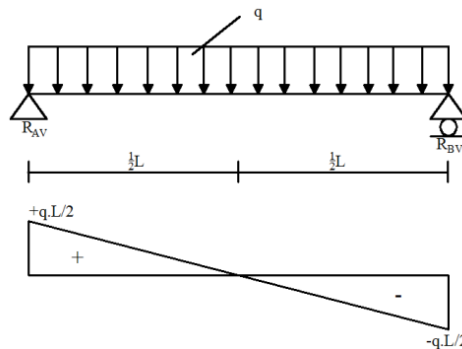


Gambar 2.4 Normal Force Diagram

2) Gaya Lintang (*Shear Force Diagram*)

Gaya lintang adalah gaya dalam yang bekerja tegak lurus pada sumbu balok.

Gaya lintang dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut :

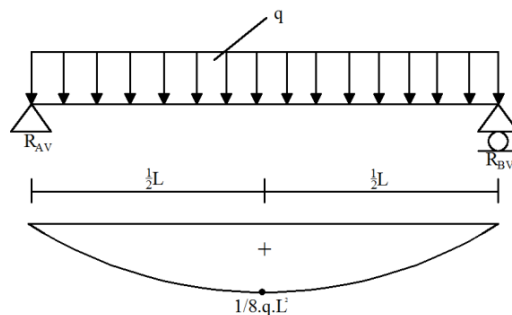


Gambar 2.5 Shear Force Diagram

3) Momen (*Bending Moment Diagram*)

Momen adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya dalam yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi.

Momen dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6 Bending Moment Diagram

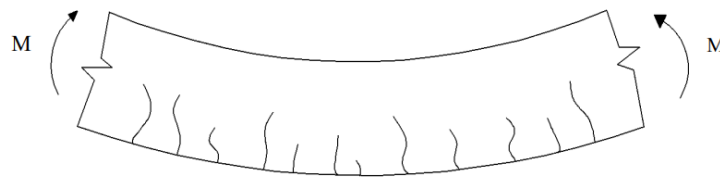
2.5.4 Pola Retak Pada Balok

Faktor yang menyebabkan retak pada balok adalah tegangan yang terjadi terutama tegangan Tarik. Menurut McCormac (2001) pola retak untuk balok dan pelat suatu arah dibedakan menjadi 5 macam yaitu sebagai berikut ini :

a. Retak lentur

Retak lentur adalah retak vertical yang memanjang dari sisi tarik yang mengarah keatas sampai daerah sumbu netral.

Retak lentur dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut :

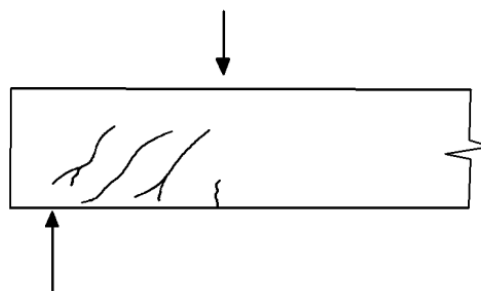


Gambar 2.7 retak lentur murni (Khoilul dkk, 2009)

b. Retak geser

Retak miring karena geser dapat terjadi pada bagian badan balok sebagai retak bebas atau perpanjangan retak lentur. Kadang-kadang, retak miring akan berkembang secara bebas pada balok atau pelat satu arah meskipun tidak ada retak lentur pada daerah tersebut.

Retak geser dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut :

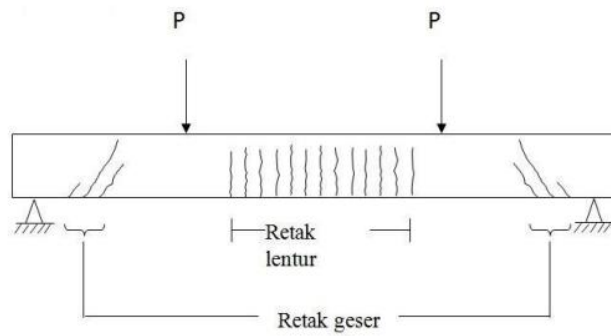


Gambar 2.8 Retak geser (Khoilul dkk, 2009)

c. Retak geser lentur

Retak jenis ini adalah retak yang paling umum, retak geser-lentur merupakan perpaduan antara lentur dan retak geser.

Retak geser lentur dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut ini :

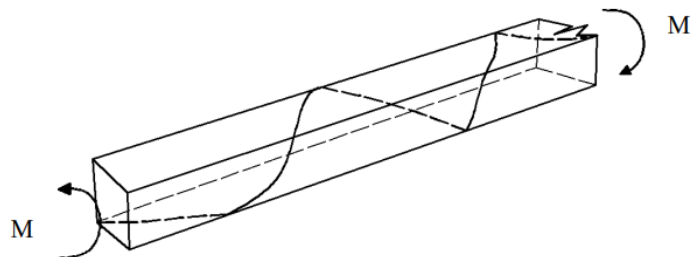


Gambar 2.9 Retak geser lentur (Khoilul dkk, 2009)

d. Retak puntir

Retak puntir cukup mirip dengan retak geser, tetapi retak puntir ini melingkar balok atau plat satu arah, jika sebuah bentang beton tanpa tulangan menerima torsi murni, batang tersebut akan retak dan runtuh disepanjang garis 45° karena tarik diagonal yang disebabkan tegangan puntir.

Retak puntir dapat dilihat pada gambar 2.10 berikut :

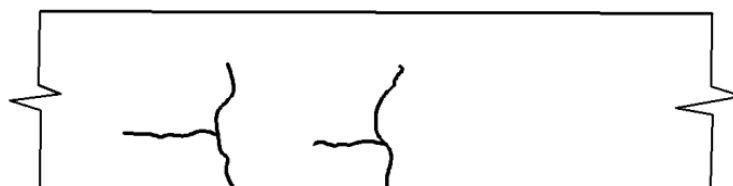


Gambar 2.10 Retak puntir (Khoilul dkk, 2009)

e. Retak lekatan

Retak lekatan terjadi karena tegangan lekatan (bond stress) antara beton dan tulangan yang mengakibatkan pemisahan disepanjang tulangan.

Retak lekatan dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini :



Gambar 2.11 Retak lekatan (Khoilul dkk, 2009)

2.6 Metode Pelaksanaan Konstruksi Pada Pekerjaan Balok

Pekerjaan balok merupakan pekerjaan beton bertulang yang direncanakan untuk menahan tegangan tekan dan tegangan tarik yang diakibatkan oleh beban lentur. Balok merupakan bagian struktur bangunan yang kaku dan dirancang untuk menaggung dan mentransfer beban menuju elemen elemen kolom penopang. Tata cara pelaksanaan pekerjaan pada balok meliputi pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian, dan pengecoran.

