

TUGAS AKHIR

ANALISA PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN PELAT BONDEK SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN TARIK KONSTRUKSI PELAT LANTAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Farly Naray

NIM. 11 012 026



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO**

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas segala hikmat serta anugerahNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Sarjana Terapan (SST) di Departemen Teknik Sipil, khususnya program studi Konstruksi Bangunan Gedung D-IV, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado. Tugas akhir ini berjudul **“Analisa perencanaan dan pelaksanaan pelat bondek sebagai pengganti tulangan tarik konstruksi pelat lantai pada proyek pembangunan gedung kuliah terpadu politeknik negeri manado”**

Pada kesempatan ini, Penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan kepada Penulis, yaitu:

1. Bapak Mario M.L Moningka, ST.,MT dan Ibu Daisy D.G Pangemanan, ST.,MT. M.Si selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2, yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua Penulis, Jens Naray dan Julin Ginsu, serta adik Penulis Felicia Fredela Naray serta kedua opa dan oma penulis, Feni Lumbu dan Hans Ginsu yang selalu mendoakan, memberi dukungan dan semangat luar biasa kepada Penulis.
3. Kepada istri dan anak, Anggreyni Nisa Feronica Mailakay dan Avariella Bellvani Crista Naray yang selalu menjadi sumber penyemangat dan motifasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman-teman dan sahabat yang selalu memberikan suport, doa dan senantiasa membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Erham Bin Muhammad, Iga Djenethe Mandagie, Ahmad Malo, Jendri Budiman, serta semua rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil. Priangga Pantow, Marselius Aloo, Kurniawan Adam, Claudio Iroth, Vindy Prisilia Kiriw, Hesly Linuh, Syahreza Haruna, Vain Podungge, , Rahmat Patingki, Silvester Gedoan, Rio Botto, Juli, Carly Derek, Alfian Arundaa, Justi Pontolowokang, Triwinata Mariadi, Ferdo Makaudis, Andika Blongkot, Ardi Longdong, Briankly

Tengku yang senantiasa memberikan masukan dan saran-saran yang menunjang penyusunan tugas akhir ini.

5. Seluruh anggota Ailsie Azarious
6. Seluruh staf pengajar dan staf pegawai Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado.
7. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah banyak membantu Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang sifatnya membangun demi kesempurnaan penulisan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri, dan pembaca lainnya.

Manado, September 2015

Farly Naray

ABSTRAK

Farly Naray 11 012 026

Analisa perencanaan dan pelaksanaan pelat bondek sebagai pengganti tulangan tarik konstruksi pelat lantai pada proyek pembangunan gedung kuliah terpadu Politeknik Negeri Manado

Gedung-gedung kuliah terpadu Politeknik Negeri Manado dibangun untuk menunjang kegiatan belajar mengajar. Oleh karena itu struktur yang kokoh dan aman adalah salah satu hal yang sangat penting, oleh karena itu penulis akan menganalisa perhitungan dan efisiensi penggunaan bondek sebagai pengganti tulangan tarik pada pelat lantai.

Dalam tugas akhir ini perhitungan analisa perencanaan menggunakan metode konvensional yang di bandingkan dengan metode menggunakan bondek dan untuk perhitungan anggaran biaya menggunakan harga satuan Dinas Pekerjaan Umum kota Manado. Adapun penuisan dilakukan dengan wawancara, dan studi literatur serta bimbingan dari dosen pembimbing.

Dari hasil analisa perencanaan disimpulkan bahwa pada perhitungan harga pelat konvensional sebesar Rp 2.542.654,00/m² dan untuk pelat bondek sebesar Rp 2.470.071,00/m². Durasi produktifitas pekerjaan pelat konvensional 114 m²/hari dan durasi pelat bondek 130,5 m²/hari. Pada kebutuhan tenaga kerja pelat konvensional adalah 54 Org/hari dan pelat bondek diperlukan 49 org/hari satu lantai. Sedangkan pada perhitungan tulangan pelat konvensional digunakan wiremesh Ø8-150 mm untuk tulangan atas dan bawah, sedangkan tulangan bawah untuk pelat bondek digunakan UNION W-1000 dan pada tulangan atas digunakan wiremesh Ø6-200 mm.

Untuk perhitungan biaya menggunakan bondek lebih murah dari pelat metode konvensional dengan selisih Rp133,019/M². Produktifitas pekerjaan lebih cepat menggunakan bondek dari pelat metode konvensional dengan selisih 16,5 m²/hari dan untuk kebutuhan tenaga kerja untuk pelat bondek 49 org/hari sedangkan untuk pelat metode konvensional 54 org/hari. Sesuai perhitungan pelat lantai menggunakan bondek untuk tulangan atas minimal digunakan wiremesh Ø6-200 mm dan untuk pelat lantai konvensionnal minimal di gunakan wiremesh Ø8-150 mm untuk tulangan atas dan bawah.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Surat Keputusan Dosen Pembimbing	
Lembar Asistensi	
Bukti Selesai Konsultasi	
Kata Pengantar	i
Abstrak	ii
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Lampiran	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Metode Penelitian	2
1.5 Sistematika penulisan	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Pelat Lantai	4
2.1.1 Penulangan Pelat Satu Arah	7
2.1.2 Penulangan Pelat Dua Arah	8
2.1.3 Plat Dengan Satu Tumpuan	9
2.1.4 Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar	9
2.1.5 Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar	10
2.2 Bondeks	11
2.2.1 Kelebihan Dan Kekurangan Pelat Bondek	14
2.3 Jenis-Jenis Pembebanan	15

2.3.1	Beban Statis	15
2.3.2	Beban Dinamik	16
2.4	Bekisting Atau Perancah	18
2.5	Wiremesh	19
2.6	Rencana Anggaran Biaya	21
2.6.1	Biaya Material	22
2.6.2	Volume/Kubikasi Pekerjaan	22
2.6.3	Harga Satuan Pekerjaan	22

BAB III PEMBAHASAN

3.1	Deskripsi Bangunan	23
3.2	Lokasi Proyek	23
3.2.1	Data Umum	24
3.2.2	Data Khusus	24
3.3	Harga Pemasangan dan Efisiensi Penggunaan Pelat Sistem Bondek	25
3.3.1	Produktifitas Pekerjaan Pelat Lantai Konvensional	27
3.3.2	Produktifitas Pekerjaan Pelat Lantai Bondek	30
3.4	Perencanaan Pelat Dua Arah Metode Konvensional	32
3.5	Perencanaan Pelat Dua Arah Menggunakan Bondek	35
3.6	Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai Menggunakan Bondek	39

BAB IV PENUTUP

3.4	Kesimpulan	46
3.5	Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Penumpuan Pelat	6
Gambar 2.2	Jenis Perletakan Pelat Pada Balok	7
Gambar 2.3	Pelat Dengan Penulangan Satu Arah	8
Gambar 2.4	Pelat Dengan Penulangan Dua Arah	10
Gambar 2.5	Penulangan Pelat Dengan Satu Tumpuan	11
Gambar 2.6	Penulangan Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar	12
Gambar 2.7	Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar	13
Gambar 2.8	Baja bergelombang / bondek (<i>steeldeck panels</i>)	16
Gambar 2.9	Perancah Scaffolding	22
Gambar 2.10	Wiremesh	25
Gambar 3.1	Lokasi Pembangunan Gedung Kuliah Politeknik Negeri Manado	34
Gambar 3.2	Pekerjaan Pengukuran	46
Gambar 3.3	Pembekistingan Pelat	47
Gambar 3.4	Pembesian Balok	48
Gambar 3.5	Pembesian Pelat	49
Gambar 3.6	Pengecoran Pelat dan Balok	51