2.6.1 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi semua bagian bekisting yang sementara ataupun tetap untuk membentuk beton termasuk *system* perancahnya yang diperlukan agar supaya bekisting dipertahankan tetap pada posisinya sehingga dapat memenuhi toleransi yang disyaratkan. Bekisting harus dipergunakan bila diperlukan untuk mengikat dan membentuk beton sesuai dengan yang diisyaratkan dan bekisting harus mempunyai kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk memikul tekanan pada saat pengecoran. Bekisting dan perancahnya harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat cepat dan mudah dibongkar. Bekisting dapat dibuat dari kayu, waterproof, loose formwork seperti dinding bata atau material lain yang telah disetujui oleh direksi pengawas. Papan kayu yang digunakan tidak boleh mempunyai ketebalan kurang dari 25 mm, sedangkan untuk papan *plywood* tidak boleh kurang dari 12 mm. Berikut ini adalah tahapan pemasangan bekisting antara lain :

1) Perencanaan dan pemasangan Bekisting

Bekisting harus direncanakan untuk memikul beban-beban vertical dan literal/angin serta beban bergerak diatasnya atau beban-beban lain sesuai yang ditentukan didalam peraturan pembebanan Indonesia. Struktur bekisting harus cukup kedap untuk mencegah hilang atau lolosnya adukan beton. Pada perancah disiapkan alat-alat untuk penyetelan dan semua penurunan terjadi harus diperbaiki/diangkat selama proses pengecoran berlangsung. Bekisting harus didukung oleh sistem

perancah sedemikian rupa sehingga setiap kemungkinan pergerakan lateral maupun vertikal tidak dapat terjadi selama pengecoran.

2) Persiapan Material Bekisting

Semua permukaan bekisting dan material yang tertanam harus dibersihkan dari akumulasi mortar atau grout bekas pengecoran sebelumnya dan dari material asing lainnya sebelum beton dicor. Permukaan bekisting yang sudah cacat sehingga mempengaruhi kualitas permukaan beton tidak boleh digunakan lagi. Kecuali ditentukan lain, permukaan bekisting harus diperlakukan sebagai berikut:

- a. Sebelum penempatan besi atau pengecoran beton, permukaan bekisting harus dilapisi dengan bahan yang mencegah penyerapan air, melekatnya beton pada bekisting dan tidak mengotori permukaan beton. Dapat dipakai bahan release agent atau sealer atau nonabsorptive linier yang disetujui oleh pengawas.
- b. Sisa material pelapis tidak menggenangi bekisting atau pada bagian beton yang sudah mengeras dimana beton baru akan dituangkan diatasnya.

3) Pembongkaran Bekisting

Bekisting untuk bukaan harus segera dilepas sesudah beton dianggap sudah cukup keras sehingga tidak rusak saat pembongkarannya. Bekisting kolom, dinding, sisi balok dan bagian lain tidak menahan berat sendiri beton dapat segera dilepas sesudah beton dianggap cukup keras sehingga tidak rusak pada saat pembongkaran bekistingnya. Bekisting dan perancah yang digunakan untuk memikul berat beton balok, pelat, dan struktur lainnya baru boleh dilepas setelah beton mencapai kekuatan minimum 75% dari kekuatan beton yang diisyaratkan. Pada saat bekisting dilepas, tidak boleh terjadi lendutan atau distorsi yang berlebihan dan tidak menimbulkan

kerusakan pada beton, baik karena pembongkaran perancah maupun karena proses pelepasan bekistingnya.

2.6.2 Pekerjaan Pembesian

Gambar kerja harus menunjukkan semua ukuran terpasang, posisi penulangan beserta perlengkapannya yang harus disetujui oleh pengawas sebelum pelaksanaan. Semua baja tulangan yang akan dipakai harus berasal dari produksi pabrik yang sebelumnya telah disetujui. Pekerjaan perakitan tulangan baja bisa dilakukan langsung pada lokasi proyek ataupun beli tulangan langsung jadi sesuai dengan persetujuan pengawas.

Sebelum pemasangan, baja tulangan harus dibersihkan terlebih dahulu dari karat, sisik, bahan lumpur, minyak atau bahan lain yang melekat dan dapat merusak atau mengurangi daya lekat terhadap beton. Baja tulangan harus diletakkan pada posisi yang tepat dan dijaga terhadap kemungkinan bergeser pada saat pengecoran dengan diikatkan satu sama lainnya dengan kawat beton yang cukup. Ujung kawat begel harus dibengkokkan kearah sebelah dalam dan tidak boleh keluar dari selimut beton.

Pembengkokan ulang semua baja dilakukan dalam keadaan dingin. Pada baja tulangan yang mempunyai tegangan tarik leleh tinggi tidak diperkenankan dilakukan pembengkokan ulang. Harus digunakan pekerja yang ahli dan terampil untuk pemotongan, pembengkokan, dan pemakaian alat-alat yang tepat untuk pekerjaan ini.

Tulangan disangga dari bekisting dengan menggunakan penyangga dari beton, besi beton, metal, atau material lain yang telah disetujui pengawas. Bagian tulangan untuk keperluan sambungan tulangan yang berada diluar beton yang sudah dicor untuk jangka waktu yang lama harus dilindungi setiap korosi.

2.6.3 Pengecoran

Pekerjaan pengecoran adalah pekerjaan penuangan beton segar kedalam cetakan suatu elemen struktur yang telah dipasang besi

tulangan. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan, harus dilakukan inspeksi pekerjaan untuk memastikan cetakan dan besi tulangan telah terpasang sesuai rencana.

Cara pelaksanaan pengecoran adalah sebagai berikut :

- a. Pengecoran elemen vertikal umumnya menggunakan alat bantu TC dan bucket cor, sedangkan untuk elemen horizontal menggunakan alat bantu berupa concrete mixer.
- b. Pada permukaan miring, pengecoran mulailah dari level yang terendah dan gunakanlah moncong untuk menaburkan beton di permukaan miring.
- c. Beton yang akan dicor harus langsung ke tempat yang jadi posisi akhir, mulailah dari pojok bekisting.
- d. Selalu tuangkan beton baru langsung ke beton yang sudah lama.
- e. Untuk mencegah segregasi, cek beton jangan terlalu basah atau kering, beton diaduk dengan baik, jika menjatuhkan beton secara vertical jangan lebih dari 2 m.
- f. Pemadatan beton dilakukan dengan cara digetarkan, untuk mengeluarkan udara yang terperangkap dalam beton, sehingga beton memadat dan memenuhi bekisting.

2.7 Perbaikan Balok Beton Bertulang

2.7.1 Syarat Perbaikan

Dalam usaha perbaikan beton, haruslah memperhatikan material yang digunakan. Terdapat syarat syarat yang harus dimiliki material perbaikan tersebut. Kriteria material yang digunakan sebagai material perbaikan tentunya harus memiliki karakteristik dasar seperti bahan yang akan diperbaiki, dalam hal ini beton selain memiliki karakteristik dasar seperti kuat tekan khususnya, ada beberapa sifat beton yang harus dieleminir sedemikian rupa atau bahkan dihilangkan, agar bahan perbaikan tersebut dapat menempel dan menyatu dengan beton tanpa mengurangi performa beton eksis.

Secara umum, syarat bahan perbaikan pada struktur beton adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki *workability* yang tinggi.
- b. Memiliki daya lekat yang baik dengan beton dan baja tulangan.
- c. Memiliki nilai karakteristik yang sama atau lebih kuat dari beton eksis; *compressive, flexural, tensile strength*.
- d. Memiliki waktu ikat yang relative singkat.
- e. Tidak mengalami penyusutan.

Jenis bahan perbaikan beton yang umum digunakan antara lain:

- 1) Mortar semen
- 2) Epoxy resin
- 3) Grout

2.7.2 Metode Perbaikan

Terdapat beberapa metode perbaikan yang umum digunakan dalam perbaikan beton. Metode perbaikan yang digunakan berbeda beda untuk setiap kasus, disesuaikan dengan kondisi kerusakan dan ketersediaan peralatan yang ada dilapangan.