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Berat Bondek	14
Tabel 2.2	Beban Mati Pada Struktur	19
Tabel 2.3	Beban Hidup Pada Struktur	20
Tabel 2.4	Luas penampang wiremesh	26
Tabel 3.1	Biaya Pembuatan Plat Lantai dengan cara Konvensional	32
Tabel 3.2	Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja Pelat Beton Konvensional	33
Tabel 3.3	Biaya Pekerjaan Beton Pelat Lantai Sistem Bondek	35
Tabel 3.4	Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja Pelat Beton Menggunakan Bondek	36

Daftar Lampiran

Kurva S

Gambar Proyek

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan pendidikan saat ini terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan akan prasarana dan sarana yang dapat menunjang aktivitas masyarakat khususnya dalam dunia pendidikan. Untuk menunjang kegiatan belajar mengajar maka pihak kampus perlu menjamin kenyamanan dan fasilitas pengajaran yang lengkap. Setiap tahunnya mahasiswa baru yang mendaftar di kampus semakin bertambah, akan tetapi keadaan bangunan yang tidak memungkinkan dan kurangnya kelas untuk mahasiswa, pemerintah dan petinggi Politeknik merasa perlu untuk menambah bangunan yang terdiri dari ruang kelas yang cukup untuk mahasiswa dan ruang tambahan untuk kepentingan lainnya.

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado merupakan bangunan yang dapat dikatakan bangunan serba guna diluar fungsi utamanya dengan banyak ruangan kelas. Proyek ini terdiri dari 2 bagian struktur, yaitu : struktur bangunan bagian bawah (*sub structure*) dan struktur bangunan bagian atas (*upper structure*). Kekuatan suatu struktur sangat dipengaruhi oleh konstruksi *sub structure* yakni pondasi tapi *upper structure* juga mempunyai peranan penting seperti pelat lantai yang berfungsi sebagai penyalur beban mati dan beban hidup di atasnya untuk disalurkan pada penopangnya, pemisah antara lantai bawah dan lantai atas, sebagai salah satu sarana bagi manusia untuk melakukan aktifitas di bagian dalam dari bangunan serta tempat untuk meletakkan utilitas bangunan.

Pada pembangunan gedung bertingkat pekerjaan struktur pelat lantai telah mengalami perkembangan dari segi metode, peralatan, maupun materialnya. Salah satunya adalah pada cara komposit bondek, untuk pekerjaan struktur pelat lantai digunakan bondek sebagai pengganti bekisting, oleh karena itu penulisan tugas akhir ini mengacu pada analisa perencanaan dan pelaksanaan pelat lantai menggunakan bondek. maka judul yang diangkat dalam tulisan ini adalah “Analisa Perencanaan dan Pelaksanaan Pelat Bondek Sebagai Pengganti Tulangan Tarik Konstruksi Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Gedung kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado”.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini untuk menganalisa kekuatan dan harga penggunaan pelat bondek sebagai material pengganti bekisting dan tulangan tarik.

1.3 Pembatasan Masalah

- Efisiensi penggunaan bondek
- Perhitungan biaya pemasangan

1.4 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini menggunakan 3 metode, yakni :

1. Studi lapangan, yaitu dengan mengumpulkan data-data pendukung yang ada pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado.
2. Studi literatur, yaitu dengan mempelajari teori – teori yang berhubungan dengan topik bahasan melalui studi kepustakaan.
3. Konsultasi, melakukan berbagai tanya jawab dengan beberapa pihak yakni pihak di lokasi proyek pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado, dosen pembimbing dan pihak-pihak lain yang juga memahami materi topik tugas akhir ini.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II. DASAR TEORI

Bab ini berisi teori – teori yang menunjang penyelesaian permasalahan yang dibahas pada bab pembahasan.

BAB III. PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan yang di dalamnya memuat data tentang perhitungan efisiensi bondek, analisa perencanaan kekuatan bondek dan metode pelaksanaan pekerjaan pelat lantai menggunakan bondek.

BAB IV. PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup dari tugas akhir ini dimana di dalamnya memuat kesimpulan dan saran yang menjadi jawaban dari permasalahan yang ada dan hal – hal yang perlu dilakukan dalam mengatasi masalah yang terjadi pada proyek yang ditinjau.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Plat Lantai

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di bandingkan dengan gaya aksial. Oleh sebab itu perlu di perkuat dengan tulangan baja terutama pada daerah serat tariknya.

Adapun fungsi plat lantai adalah sebagai berikut :

1. Memisahkan ruang atas dan ruang bawah
2. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas
3. Untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
4. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah
5. Menambah kekuatan bangunan pada arah horizontal

Plat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpas (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), agar terasa mantap dan enak saat di jadikan pijakan kaki. Ketebalan plat lantai di tentukan oleh beban yang harus di dukung, besar lendutan yang di ijinakan, lebar bentangan atau jarak antar balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari plat lantai.

Pada plat lantai hanya di perhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri plat) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama. Sedangkan beban tak terduga seperti gempa, angin, getaran tidak di perhitungkan.

Plat lantai umumnya di cor di tempat bersama-sama balok penumpu dan kolom pendukungnya. Dengan demikian akan di peroleh hubungan yang kuat yang menjadi satu kesatuan, hubungan ini di sebut jepit-jepit, tulangan plat lantai harus dikaitkan kuat pada tulangan balok penumpu. Perencanaan dan hitungan plat lantai dari beton harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam buku SNI beton.

Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horisontal untuk menyebarkan gaya-gaya gempa.

Untuk menghindari lenturan yang besar, maka bentangan plat lantai jangan di buat terlalu lebar, untuk itu dapat di buat balok-balok sebagai tumpuan yang juga berfungsi menambah kekuatan plat.

Bentangan plat yang besar juga akan menyebabkan plat tebal dan jumlah tulangan yang di butuhkan akan menjadi lebih banyak, itu berarti berat bangunan akan menjadi lebih besar dan harga persatuan luas akan menjadi mahal.

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horizontal untuk menyebarkan gaya gempa. Untuk tulangan pelat diameter minimum yang di gunakan adalah 8mm.

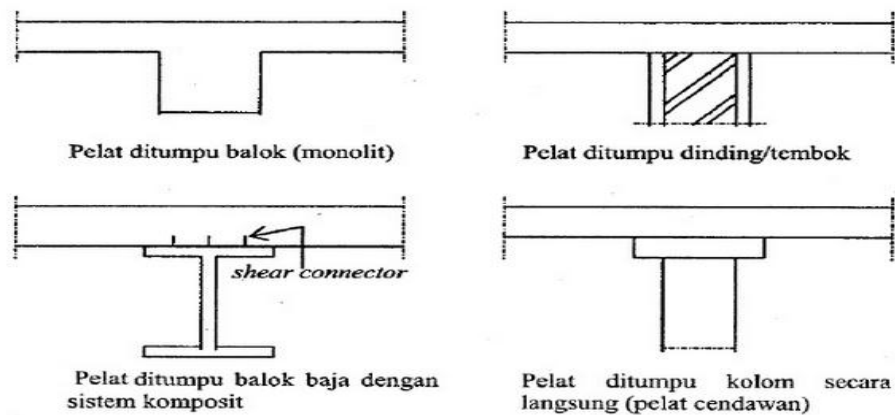
Tulangan tarik minimum pada setiap arah dan pada kedua sisi harus sebesar 0,15% untuk tulangan mutu tinggi dan 0,25% untuk baja lunak. Tebal pelat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan pada "*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*". Pasal 3.2.5 Ayat 3.