Metode perbaikan beton antara lain:

- a. Penambahan atau pembentukan kembali, digunakan apabila kerusakan yang terjadi adalah jenis kerusakan ringan non-struktural, dan terletak pada sisi permukaan beton. Salah satunya perbaikan untuk retak rambut yang terdapat pada permukaan beton.
- b. Penyuntikan, digunakan apabila kerusakan yang terjadi berupa struktural dan terletak dibagian dalam, atau berupa celah pada beton.

2.8 Perawatan Balok Beton Bertulang

Curing atau perawatan beton dilakukan saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban atau suhu beton sehingga beton dapat mencapai mutu beton yang diinginkan. Pelaksanaan perawatan beton dilakukan setelah beton mengalami atau memasuki fase hardening (untuk permukaan

beton yang terbuka) atau setelah bekisting beton dilakukan pembongkaran dengan durasi tertentu untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Proses curing pada beton memainkan peran penting pada pengembangan kekuatan dan daya tahan beton. Proses curing ini meliputieliharaan kelembaban dan kondisi suhu, baik dalam beton maupun di permukaan beton dalam waktu tertentu. Berikut ini adalah tujuan dan metode perawatan beton yaitu:

a. Tujuan Perawatan Beton

- 1) Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab (dilakukan pada beton uji).
- 2) Menaruh beton segar dalam genangan air (dilakukan pada beton uji).
- 3) Menyelimuti permukaan beton dengan air.
- 4) Menyirami permukaan beton secara bertahap.
- 5) Melapisi permukaan beton dengan material khusus (*Curing Compound*)

b. Metode Perawatan Beton

Sebelum perawatan dengan penguapan dilaksanakan, beton harus dipertahankan terlebih dahulu pada suhu 30°C selama beberapa jam. Perawatan dengan penguapan berguna pada daerah yang bermusim dingin. Perawatan ini harus diikuti dengan perawatan dengan pembasahan setelah lebih dari 24 jam, minimal selama umur 7 hari, agar kekuatan tekan dapat sesuai dengan rencana pada umur 28 hari.

Perawatan dengan penguapan dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- 1) Perawatan dengan tekanan yang rendah berlangsung selama 10 – 12 jam dengan tekanan berkisar antara 40°C - 55°C.
- 2) Perawatan dengan tekanan tinggi berlangsung selama 10 – 16 jam dengan tekanan pada suhu 65°C - 95°C, dengan suhu akhir 40°C - 55°C.

c. Perawatan dengan membran

Membran yang digunakan untuk perawatan beton ini merupakan penghalang fisik untuk menghalangi penguapan air. Bahan yang digunakan harus kering dalam waktu 4 jam (sesuai final setting time), dan membentuk selembar film yang continue, melekat dan tidak beracun, tidak selip, bebas dari lubang-lubang halus dan tidak membahayakan beton. Lembaran plastik atau lembaran lain yang kedap air dapat digunakan dengan sangat efisien. Perawatan dengan menggunakan membran sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton. Cara ini harus dilaksanakan sesegera mungkin setelah waktu pengikatan beton. Perawatan dengan cara ini juga dapat dilakukan setelah atau sebelum perawatan dengan pembahasan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Umum

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan, salah satunya adalah pembangunan pedung bertingkat. Pembangunan suatu gedung pasti ada struktur didalamnya seperti pondasi, sloof, kolom, balok, dan plat. Bahan dari struktur bangunan terdiri dari cor beton dan besi tulangan. Bangunan terdiri dari struktur bawah dan juga struktur atas.

Balok merupakan salah satu elemen struktur sebuah bangunan dengan bentang horizontal yang dirancang kaku dan untuk menanggung beban dari plat lantai dan mentransfer beban menuju ke elemen-elemen kolom penopang (Saiful, 2015). Balok adalah bagian struktur yang berfungsi untuk menopang lantai di atasnya serta sebagai penyalur momen ke kolom-kolom yang menopangnya. Balok berfungsi juga sebagai pengikat kolom-kolom agar jika terjadi pergerakan atau pergeseran, kolom-kolom tersebut tetap dapat bertahan pada bentuk dan posisinya. Balok juga berfungsi untuk menahan kondisi pembenanan yang rumit seperti tekuk atau lentur.

3.2 Tempat dan Waktu PKL

1. Tempat Kegiatan

Tempat kegiatan pelaksanaan PKL berada di desa Bacem, Kec.Ponggok, Kab.Blitar, Jawa Timur.

2. Waktu Kegiatan

Waktu pelaksanaan dilaksanakan saat kegiatan PKL selama 45 hari yaitu dari tanggal 18 September 2023 – 18 November 2023.

3.3 Sumber Data

Sumber data yang diambil untuk laporan ini adalah data primer dan data sekunder, berikut penjelasannya:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pertanyaan kepada narasumber yang ada disekitar proyek seperti pembimbing,

pengawas, mandor, dan pekerja yang ada dilapangan mengenai prosedur pekerjaan pada proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.

Data primer yang didapatkan dilapangan ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Salah satu pengumpulan data secara primer

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data yang didapat dari instansi terkait. Instansi terkait yaitu perusahaan kontraktor, CV. Graha Mapan Property Togogan, Srengat, Blitar dan juga dari instansi lainnya yang terkait dalam pembangunan proyek Wisma Al Mahmud Bcem Ponggok Blitar. Adapun sumber literasi lainnya seperti jurnal, makalah, buku, dan artikel terkait.

Data sekunder yang didapat dari perusahaan kontraktor ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Salah satu pengumpulan data secara sekunder

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data laporan menggunakan metode komutatif dan kualitatif. Pada penelitian kegiatan Praktek Kerja Lapangan proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.

Adapun metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan Langsung

Melakukan pengamatan secara langsung pada proyek, yaitu dengan maninjau pelaksanaan pekerjaan dari awal sampai dengan selesai. Terutama pada pekerjaan balok yang diharapkan bisa mendapatkan informasi guna melengkapi data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan laporan praktek kerja lapangan.

2. Menulis Materi

Penulis melakukan ceklist data agar dapat mengetahui tahapan pekerjaan yang dilakukan pada objek observasi dan juga materi apa yang disampaikan oleh narasumber. Yang kemudian data hasil ceklist ini dapat direkap dan akhirnya bisa menjadi bahan laporan praktek kerja lapangan.

3. Dokumentasi

Dokumentasi yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam penyusunan laporan ini adalah pengambilan gambar pada proyek lapangan secara langsung serta keterangan yang dapat mendukung penelitian pada pekerjaan balok.

Salah satu dokumentasi yang didapat dilokasi praktek kerja lapangan dapat dilihat pada **Gambar 3.3** berikut :



Gambar 3.3 Salah satu dokumentasi dilokasi praktek kerja lapangan

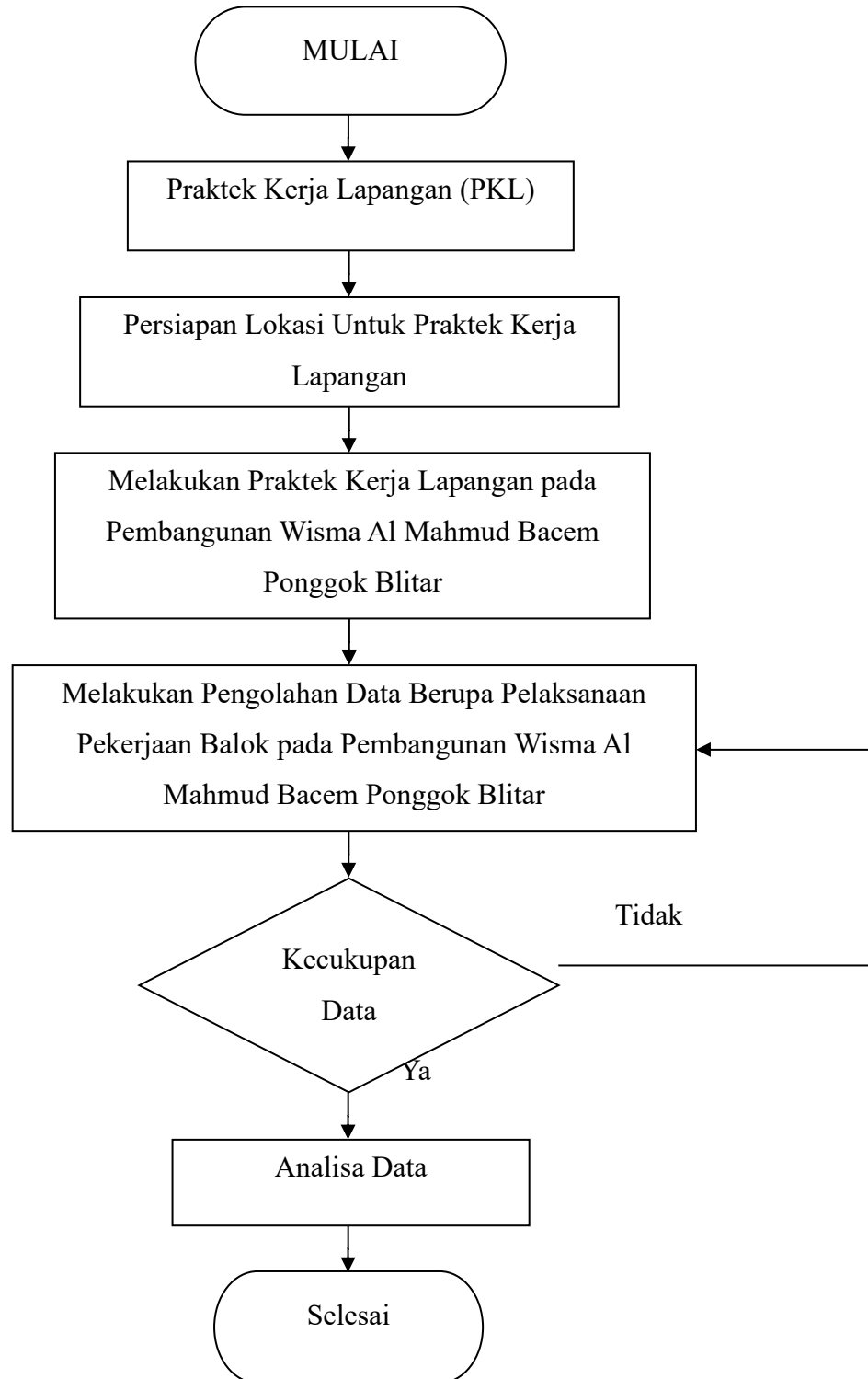
4. Wawancara

Wawancara adalah proses pengumpulan data menggunakan informasi yang diberikan sejumlah pertanyaan untuk kepentingan penelitian informasi diantaranya yaitu: pengawas lapangan, mandor, dan para pekerja di proyek. Berikut adalah pertanyaan yang kami ajukan kepada narasumber di proyek antara lain :

- 1) Proses pengukuran dan penyikuan.
- 2) Proses pemasangan begisting.
- 3) Proses pemasangan tulangan.
- 4) Proses pengecoran.
- 5) Proses perbaikan beton.
- 6) Proses perawatan beton.

3.5 Diagram Alir Penelitian PKL

Diagram alir penelitian praktek kerja lapangan (PKL) dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut :



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian Pkl

1. Pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan

Pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di proyek pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar selama 45 hari kerja.

2. Persiapan Lokasi Praktek Kerja Lapangan

Dalam tahap ini yaitu menyiapkan lokasi yang akan digunakan dalam praktek kerja lapangan.

3. Melakukan Praktek Kerja Lapangan

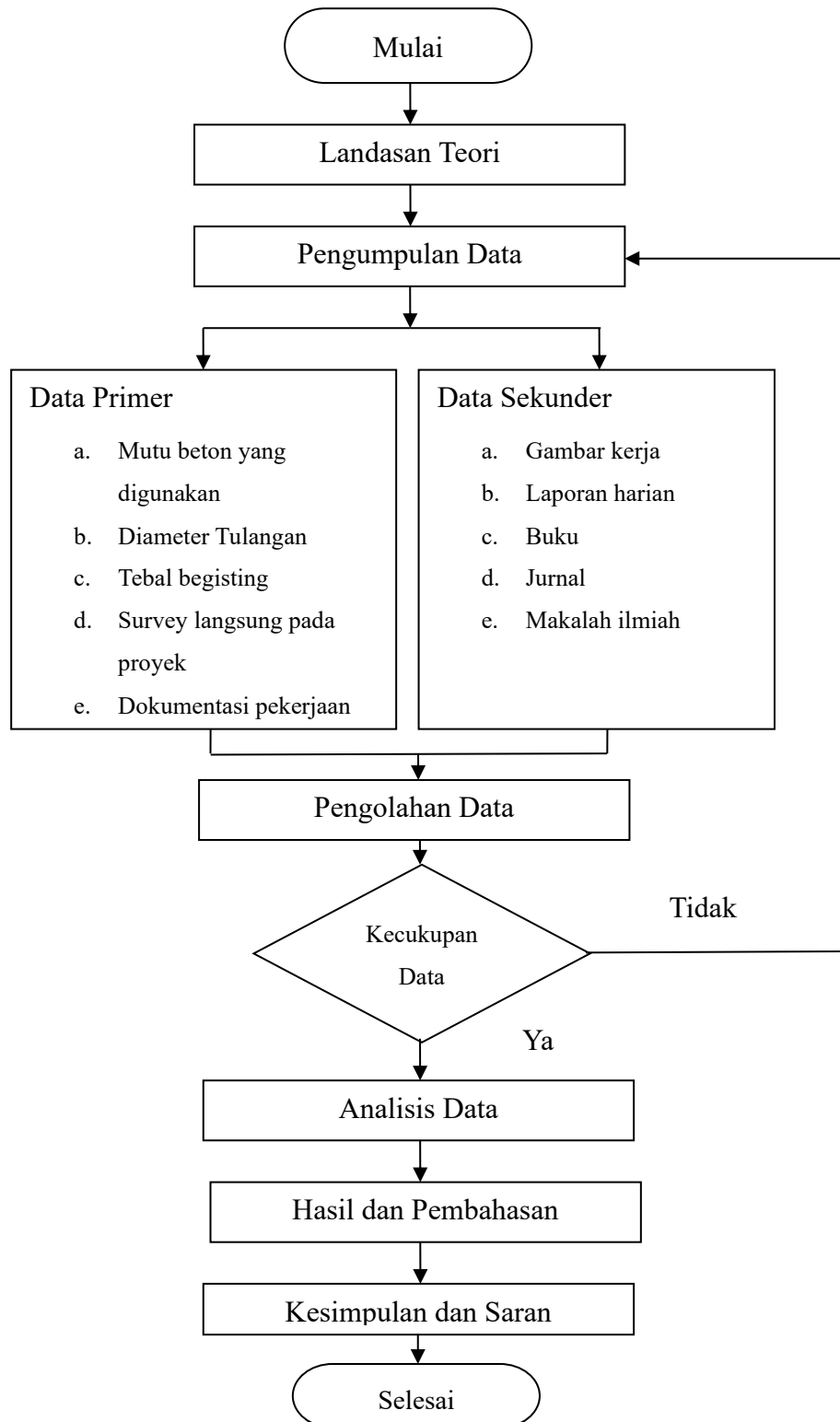
Setelah mempersiapkan lokasi, maka langsung dilakukan praktek kerja lapangan. Dalam praktek kerja lapangan ini dilakukan untuk menentukan pembalokan pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.