Di dalam konstruksi beton bertulang pelat di pakai untuk mendapatkan permukaan datar yang berguna. Sebuah pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal, dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau biasanya pelat di cor dengan satu kesatuan dengan gelagar tersebut, oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpu secara menerus oleh tanah.

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut di tumpu oleh balok-balok dengan berbagai sistem sebagai berikut :

- ✓ Monolit, yaitu pelat dan balok di cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- ✓ Di tumpu dinding-dinding atau tembok bangunan.
- ✓ Di dukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
- ✓ Di dukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.

Penumpuan pelat dapat di lihat pada gambar 2.1 seperti berikut ini:



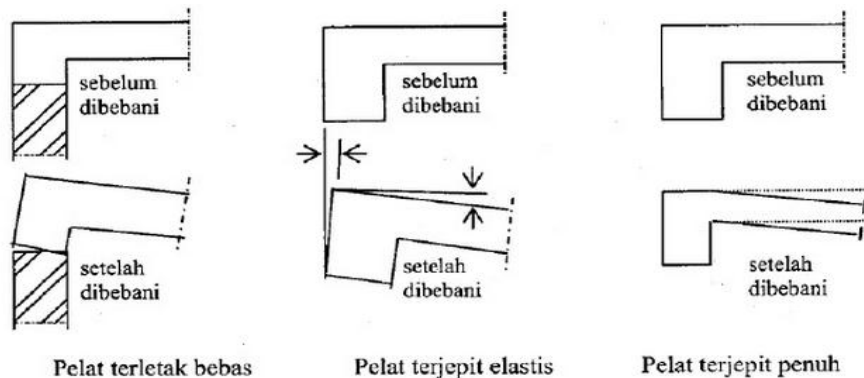
Gambar 2.1 Penumpuan Pelat

(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

Jenis-jenis perletakan pelat pada balok antara lain :

- ✓ Terletak bebas
Jika pelat di letakan begitu saja di atas balok, atau antar pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.
- ✓ Terjepit elastis
Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.
- ✓ Terjepit penuh
Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah rotasi pelat.

Perletakan pelat pada balok dapat di lihat pada gambar 2.2 seperti berikut:

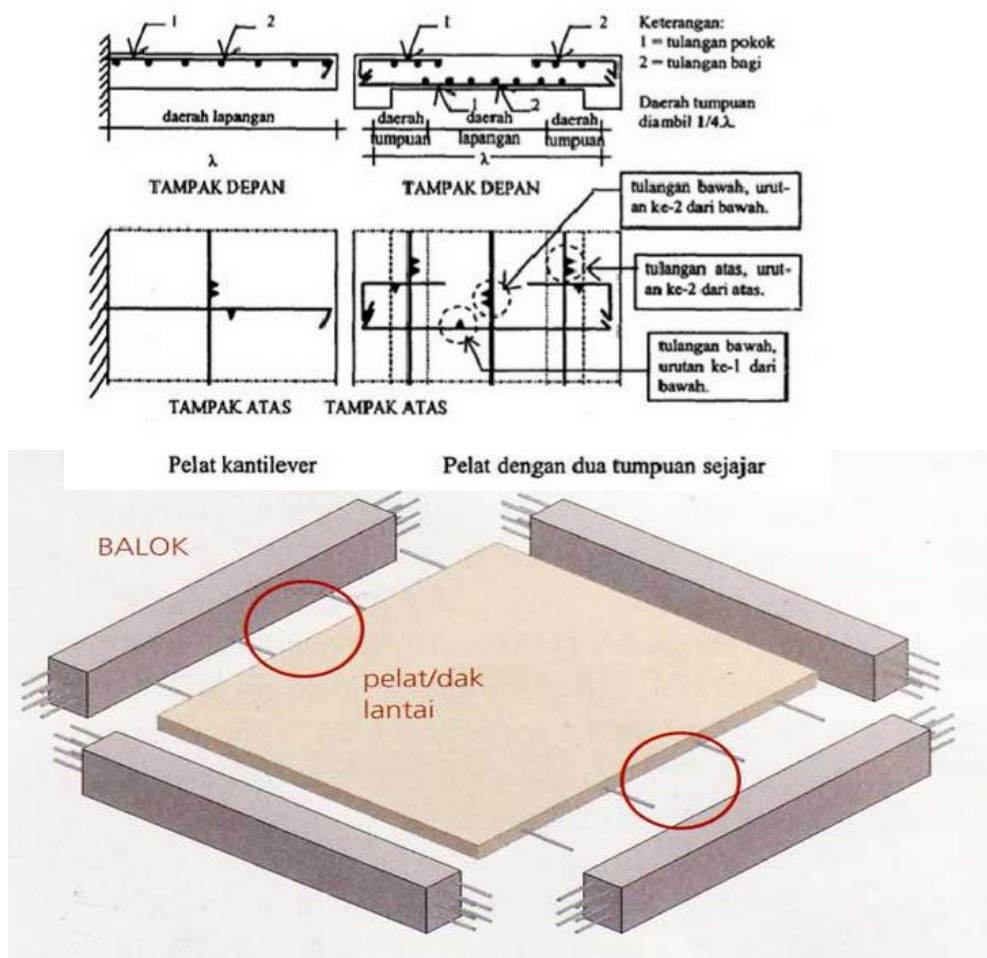


Gambar 2.2 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

2.1.1 Penulangan Pelat Satu Arah

Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Pelat dengan penulangan satu arah dapat di lihat pada gambar 2.3 seperti berikut:



Gambar 2.3 Pelat Dengan Penulangan Satu Arah

(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

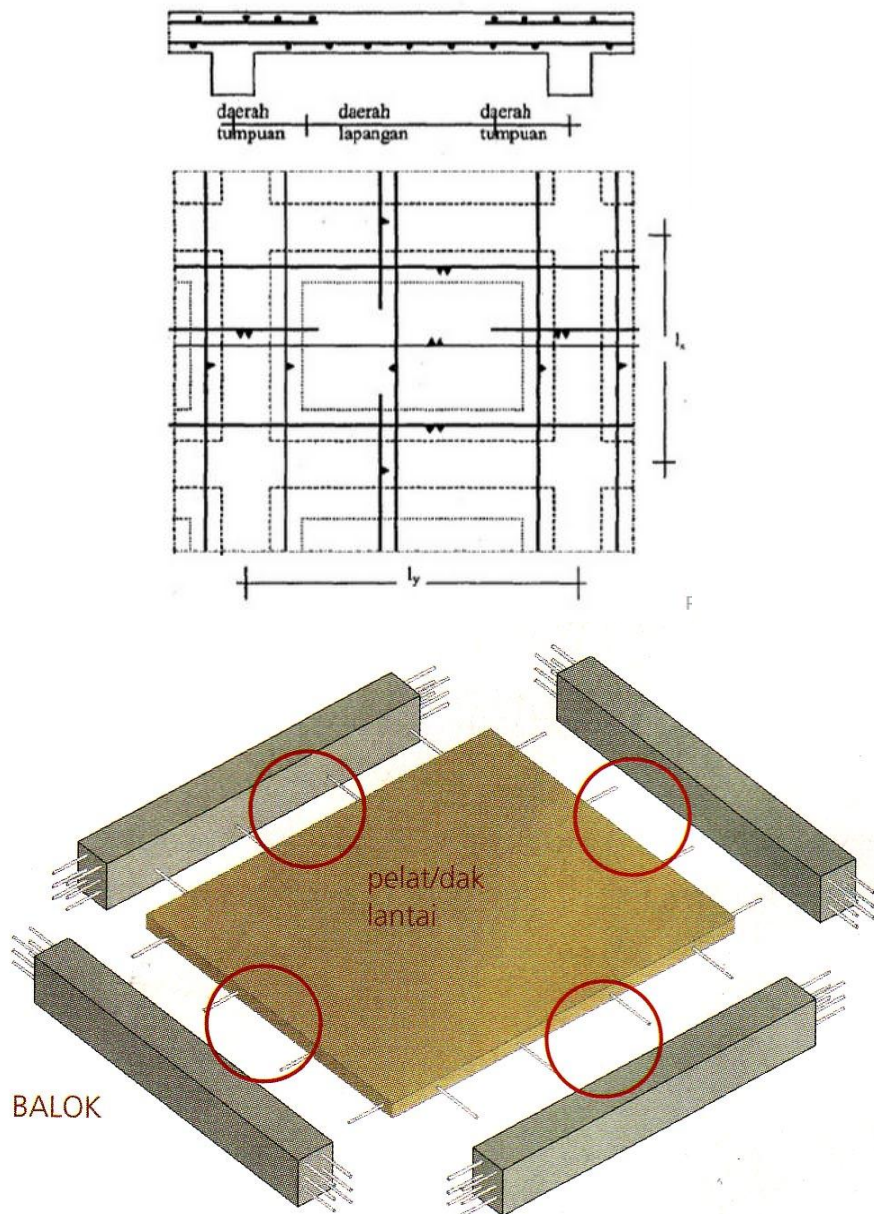
Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah saja yaitu searah dengan bentang λ , maka tulangan pokok juga di pasang satu arah yang searah bentang λ tersebut. Untuk menjaga kedudukan tulangan pokok pada saat pengecoran beton tidak berubah dari tempat semula, maka di pasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini di sebut tulangan bagi.

Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok di pasang dekat tepi luar beton, sedangkan tulangan bagi di pasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok.

2.1.2 Penulangan Pelat Dua Arah

Pelat dengan tulangan pokok dua arah ini akan di jumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah.

Pelat dengan penulangan dua arah dapat di lihat pada gambar 2.4 seperti berikut:



Gambar 2.4 Pelat Dengan Penulangan Dua Arah

(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

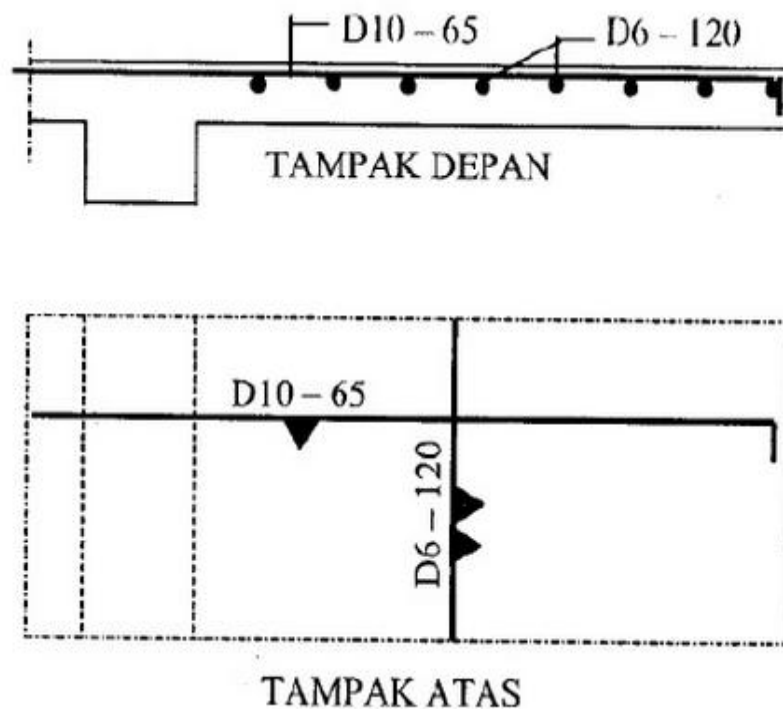
Karena momen lentur bekerja pada dua arah yaitu searah dengan bentang l_x dan bentang l_y , maka tulangan pokok juga di pasang pada dua arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu lagi tulangan bagi.

2.1.3 Pelat Dengan Satu Tumpuan

Pelat yang ditumpu satu sisi (tumpuan jepit). Pada umumnya pelat satu tumpuan sering di sebut pelat luifel atau pelat kantilever. Pelat ini termasuk pada jenis pelat satu arah, karena beban lentur yang bekerja pada satu arah saja yang menghasilkan momen negatif.

Karena termasuk pelat satu arah, maka harus di hitung tulangan pokok serta tulangan bagi (tulangan susut dan suhu) dan karena momen lenturnya negatif, maka kedua tulangan tersebut di pasang di bagian atas.

Penulangan pelat dengan satu tumpuan dapat di lihat pada gambar 2.5 seperti berikut:

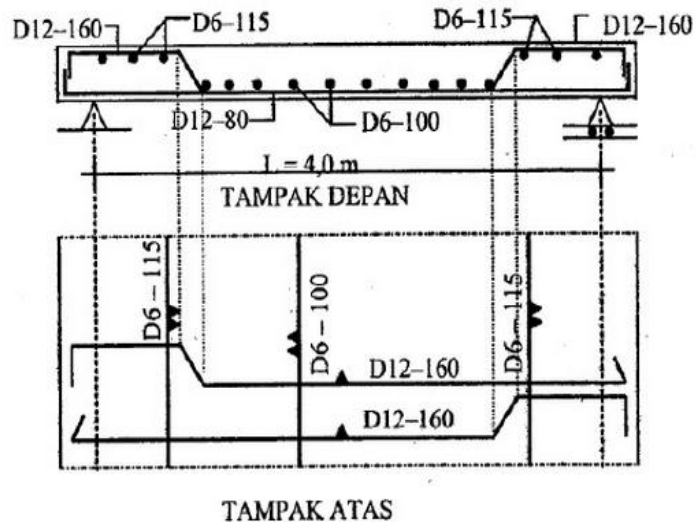


Gambar 2.5 Penulangan Pelat Dengan Satu Tumpuan
(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

2.1.4 Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar

Pelat yang di tumpu oleh dua tumpuan berpasangan, yang dapat berupa tumpuan bebas, tumpuan jepit elastis, maupun tumpuan jepit penuh. Pelat ini termasuk jenis pelat satu arah yang dapat menghasilkan momen positif di lapangan atau bentang tengah dan momen negatif di ujung pelat.