4. Hasil Praktek Kerja Lapangan

Semua data yang sudah didapatkan dan dianalisa kemudian dijelaskan hasil dari praktek kerja lapangan pada proyek pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.

3.6 Diagram Alir Konsep Kegiatan PKL

Konsep kegiatan praktek kerja lapangan (PKL) dapat dilihat pada gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.5 Diagram Alir Konsep Kegiatan Pkl

Berikut ini merupakan rincian setiap Langkah dari konsep penelitian selama praktek kerja lapangan :

1. Penentuan Objek Penelitian, tahap ini yaitu mempersiapkan lokasi yang akan digunakan untuk kegiatan praktek kerja lapangan. Untuk objek penelitian dilakukan di proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.
2. Melakukan Praktek Kerja Lapangan, setelah menyiapkan lokasi, maka langsung melakukan kegiatan praktek kerja lapangan. Dalam praktek kerja lapangan ini dilakukan untuk menentukan proses pekerjaan pelaksanaan proyek Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok Blitar.
3. Pengumpulan Data, tahap selanjutnya adalah pengumpulan data data yang diperlukan untuk mendukung perpecahan masalah yang berdasarkan penelitian. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder.
4. Pengolahan data, tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Contoh pengolahan data dengan menentukan solusi terhadap permasalahan yang terjadi dilapangan.
5. Pembahasan, tahap ini adalah membahas data-data yang diperoleh dari pengolahan data.
6. Pengambilan kesimpulan dan saran, berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian dan analisa yang telah dilakukan. Bagian ini juga memuat saran yang ditujukan pada pihak perusahaan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Tempat PKL

Dalam tugas praktek kerja lapangan, penulis diberi kesempatan untuk melakukan observasi tempat yang sedang dalam proses Pembangunan Gedung Wisma Al Mahmud yang berada di Desa Bacem, Kecamatan Ponggok, Kabupaten Blitar, Jawa Timur 66153. Luas Gedung ini yaitu sekitar 820 m² dengan 2 lantai. Untuk pelaksana atau kontraktor dari CV. Graha Mapan Property Srengat, Kabupaten Blitar.

4.1.1 Lokasi Proyek

Lokasi proyek berada di Desa Bacem, Kecamatan Ponggok, Kabupaten Blitar, Jawa Timur 66153. Tanah lokasi proyek tersebut mempunyai batas-batas sebagai berikut :

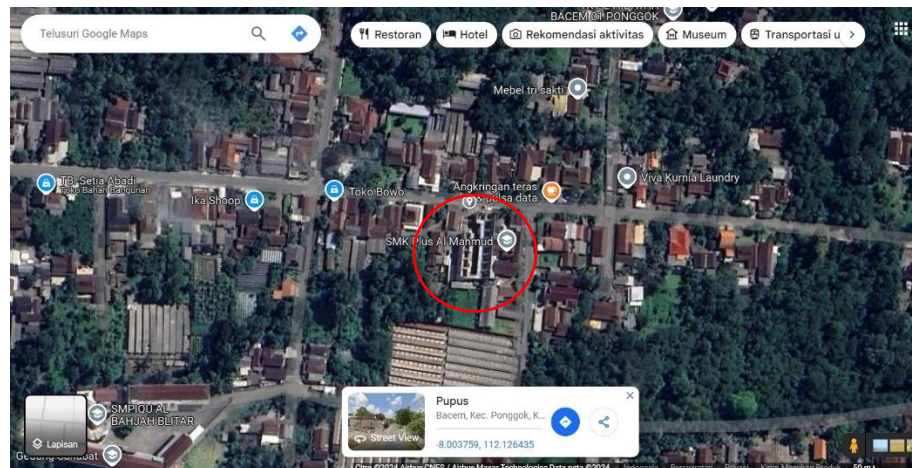
Sebelah utara : MI Al - Mahmud

Sebelah timur : Pemukiman warga

Sebelah selatan : Pemukiman warga

Sebelah barat : Masjid Baiturrohim

Berikut ini merupakan titik lokasi PKL di Desa Bacem, Kecamatan Ponggok, Kab Blitar melalui gambar satelit dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut :



Gambar 4.1 Lokasi Proyek

4.1.2 Data Proyek

Nama Proyek	: Pembangunan Wisma Al-Mahmud
Lokasi Proyek	: Desa Bacem, Kecamatan Ponggok, Kabupaten Blitar, Jawa Timur 66153
Luas Lahan Proyek	: 820 m ²
Pemilik Proyek	: Bpk. H. Mahmudi
Kontraktor Proyek	: CV. Graha Mapan Property
Anggaran	: ± 8 M
Waktu Pelaksanaan	: 12 Bulan
Jenis Proyek	: Infrastruktur
Jenis Pekerjaan	: Struktural dan Arsitektur

4.2 Perhitungan Perencanaan Balok

4.2.1 Data Mutu Bahan Struktur

1. Mutu beton yang direncanakan K-225 ($f_c'18.68$).
2. Tulangan yang digunakan adalah tulangan polos berdiameter 12mm dan besi begel 7mm.

4.2.2 Data Pembebanan

1. Beban Balok = Luas Penampang x berat jenis beton
 $\text{Balok } 20/30 = 0,2 \times 0,3 \times 2400 = 144 \text{ Kg/m}^1$
 $\text{Balok } 15/30 = 0,15 \times 0,30 \times 2400 = 108 \text{ Kg/m}^1$
2. Beban Dinding = Tinggi Dinding x berat jenis dinding (bata ringan)
 $3,2 \text{ m} \times 57,5 \text{ kg/m}^2 = 184 \text{ kg/m}^1$

4.2.3 Analisa Perhitungan Balok 20/30

1. Data Balok

Dimensi Balok

Lebar balok	b =	200	mm
Tinggi balok	h =	300	mm
Diameter tulangan (polos) yang digunakan	$\varnothing$ =	12	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan	$\varnothing$ =	7	mm

Tebal bersih selimut beton

$$t_s = 30 \text{ mm}$$

2. Momen dan Gaya Geser Rencana

Momen rencana positif akibat beban terfaktor $M_u^+ = 9.700 \text{ kNm}$

Momen rencana negatif akibat beban terfaktor $M_u^- = 5.000 \text{ kNm}$

Gaya geser akibat beban terfaktor $V_u = 6.800 \text{ kN}$

3. Perhitungan Tulangan

Untuk : $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$ $\beta_1 = 0.85$

Untuk : $f_c' > 30 \text{ MPa}$ $b_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 = -$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, $\beta_1 = 0.85$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0.0402$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{\max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] = 5.5870$$