Untuk daerah momen positif yaitu di daerah bentang tengah tulangan dipasang di bawah, sedangkan untuk momen negatif yaitu di daerah ujung pelat tulangan di pasang di atas. Baik daerah momen positif maupun momen negatif tersebut harus di pasang dua jenis tulangan, yaitu tulangan pokok dan tulangan bagi. Penulangan pelat dengan dua tumpuan sejajar dapat di lihat pada gambar 2.6 seperti berikut:

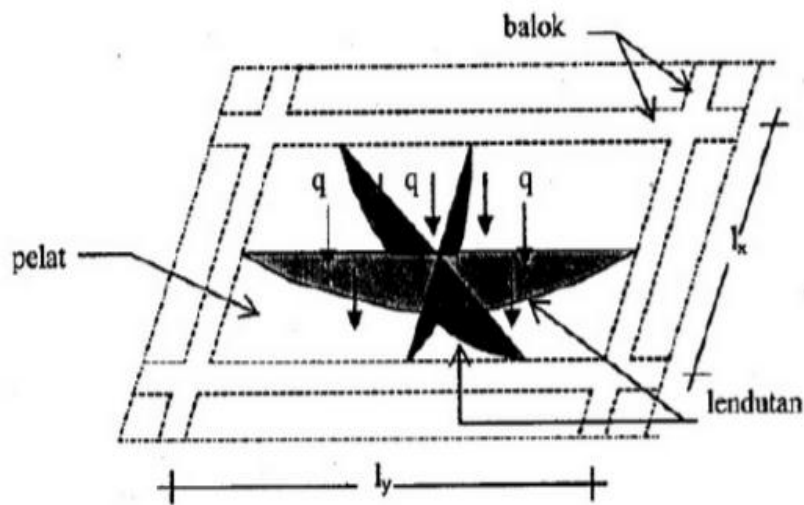


Gambar 2.6 Penulangan Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar
(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

2.1.5 Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar

Pelat dengan empat tumpuan yang saling sejajar termasuk pelat dua arah, karena menahan momen lentur dalam dua arah yaitu arah l_x dan arah l_y . Beban merata q yang bekerja di atas pelat dapat mengakibatkan lendutan pada pelat, sehingga pelat melengkung ke bawah. Lendutan maksimal pada pelat akan terjadi di tengah bentang, kemudian melebar ke semua arah di antara bentang l_x maupun bentang l_y dan secara berangsur-angsur lendutannya semakin kecil menuju ke tumpuan (balok).

Pelat dengan empat tumpuan saling sejajar dapat di lihat pada gambar 2.7 seperti berikut:



Gambar 2.7 Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar

(sumber: Ir. Sunggono.Kh.(1984),Buku Teknik Sipil.Nova,Bandung)

Lendutan dan momen lentur yang terjadi merupakan fungsi dari beban yang bekerja pada pelat. Semakin besar beban yang bekerja di atas pelat, semakin besar pula lendutan maupun momen lentur yang akan di timbulkannya.

2.2 Bondek

Bondek adalah baja galvanis yang memiliki daya tahan tinggi dan berfungsi ganda dalam konstruksi plat beton, yakni sebagai penyangga permanen juga sebagai penulangan searah positif dengan ketebalan 0,75- 1 mm, dengan lebar 60 cm sedangkan panjang tergantung permintaan, tetapi dibatasi maksimum 12 meter.

Spesifikasi bondek

Bahan dasar : Baja lapis galvanis dengan tegangan leleh 5.500 kg/cm² di proses secara *hot di galvanized*.

Ketebalan bahan : 0.75 mm – 1.00 mm

Kekuatan tarik : 550 Mpa

Berat bondek dapat di lihat pada tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Berat bondek

Tebal mm	Berat m ²
0,75	6,95
0,8	7,4
1	9,5

(Sumber PT. UNION METAL)

Lebar efektif : 1000 mm
Tinggi gelombang : 50mm - 55 mm
Panjang : mak 12 m

Penggunaan bondek akan memberikan keuntungan bagi struktur secara keseluruhan karena penghematan dalam penggunaan *formwork* dan beton. Bondek ini berfungsi antara lain sebagai lantai kerja sementara, sebagai bekisting tetap dan tulangan positif. Bondek juga memberikan keuntungan yang lain yaitu dari segi waktu pelaksanaan konstruksi yang lebih cepat yaitu mencapai 400m²/hari/kelompok (3-4 orang) dan menghemat dalam pemakaian perancah dan tiang-tiang penyangga. Pemasangan panel bondek pada pelat beton diletakkan melintang (pada arah memendek). Pada umumnya panel diletakkan minimum $\pm 2,5$ cm kedalam bekisting balok. Pelat-pelat lantai dan atap yang terdiri dari panel-panel lantai baja (*steeldeck panels*), yang berfungsi baik sebagai cetakan maupun sebagai tulangan bagi beton yang terletak di atasnya, telah banyak dipakai pada bangunan-bangunan yang rangka utamanya terdiri dari konstruksi baja atau konstruksi komposit.

Satu hal yang perlu dicatat ialah bahwa luas penampang dari lantai baja yang berfungsi sebagai tulangan ini di distribusikan pada sebagian dari tinggi pelat melalui suatu cara yang bergantung pada bentuk dari lantai baja tersebut. Hal yang lebih penting lagi ialah kenyataan bahwa keberhasilannya lantai baja tersebut berfungsi sebagai perkuatan pelat seluruhnya tergantung pada kemampuan ikatan antara kedua material tersebut pada permukaan pertemuannya. Seperti juga halnya pada batang tulangan yang berfungsi sebagai penulangan, biasanya bahan-bahan ikatan kimiawi saja tidak cukup untuk dapat menjamin terbentuknya lekatan yang kuat. Berdasarkan

alasan ini, untuk memperkuat ikatan tersebut dipakai berbagai-bagai alat yang dikenal dengan sebutan alat penyalur gaya geser.

Pada kebanyakan kasus, alat-alat ini terdiri dari tonjolan-tonjolan yang mempunyai jarak antara yang dekat sekali. Alat-alat ini bekerja dalam cara yang sama seperti fungsi dari batang bersirip dalam memperbesar kekuatan lekatnya. Disamping itu alat ini juga harus mampu melawan kecenderungan terpisahnya lantai baja dan beton dalam arah vertikal. Tonjolan-tonjolan dapat melakukan tugas ini dengan jalan dimiringkan kearah horizontal, sehingga dapat memikul kedua gaya horizontal (ikatan) dan gaya-gaya vertikal (gaya yang berusaha memisahkan baja dan beton). Pada jenis lantai baja lainnya, pada bagian dari atas rusuk-rusuk lantai tersebut dilas kawat-kawat baja dalam arah transversal dengan jarak antara yang dekat sekali sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pada saat dibebani pelat-pelat lantai dengan baja komposit ini akan mengalami keruntuhan lentur melalui suatu cara yang tidak banyak berbeda dibandingkan dengan keruntuhan lentur dari pelat-pelat biasa, atau melalui hilangnya ikatan antara lantai baja tersebut dengan beton. Keadaan ini dikenal sebagai keruntuhan lekatan geser, dan justru kekuatan lekat geser inilah yang menjadi suatu problem khusus dari pelat-pelat komposit.

Gambar bondek dapat di lihat pada gambar 2.8 seperti berikut ini :



Gambar 2.8 Baja bergelombang / bondek (*steeldeck panels*)

(Sumber : *CV Sukses Mandiri Teknik*)

Secara umum pasang bondek ada 2 cara :

1. Teknik perkotak/ ruangan

Pada teknik ini biasanya pengecoran dak/lantai di dengan mengecor balok utama,maka cara pemasangan bondek /potongannya disesuaikan dengan perkotak/ruangan, teknik pembondekan perkotak, kita ambil contoh lebar balok utama misalkan dibuat 20cm, dari kolom A ke B $p= 4,20m$,maka potongan panjang bondek menjadi 4,25m, pada teknik ini pemasangan bondek membutuhkan waktu

yang agak lama dibanding dengan teknik bondek diatas balokan/potongan bondek terpanjang.

2. Teknik pembondekan diatas balok utama

Maksudnya semua balok baik balokan Utama maupun balokan anak sudah dicor terlebih dahulu, kemudian bondek dan wire mesh dipasang diatasnya/digelar. Pada Teknik ini pengerjaannya lebih cepat dari pada teknik perkotak/ruangan, sebab bondek dipasang langsung melewati minimal 3 balokan.

2.2.1 Kelebihan dan kekurangan Plat Bondek

Beberapa keuntungan dari penggunaan plat baja komposit (bondek), antara lain :

1. Profil plat lantai

dengan bentuk gelombang yang kokoh dan adanya tonjolan (*embossment*) yang terdapat di setiap sisi-sisi rusuk (atas dan miring) memberikan sifat monolit yang baik antara plat lantai dengan beton dan juga memiliki kapasitas yang besar dalam mendukung beban-beban yang bekerja.

2. *Transportasi yang ringkas*

plat lantai baja ini dapat dipesan sesuai dengan panjang yang diperlukan diusahakan panjang maksimum 12m.

3. *Cepat dan mudah dalam pemasangan*

Pemasangan plat lantai ini dapat menutupi area yang luas karena pemasangan lembarannya dapat langsung menutupi 2 sampai 3 bentang dan dilakukan dengan waktu yang singkat. Dengan begitu dapat menghemat perancah dan tiang-tiang penyangga.

4. *Tiang penyangga sementara*

Tiang penyangga sementara ini diperlukan untuk meniadakan lendutan panel plat lantai pada saat umur beton masih basah. Tiang penyangga dapat dilepas setelah beton berumur 7 sampai 14 hari. Pembebanan penuh pada plat lantai komposit ini dapat diberikan setelah umur beton mencapai 28 hari dimana kekuatan beton telah tercapai.

5. Ketahanan terhadap kebakaran

Berdasarkan pengujian bahwa tingkat ketahanan api pada lantai komposit ini dapat mencapai dua jam dengan stabilitas dan integritas yang baik.

Selain keuntungan di atas penggunaan plat lantai bondek juga memiliki kekurangan, antara lain :

1. Tidak bisa diterapkan pada sisi tepi gedung (plat lantai kantilever)
2. Perlu pengaturan yang bagus agar tidak banyak sisa meterial bondek terbuang.
3. Harga bondek sangat terpengaruh dengan perkembangan baja, jadi perlu dihitung segi efisiennya jika dibandingkan dengan menggunakan bekisting ply wood.

2.3 Jenis-Jenis Pembebanan

Pembebanan pada struktur ada dua macam yaitu:

1. Beban statis
2. Beban Dinamik

2.3.1 Beban Statis

Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan. Jenis-jenis beban statis menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung 1983 (PPIUG 1983) adalah sebagai berikut :

➤ **Beban mati (*dead load/DL*)**

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya.

Beban mati pada struktur dapat dilihat pada tabel 2.2 seperti berikut ini:

Tabel 2.2 Beban Mati Pada Struktur

Beban Mati	Besar Beban
Batu alam	2600 kg/m ³
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Dinding Pasangan ½ Bata	250 kg/m ²
Langit-langit + penggantung	18 kg/m ²
Lantai ubin dari semen Portland	24 kg/m ²
Spesi per cm tebal	21 kg/m ²
Kolam renang	1000 kg/m ²

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)

➤ **Beban hidup (*life load/LL*)**

Beban hidup adalah semua beban yang tidak tetap, kecuali beban angin, beban gempa dan pengaruh-pengaruh khusus yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan (*erection*), penurunan pondasi, susut, dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur. Beban hidup diperhitungkan berdasarkan perhitungan matematis dan menurut kebiasaan yang berlaku pada pelaksanaan konstruksi di Indonesia. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung dari banyak faktor. Oleh karena itu faktor pengali pada beban hidup lebih besar jika dibandingkan dengan faktor pengali pada beban mati.

Beban hidup pada struktur dapat di lihat pada tabel 2.3 seperti di bawah ini:

Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Struktur

Beban Hidup Pada Lantai Bangunan	Besar Beban
Lantai Apartemen	250 kg/m ²
Tangga dan Bordes	300 kg/m ²
Plat Atap	100 kg/m ²
Lantai Ruang rapat	400 kg/m ²
Beban Pekerja	100 kg

Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)

2.3.2 Beban Dinamik

Beban dinamik adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban gempa dan beban angin.

a) **Beban Gempa**

Gempa bumi adalah fenomena getaran yang dikaitkan dengan kejutan pada kerak bumi. Beban kejut ini dapat disebabkan oleh banyak hal, tetapi salah satu faktor utamanya adalah benturan/pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Lokasi gesekan ini disebut *foult zone*, kejutan tersebut akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar. Pada saat bangunan bergetar timbul gaya-gaya pada struktur bangunan karena adanya kecenderungan dari massa bangunan untuk mempertahankan dirinya dari gerakan. Gaya yang timbul disebut gaya inersia, besar gaya tersebut bergantung pada banyak faktor yaitu:

1. Massa bangunan
2. Pendistribusian massa bangunan
3. Kekakuan struktur
4. Jenis tanah
5. Mekanisme redaman dari struktur
6. Perilaku dan besar alami getaran itu sendiri
7. Wilayah kegempaan
8. Periode getar alami

faktor-faktor yang berpengaruh antara lain:

- Faktor Keutamaan Struktur (I)
- Faktor Reduksi Gempa (R)
- Faktor Respon Gempa (C)

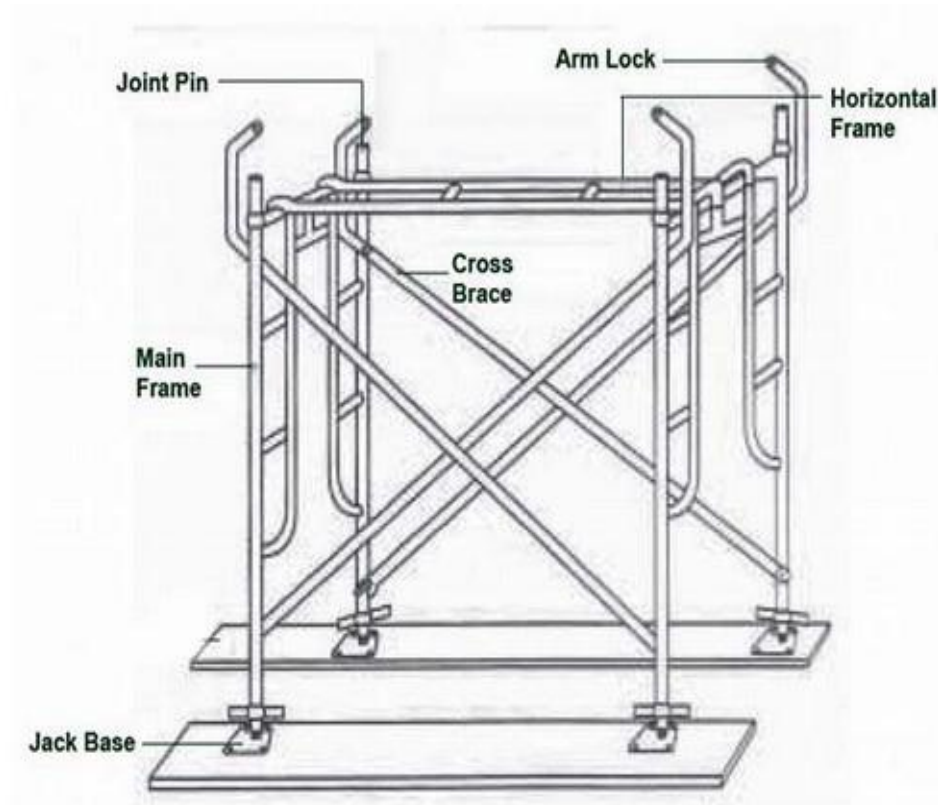
b) Beban Angin

Berdasarkan Peraturan Muatan Indonesia 1971, muatan angin diperhitungkan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m^2 , ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup (velocity pressure) yang ditentukan dalam pasal 4.2 dengan koefisienkoefisien angin yang ditentukan dalam pasal 4.3.