Faktor reduksi kekuatan lentur, $\phi = 0.80$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton, $d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 43.00 \text{ mm}$

Jumlah tulangan dlm satu baris, $n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 3.08$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris, $n_s = 4 \text{ bh}$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 22.00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan, $y = D + 25 = 37.00 \text{ mm}$

4. Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana, $M_n = M_u^+ / \phi = 6.250 \text{ kNm}$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, $d' = 57 \text{ mm}$

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 243.00 \text{ mm}$

Faktor tahanan momen, $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 0.5292$

$$R_n < R_{\max} \rightarrow (\text{OK})$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0.00224$$

Rasio tulangan minimum,	$\rho_{\min} = \frac{f_y}{f_c'} / (4 * f_y) =$	0.00450
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{\min} = 1.4 / f_y =$	0.00583
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rho =$	0.00583
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = r * b * d =$	284 mm
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$	2.507
Digunakan tulangan,	3 D 12	
Luas tulangan terpakai,	$A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$	339 mm
Jumlah baris tulangan,	$n_b = n / n_s =$	0.75
< 3		→ (OK)

Baris	Jumlah	Jarak	Juml. Jarak
ke	n_i	y_i	$n_i * y_i$
1	4	43.00	172.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	4	$\Sigma [n_i * y_i] =$	172

Letak titik berat tulangan,	$\rightarrow d' = S [n_i * y_i] / n =$	43.00 mm
43.00	< 57 → perkiraan d' (OK)	
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	257.0 mm
	$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$	25.629 mm
Momen nominal,	$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$	19.884 kNm
Tahanan momen balok,	$\phi * M_n =$	15.907 kNm
Syarat :	$\phi * M_n \geq M_u^+$	
	15.907 > 5.000 →	AMAN (OK)

5. Tulangan Momen Negatif

Momen negatif nominal rencana,	$M_n = M_u^- / f =$	8.500 kNm
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	57 mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	243.00 mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	0.7197

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$r = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \phi * [1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')]] = 0.00307$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0.00450$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00583$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rho = 0.00583$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 284 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 2.507$$

Digunakan tulangan,

$$3 \quad D \quad 12$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 339 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 0.75$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris	Jumlah	Jarak	Juml. Jarak
ke	n_i	y_i	$n_i * y_i$
1	4	43.00	172.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
$n =$	4	$\Sigma [n_i * y_i] =$	172

$$\text{Letak titik berat tulangan,} \rightarrow d' = S [n_i * y_i] / n = 43.00 \text{ mm}$$

$$43.00 < 57 \rightarrow \text{perkiraan } d' \text{ (OK)}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 257.0 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 25.629 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal,} \quad M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 19.884 \text{ kNm}$$

$$\text{Tahanan momen balok,} \quad \phi * M_n = 15.907 \text{ kNm}$$

Syarat :

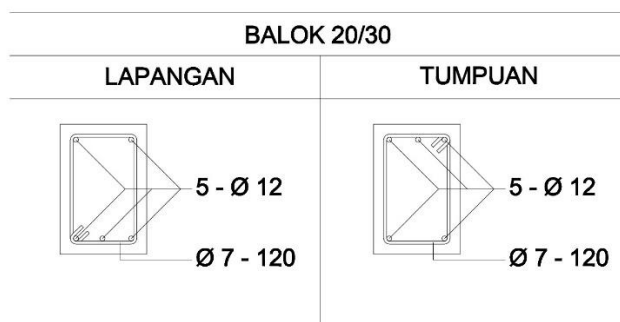
$$f * M_n \geq M_u$$

$$15.907 > 6.800 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

6. Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u = 9.700 \text{ kN}$
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi = 0.60$
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y = 240 \text{ MPa}$
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f'_c}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 35.018 \text{ kN}$
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c = 21.011 \text{ kN}$
$\rightarrow$ Hanya perlu tul.geser min	
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = - \text{ kN}$
Kuat geser sengkang,	$V_s = 9.700 \text{ kN}$
Digunakan sengkang berpenampang :	2 $\emptyset 7$
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 76.97 \text{ mm}^2$
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) = 462.77 \text{ mm}$
Jarak sengkang maksimum,	$s_{\max} = d / 2 = 128.50 \text{ mm}$
Jarak sengkang maksimum,	$s_{\max} = 150.00 \text{ mm}$
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s = 128.50 \text{ mm}$
Diambil jarak sengkang :	$\rightarrow s = 120 \text{ mm}$
Digunakan sengkang,	$\emptyset 7 \quad 7 \quad 120 \text{ mm}$

Berikut adalah gambar rencana penulangan balok ukuran 20/30 :



Gambar 4.2 Rencana penulangan balok ukuran 20/30

4.2.4 Analisa Perhitungan Balok 15/30

1. Data Balok

Dimensi Balok

Lebar balok $b = 150 \text{ mm}$

Tinggi balok	$h =$	300	mm
Diameter tulangan (polos) yang digunakan	$\varnothing =$	12	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan	$\varnothing =$	7	mm
Tebal bersih selimut beton	$t_s =$	30	mm

2. Momen dan Gaya Geser Rencana

Momen rencana positif akibat beban terfaktor	$M_u^+ =$	2.600	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor	$M_u^- =$	1.930	kNm
Gaya geser akibat beban terfaktor	$V_u =$	0.750	kN

3. Perhitungan Tulangan

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa	$\beta_1 =$	0.85
Untuk : $f_c' > 30$ MPa	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\beta_1 =$	0.85
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,	$\rho_b = \beta_1 = * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0.0402
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	5.5870
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.80
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \varnothing + D/2 =$	43.00 mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	1.73
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	2 bh
Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	40.00 mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	37.00 mm

4. Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana,	$M_n = M_u^+ / \phi =$	2,413 kN
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	52 mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	248,00 mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	0,2615

$$R_n < R_{max} \rightarrow (OK)$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c') }] = 0.00110$$

$$\text{Rasio tulangan minimum, } \rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y) } = 0.00450$$

$$\text{Rasio tulangan minimum, } \rho_{min} = 1.4 / f_y = 0.00583$$

$$\text{Rasio tulangan yang digunakan, } \rho = 0.00583$$

$$\text{Luas tulangan yang diperlukan, } A_s = \rho * b * d = 217 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan yang diperlukan, } n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1.919$$

$$\text{Digunakan tulangan, } 2 \quad D \quad 12$$

$$\text{Luas tulangan terpakai, } A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 226 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah baris tulangan, } n_b = n / n_s = 1.00$$

$$< 3 \rightarrow (OK)$$

Baris	Jumlah	Jarak	Juml. Jarak
ke	n_i	y_i	$n_i * y_i$
1	4	43.00	172.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	4	$\Sigma [n_i * y_i] =$	172

$$\text{Letak titik berat tulangan, } \rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 43.00 \text{ mm}$$

$$43.00 < 57 \rightarrow \text{perkiraan } d' (OK)$$

$$\text{Tinggi efektif balok, } d = h - d' = 257.0 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 22.781 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal, } M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 13.333 \text{ kNm}$$

$$\text{Tahanan momen balok, } \phi * M_n = 10.667 \text{ kNm}$$

$$\text{Syarat : } \phi * M_n \geq M_u^+$$

$$10.667 > 1.930 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

5. Tulangan Momen Negatif

$$\text{Momen negatif nominal rencana, } M_n = M_u^- / \phi = 0.938 \text{ kNm}$$

$$\text{Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, } d' = 52 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 248.00 \text{ mm}$