2.4 Bekisting atau Perancah

Gambar bekisting atau perancah dapat di lihat pada gambar 2.9 seperti di bawah ini:

Gambar 2.9 Perancah Scaffolding



(Sumber: <http://www.intikaryascaffolding.com>)

Bekisting merupakan struktur sementara yang berfungsi sebagai alat bantu dalam membentuk beton dimana perkembangannya sejalan dengan perkembangan beton itu sendiri. Bekisting berfungsi sebagai acuan untuk mendapatkan bentuk profil yang diinginkan serta sebagai penampung dan penumpu sementara beton basah selama proses pengeringan.

Dengan adanya inovasi teknologi dalam bidang bekisting, saat ini produksi dilakukan oleh pabrik dengan disain sedemikian rupa sehingga bekisting mudah dibongkar, dipasang serta memungkinkan untuk dimanfaatkan lebih dari satu kali. Proses pengeringan beton saat ini relative lebih cepat dibandingkan pada masa lalu. Hal ini disebabkan karena telah ditemukannya zat tambah yang dapat dimanfaatkan untuk mengatur kecepatan mengerasnya beton. Proses pembongkaran bekisting bergantung pada kecepatan mengerasnya beton dan baru dibongkar setelah dinyatakan aman. Pembuatan dan pemasangn bekisting tergantung dari banyak faktor

yang mempengaruhi yaitu bahan yang tersedia atau yang diperlukan, cara dan pengadaan tenaga kerja, tuntutan akan hasil pengerjaan yang dibutuhkan terutama dalam hal akurasi dan kerapian serta biaya alat-alat yang digunakan. Dalam pembuatan bekisting harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Kualitas material bekisting yang digunakan harus dapat menghasilkan permukaan beton yang baik.
- 2) Cukup kuat karena bekisting akan menampung beton basah disamping beban-beban lain saat pengecoran. Dengan begitu diharapkan tidak terjadi lendutan atau lenturan ketika beton dituang.
- 3) Sedikit pembuangan agar bisa dipakai untuk keperluan pembekistingan yang lainnya dapat dipasang dengan mudah dan cepat.
- 4) Mudah dibongkar tanpa mengadakan sentakan sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada struktur beton saat dilakukan pembongkaran bekisting.
- 5) Memperhatikan faktor ekonomis dari bekisting agar mampu mereduksi biaya. Pelekatan beton pada bekisting dapat dihindari dengan melumasi penampang bekisting yang bersentuhan itu dengan minyak bekisting. Namun, pemakaian minyak bekisting tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengubah warna permukaan beton. Apabila papan (kayu) bekisting dikerjakan dengan sederhana, maka papan itu dapat digunakan sekitar 3 sampai 5 kali. Sedangkan untuk balok persegi dan bulat dapat dipakai sekitar 7 sampai 10 kali. Bekisting hendaknya disusun sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan lagi pada kesempatan lain

2.5 Wiremesh

Merupakan material jaring kawat baja pengganti tulangan pada pelat yang fungsinya sama sebagai tulangan. Pada *wiremesh* selain memiliki kekuatan yang sama namun dari segi pemasangan lebih praktis dan murah dibandingkan dengan tulangan konvensional.

Keuntungan utama dalam menggunakan Jarigan Kawat Baja Las atau wiremesh adalah mutunya yang tinggi dan konsisten yang terjamin bagi perencana, pemilik dan pemborong, dibandingkan dengan cara penulangan pelat lainnya. Karena semua kawat ditarik dan di uji dengan seksama, mutu bahan yang dipakai telah terjamin. Proses penarikan kawat tersebut akan menghasilkan kawat dengan penampang yang sangat merata. Keseragaman yang sama itu tidak akan mungkin terdapat pada

batang-batang canaian panas (*besi beton*) ketika kawat dilas kedalam jaringan kawat baja las BRC, di dudukan tepat pada tempatnya, jadi jaringan akan selalu dilengkapi dengan jumlah kawat yang benar. Dengan demikian, perencanaan terjamin dan penelitian di tempat kerja dapat dikurangi. Untuk membuat pelat yang ringan, tipis tetapi kuat yaitu dengan menggunakan tulangan baja berupa kawat baja las/*wiremesh* Penggunaan tulangan baja ini dimaksudkan untuk memperbesar kuat lentur pelat karena kawat baja ini mempunyai kuat tarik yang tinggi dan berbentuk seperti jala yang sangat memudahkan pada saat pemasangan, serta harga relatif lebih murah dan material lebih ringan.

Mutu yang tinggi dari Jaringan Kawat Baja Las BRC memungkinkan yang di tetapkan sebelumnya. memenuhi standart kelas U-50, menghasilkan penghematan biaya yang sangat berarti. Dengan menggunakan tegangan ijin yang di usulkan sebesar 2.900 kg/cm tersebut. Kita dapat memperoleh penghematan sampai separuh dari banyaknya penulangan. Dengan Perhitungan Harga Per kg jaringan kawat baja las BRC yang lebih tingi, biasanya tetap terdapat penghematan biaya yang cukup berarti pada kebanyakan proyek. Selain penghematan, juga waktu pasang dihematkan, karena Jaringan Kawat Baja La BRC di serahkan di tempat kerja dengan kawat telah di las tepat pada jarak-jarak yang di tetapkan sebelumnya.

Gambar wiremesh dapat di lihat pada gambar 2.10 seperti di bawah ini:



Gambar 2.10 wiremesh

(Sumber : http://www.unionmetal.co.id/union_wiremesh.aspx)

Spesifikasi

Diameter JBKL Union : 4 mm sampai 12 mm

Tegangan leleh karakteristik : 5000 kg/cm²

Tegangan geser kampuh las : 2500 kg/cm²

Kemampuan tekuk : 0-135 °

Spasi standard : 100-200

Jumlah luas penampang kawat menurut spasinya setiap arah dapat di lihat pada tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Luas penampang