Faktor tahanan momen, $R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2) = 0.1016$

$$R_n < R_{\max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f_c')}] = 0.00042$$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{\min} = \sqrt{f_c'} / (4 \cdot f_y) = 0.00450$

Rasio tulangan minimum, $\rho_{\min} = 1.4 / f_y = 0.00583$

Rasio tulangan yang digunakan, $\rho = 0.00583$

Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = \rho \cdot b \cdot d = 217 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (p / 4 \cdot D^2) = 1.919$

Digunakan tulangan, $2 \quad D \quad 12$

Luas tulangan terpakai, $A_s = n \cdot \pi / 4 \cdot D^2 = 226 \text{ mm}^2$

Jumlah baris tulangan, $n_b = n / n_s = 1.00$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris	Jumlah	Jarak	Juml. Jarak
ke	n_i	y_i	$n_i \cdot y_i$
1	4	43.00	172.00
2	0	0.00	0.00
3	0	0.00	0.00
n =	4	$\Sigma [n_i \cdot y_i] =$	172

Letak titik berat tulangan, $\rightarrow d' = S [n_i \cdot y_i] / n = 43.00 \text{ mm}$

$43.00 < 57 \rightarrow$ **perkiraan d' (OK)**

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 257.0 \text{ mm}$

$$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c' \cdot b) = 22.781 \text{ mm}$$

Momen nominal, $M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a / 2) \cdot 10^{-6} = 13.333 \text{ kNm}$

Tahanan momen balok, $\phi \cdot M_n = 10.667 \text{ kNm}$

Syarat :

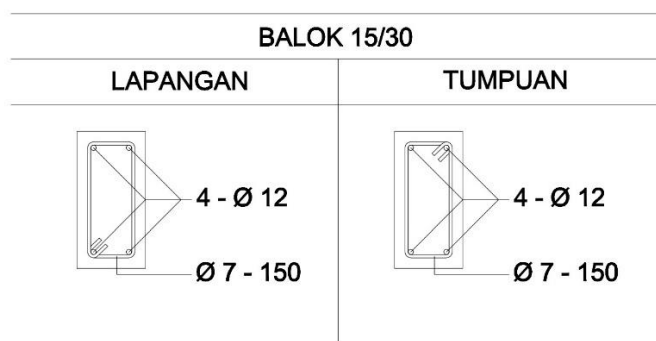
$$\phi \cdot M_n = \geq M_u^-$$

$$10.667 > 0.750 \rightarrow \text{AMAN (OK)}$$

6. Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u = 2.600 \text{ kN}$
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi = 0.60$
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y = 240 \text{ MPa}$
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f'_c}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 26.804 \text{ kN}$
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c = 16.802 \text{ kN}$
$\rightarrow$ Hanya perlu tul.geser min	
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = - \text{ kN}$
Kuat geser sengkang,	$V_s = 2.600 \text{ kN}$
Digunakan sengkang berpenampang :	2 $\varnothing 7$
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * p / 4 * P^2 = 76.97 \text{ mm}^2$
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) = 462.77 \text{ mm}$
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 = 1762.00 \text{ mm}$
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = 150.00 \text{ mm}$
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s = 150.00 \text{ mm}$
Diambil jarak sengkang :	$\rightarrow s = 150,00 \text{ mm}$
Digunakan sengkang,	$\varnothing 7 \quad 150 \text{ mm}$

Berikut adalah gambar rencana penulangan balok ukuran 15/30 :



Gambar 4.3 Rencana penulangan balok ukuran 15/30

4.3 Pembahasan

4.3.1 Alat dan pahan pekerjaan balok

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada proyek Pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok antara lain :

a. Spesifikasi Alat

Adapun peralatan yang dipakai dalam Pembangunan Wisma Al Mahmud Bacem Ponggok sebagai berikut:

1. Mesin molen cor

Mesin molen cor adalah mesin yang berfungsi untuk megaduk beton berskala kecil, dengan mesin ini hasil adukan akan bercampur lebih merata dan lebih bagus pengerjaannya.

2. Cangkul dan sekop

Digunakan untuk meratakan adukan pada pengecoran serta untuk mengangkat adukan.

3. Gerinda potong

Gerinda berfungsi untuk memotong besi tulangan ataupun bendrad agar lebih mudah dibandingkan dengan cara konvensional.

4. Alat pembengkok besi (Bar Bending)

Alat ini berfungsi untuk membengkokkan besi tulangan agar sesuai dengan desain rencana yang sudah dibuat.

5. Multiplek

Multiplek berfungsi untuk sebagai wadah dalam pengecoran yang sebelumnya telah diukur dan dipotong kemudian dipasang sesuai dengan rencana. Multiplek bersifat hanya sementara.

6. Bambu dan kayu perancah

Bambu dan kayu perancah berfungsi untuk menahan beban struktur pengecoran yang bersifat sementara.

b. Spesifikasi Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembetonan balok WismaAl Mahmud Bacem Ponggok sebagai berikut:

a) Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. Semen yang digunakan di proyek Wisma Al Mahmud Bacem

adalah semen BIMA, semen ini memiliki keunggulan daya rekat baik untuk proses aplikasi yang efektif dengan permukaan lebih halus dan rapat untuk konstruksi yang tidak mudah retak.

b) Agregat halus (pasir)

Agregat halus yang digunakan sebagai bahan didalam perencanaan campuran beton adalah butiran-butiran keras bentuknya mendekati bulat dan berukuran antara 0.075-4.75 mm.

c) Agregat kasar

Agregat kasar merupakan batuan dari 2 macam yaitu kerikil (dari batuan alam) dan batuan alam yang dipecah dengan berukuran butir antara 5-40 mm.

d) Air

Air merupakan bahan penyusun beton yang paling penting, air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta bahan pelumas antar butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan.

e) Besi tulangan

Besi tulangan yang dipakai dapat berbentuk polos maupun ulir, tergantung dari perencanaan beton bertulang. besi tulangan yang dipakai di untuk pekerjaan balok di proyek Wisma Al Mahmud Bacem menggunakan besi polos ukuran 16mm, 14mm, 12mm, 10 mm dan besi begel berukuran 7mm dengan jarak 15 cm.

4.3.2 Pemasangan begisting balok

Pelaksanaan begisting harus sesuai dengan gambar kerja karena menyesuaikan dengan keyplan dari balok. Begisting menggunakan multiplek dengan tebal 12 mm dan perencah menggunakan kayu dan bambu.

Berikut adalah gambar begisting balok :



Gambar 4.4 Pemasangan Begisting Balok

4.3.3 Proses pembesian pada balok

Pada tahap ini tulangan untuk balok dan plat sudah dipotong dan dibentuk sesuai dengan gambar kerja. Pelaksanaan penulangan menggunakan metode konvensional dimana pembesian dilakukan langsung dilapangan setelah begisting bagian bawah selesai dipasang, setelah penulangan selesai dan tidak ada kesalahan penulangan maka dilanjutkan pemasangan penulangan untuk plat. Setelah semua selesai dan tidak ada kesalahan penulangan maka dilanjutkan proses pengecoran.

Berikut adalah gambar proses pemasangan tulangan balok :



Gambar 4.5 Pelaksanaan Pembesian Pada Balok

4.3.4 Pelaksanaan pembetonan balok

Setelah pelaksanaan begisting dan penulangan selesai dan dipastikan siap maka pengawas mengajukan surat izin cor kepada konsultan, konsultan akan melakukan survey ke lokasi proyek yang diajukan tersebut, setelah dipastikan semuanya sudah bagus konsultan pengawas akan menandatangani surat izin pengecoran.

Sebelum proses pengecoran dilakukan harus dipastikan semua alat harus berfungsi dengan baik seperti : mesin molen cor, kereta sorong, katrol, cetakan benda uji. Kondisi mesin molen akan mempengaruhi kecepatan pelaksanaan pengecoran. Pelaksana harus memastikan mesin molen berfungsi dengan baik untuk menghasilkan kualitas beton yang baik dan waktu pengecoran yang tidak terlalu lama.

Proses pengecoran balok dilakukan bersamaan dengan pengecoran plat, pengecoran menggunakan mesin molen cor berjumlah 2 unit dan menggunakan bak ukur (dolak) yang dibuat sebagai takaran pada proses percampuran material beton sebelum dimasukkan kedalam mesin molen cor. Setelah pengecoran selesai semua perkakas dan peralatan harus dibersihkan dan dicuci supaya tidak terjadi pengikatan beton terhadap peralatan dan perkakas sehingga bisa terpakai lagi.

Berikut adalah gambar proses pengecoran balok dan plat :



Gambar 4.6 Proses Pengecoran Pelat dan Balok

4.3.5 Proses Pembongkaran Begisting Balok

Pembongkaran begisting balok dan pelat pada proyek pembangunan Wisma Al – Mahmud dilakukan secara bersamaan. Pembongkaran dapat dilakukan pada saat beton telah melewati proses hidrasi dan memiliki kekuatan untuk menahan beban yang bekerja. Pada proyek pembangunan Wisma Al-Mahmud pembongkaran begisting dilakukan setelah usia pengecoran berumur ± 21 hari dengan syarat balok dan pelat lantai harus dipasang penyangga untuk mengurangi lendutan akibat pelaksanaan pekerjaan di atasnya.

Berikut adalah gambar proses pembongkaran begisting balok :



Gambar 4.7 Proses Pembongkaran Begisting Balok dan Pelat

4.3.6 Kendala dan solusi pekerjaan balok

Permasalahan yang ditemukan di lapangan antara lain yaitu :

1. Kurangnya acuan yang pasti dalam pelaksanaan pengecoran, hanya mengandalkan pengalaman terdahulu mandor dan tukang serta pengecoran tidak adanya slump tes sehingga kurang tahu pasti apakah mutu beton sudah sesuai apa belum. Tentunya pelaksanaan pengecoran tanpa slump tes tidak dianjurkan meskipun masih bisa dilakukan. Adapun solusi yang dapat dilakukan adalah pada saat sebelum penuangan beton cor perlu dilakukannya slump tes terlebih dahulu apakah sudah sesuai

perencanaan apa belum, karena mutu beton sangat mempengaruhi kualitas dari beton itu sendiri.

2. Pelaksanaan pengecoran yang dilakukan pada saat hujan. Hal ini terjadi karena saat pengecoran masih separuh pengerjaan terjadi hujan cukup deras sehingga campuran beton tercampur dengan air hujan yang menyebabkan mutu beton tidak sesuai dengan yang sudah direncanakan. Tentunya pelaksanaan pengecoran pada saat hujan tidak dianjurkan walaupun masih bisa dilakukan. Adapun solusi yang bisa dilakukan adalah dengan perbaikan cor langsung, jika kualitas permukaan beton diketahui tidak maksimal, perbaikan harus dilakukan menggunakan beberapa beton yang sama atau menyemprotkan bubur semen di permukaan beton. Menurut Fauzi (2023), pada saat proses pengecoran metode perbaikan yang tepat pada beton menggunakan metode grouting untuk jenis kerusakan yang cukup parah seperti retak struktur dan kerusakan yang ringan seperti retak rambut dan beton keropos karena memiliki sifat daya rekat dan tahan yang tinggi serta proses pekerjaan yang cepat dan hasil yang dihasilkan berkualitas. Kunci untuk mengurangi kerusakan pada beton oleh hujan terletak pada persiapan yang tepat, prediksi yang akurat dan pengaturan waktu, cara yang terbaik adalah menunggu hujan reda dan memindahkan air permukaan dari permukaan beton sebelum menyelesaikan pekerjaan akhir cor beton.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil yaitu :

1. Pelaksanaan pekerjaan balok pada proyek Wisma Al-mahmud Bacem, Ponggok, Blitar sudah sesuai dengan perhitungan perencanaan.
2. Begisting menggunakan multiplek dengan tebal 12 mm dengan perancah kayu kaso dan bambu sebagai penyangga.
3. Proses pembesian menggunakan besi polos $\varnothing$ 12, dan besi begel 7 mm dengan jarak 15 cm.
4. Metode yang digunakan pada saat pengecoran balok beton yaitu cor site mix dengan mesin molen cor.
5. Kendala pada proses pembetonan adalah tidak adanya acuan yang pasti saat proses penulangan serta hujan deras pada saat pengecoran, sehingga penulis dapat merencanakan kembali proses perhitungan perencanaan penulangan balok.

5.2 Saran

Sebagai penutup dari laporan kerja praktek ini menyampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Sebelum pelaksanaan suatu struktur hendaknya dilakukan perhitungan yang matang agar mendapat acuan yang pasti, tidak hanya berdasarkan pengalaman mandor dan tukang yang ada dilapangan.
2. Hendaknya dilakukan uji slump tes beton untuk memastikan beton yang di aplikasikan sudah sesuai dengan yang direncanakan.
3. Untuk menghindari waktu yang lama sehingga turunya hujan, hendaknya proses pengecoran dapat menggunakan jasa ready mix.
4. Selalu melakukan pengecekan dan perbaikan beton pasca hujan karena ada bagian beton yang tercampur dengan air hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, ST, MT. (2007). *Perancangan Struktur Beton Bertulang* (Berdasarkan SNI 2847:2013). Jakarta : Erlangga.
- Asroni, Ali (2017). *Teori dan Desain Balok Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Muhammadiyah University Press, Surakarta.
- Asroni, Ali. (2010). *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain* (SNI 1727-2013). Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung* SNI 2847:2013.
- Carane, 2019. *Metode Pelaksanaan Proyek Konstruksi*.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- Fauzi, Muhammad Chairul. *ANALISIS METODE PERBAIKAN PADA BETON BERTULANG PADA KOLOM DAN BALOK SERTA PENGARUH DARI SEGI WAKTU DAN BIAYA (Studi kasus: proyek Harisma Data Center Cikarang)*. Diss. Universitas Mercu Buana, 2023.
- Hafnidar A. Rani. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit BUDI UTAMA. Hal 22.
- Husen, Abrar. (2010). *Manajemen Proyek*. Penerbit ANDY Yogyakarta. Hal 2.
- Peraturan Beton Bertulang SNI 03-2847-1993
- Peraturan Beton Bertulang SNI 03-2847-2002
- Sahid, Muh. Nur., 2007. *Teknik Pelaksanaan Konstruksi Bangunan*. Penerbit Muhammadiyah University Press. Hal 3-8
- Soebroto, (2013). *Konstruksi Pada Bangunan*. Penerbit ANDY Yogyakarta. Hal 31.
- Tamrin, A. G., 2008. *Teknik Konstruksi Bangunan Gedung Jilid 1*. Penerbit Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Hal 103