Diameter Kawat Ø	Area Luas Ø	Jumlah Luas Penampang Kawat (CM ² /M) Menurut Spasinya Setiap Arah											
		Spasi (MM)											
		50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325
4.0	0.126	2.52	1.68	1.26	1.01	0.84	0.72	0.63	0.56	0.50	0.46	0.42	0.39
4.5	0.159	3.18	2.12	1.59	1.27	1.06	0.93	0.80	0.71	0.64	0.58	0.53	0.49
5.0	0.196	3.93	2.62	1.96	1.57	1.31	1.12	0.96	0.87	0.78	0.71	0.65	0.60
5.5	0.238	4.75	3.17	2.38	1.90	1.58	1.36	1.19	1.06	0.95	0.86	0.79	0.73
6.0	0.283	5.65	3.77	2.82	2.26	1.88	1.62	1.41	1.26	1.13	1.03	0.94	0.87
6.5	0.332	6.64	4.43	3.31	2.65	2.21	1.90	1.65	1.47	1.33	1.21	1.10	1.02
7.0	0.385	7.70	5.13	3.85	3.08	2.57	2.20	1.92	1.71	1.54	1.40	1.28	1.18
7.5	0.442	8.84	5.89	4.42	3.53	2.95	2.52	2.20	1.96	1.77	1.61	1.47	1.36
8.0	0.50	10.50	6.70	5.03	4.02	3.35	2.87	2.51	2.23	2.01	1.83	1.67	1.55
8.5	0.567	11.35	7.57	5.67	4.54	3.78	3.24	2.84	2.52	2.27	2.06	1.89	1.74
9.0	0.636	12.72	8.48	6.36	5.09	4.24	3.63	3.18	2.83	2.54	2.31	2.12	1.96
9.5	0.709	14.18	9.45	7.09	5.67	4.73	4.05	3.54	3.15	2.83	2.58	2.36	2.18
10.0	0.785	15.71	10.47	7.85	6.28	5.24	4.49	3.92	3.49	3.14	2.85	2.61	2.42
10.5	0.866	17.32	11.55	8.66	6.93	5.77	4.95	4.33	3.85	3.46	3.15	2.89	2.66
11.0	0.950	19.01	12.67	9.50	7.60	6.34	5.43	4.74	4.22	3.80	3.45	3.18	2.92
11.5	1.039	20.77	13.85	10.39	8.31	6.92	5.93	5.19	4.61	4.15	3.78	3.45	3.19
12.0	1.131	22.62	15.08	11.31	9.04	7.54	6.46	5.68	5.02	4.52	4.11	3.76	3.48

(Sumber PT. UNION METAL)

2.6 Rencana Anggaran Biaya Material

Rencana anggaran biaya adalah biaya suatu bangunan atau biaya proyek, sedangkan rencana anggaran biaya material adalah perhitungan banyaknya biaya

yang diperlukan untuk bahan material yang digunakan pada bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya material pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan. Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

2.6.1 Biaya Material

Penyusunan anggaran biaya material yang dihitung dengan teliti, didasarkan atau didukung oleh gambar bestek. Gambar bestek adalah gambar lanjutan dari uraian gambar Pra Rencana, dan gambar detail dasar dengan skala (PU = Perbandingan Ukuran) yang lebih besar. Gambar bestek merupakan lampiran dari uraian dan syarat-syarat (bestek) pekerjaan.

2.6.2 Volume / kubikasi pekerjaan

pekerjaan dalam satu satuan. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi Volume suatu pekerjaan ialah menghitung jumlah banyaknya volume sesungguhnya), melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan.

2.6.3 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan ialah jumlah harga bahan berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat di pasaran, dikumpulkan dalam satu daftar yang dinamakan *Daftar Harga Satuan Bahan*. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas tersendiri. Hal ini menjadi harga material tersebut beragam. Untuk itu sebagai patokan harga biasanya didasarkan pada lokasi daerah bahan tersebut berasal dan sesuai dengan harga patokan dari pemerintah. Misalnya untuk harga semen harus berdasarkan kepada harga patokan semen yang ditetapkan. Untuk menentukan harga bangunan dapat diambil standar harga yang berlaku di pasar atau daerah tempat proyek dikerjakan sesuai dengan spesifikasi dari Dinas Pekerjaan Umum setempat *Daftar Harga Satuan Bahan*.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Bangunan

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado merupakan salah satu proyek pemerintah yang dikhususkan untuk menunjang kemajuan pendidikan dengan menambah sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh dosen, staf dan mahasiswa yang ada di Politeknik Negeri Manado.

Anggaran dana keseluruhan untuk proyek ini berasal dari pemerintah dalam hal Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sedangkan yang diberikan tanggung jawab juga sebagai pemilik bangunan ini adalah kampus Politeknik Negeri sendiri.

Proyek pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado ini merupakan proyek gedung 7 lantai yang akan berdiri dilahan seluas 3600 m^2 dalam kawasan kompleks kampus Politeknik Negeri Manado.

Lokasi proyek dapat di lihat pada gambar 3.1 seperti berikut:

3.2 Lokasi proyek



Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Gedung Kuliah Politeknik Negeri Manado

3.2.1 Data Umum

- Nama proyek : Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado
- Pelaksana : PT. Citra Prasati Konsorindo
- Nomor Kontrak : 2578/PL12/KU/2014
- Tanggal Kontrak : 06 Juni 2014
- Nilai Proyek : Rp. 69.597.000.000,00-
(Enam Puluh sembilan Milyar lima Ratus Sembilan puluh Tujuh Juta Rupiah)
- Sumber Dana : APBN T A 2014
- Konsultan Perencana : PT. Artefak Arkindo
- Konsultan Perencanaa : PT. Arkitek Team Empat
- Lokasi Proyek : Kompleks Kampus Politeknik Negeri Manado.
Jalan Raya Politeknik, Desa Buha, Kec. Mapanget
- Jenis Proyek : Bangunan Gedung
- Jenis Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, MEP
- Waktu Pelaksanaan : 180 hari (06 Juni – 03 Desember 2014)

3.2.2 Data Khusus

- Luas Lahan : 3600 m^2
- Luas Bangunan : 1757.63 m^2
- Jenis Konstruksi : Beton Bertulang dan Baja
- Tebal Pelat Lantai : 12 cm
- Dinding : Pasangan Batu Bata
- Jumlah Bangunan : 1 (satu) unit
- Jumlah Lantai Tingkat : 9 (sembilan) lantai (Lantai Basement, Lantai Lower Ground, Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3, Lantai 4, Lantai 5, dan Lantai 6, Lantai 7 (atap))
- Dimensi Kolom : Kolom Persegi K1=70/70. K1-1=60/60.
K1-2=50/50. K2=50/50 K3=40/40. K4=30/30.
K5=30/30

- Dimensi Balok : Balok Induk : B11=40/70, B12=40/70,
B13=40/80, B14=40/70, B15=30/70,
B16=25/40, B17=25/40, B19=40/60
- Dimensi Balok Anak : Ba1=35/60, Ba2=30/50, Ba3=35/70, Ba4=25/40

3.3 Harga Pemasangan dan Efisiensi Penggunaan Pelat Beton Sistem Bondek

Adapun berdasarkan perhitungan perbandingan RAB di dapatkan hasil seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Biaya Pembuatan Plat Lantai dengan cara Konvensional

NO	ITEM PEKERJAAN	VOL	SAT	Harga Satuan matrial	Harga Satuan Upah	Harga Satuan Alat Bantu	Jumlah Material	Jumlah Upah	Jumlah Alat Bantu	TOTAL UPAH DAN MATERIAL
	PEKERJAAN BETON PLAT LANTAI SISTEM KONVENSIONAL / M2									Rp2.542.654
1	Pekerjaan beton mutu f'c = 19,3 MPa (K 225), slump (12 ± 2) cm, w/c = 0,58	0,12	m3				Rp964.680	Rp163.740	Rp39.869	Rp1.168.289
	Bahan									
	Semen	371	Kg	Rp1.480			Rp549.080			
	Pasir Pasang / Beton	0,545	M3	Rp125.000			Rp68.125			
	Batu Pecah Uk. 1 - 3	0,848	M3	Rp325.000			Rp275.600			
	Air	215	Ltr	Rp125			Rp26.875			
	Bahan Bantu	1	Ls	Rp45.000			Rp45.000			
	Tenaga									
	Pekerja	1,65	OH		Rp75.000			Rp123.750		
	Tukang Batu	0,275	OH		Rp100.000			Rp27.500		
	Kepala Tukang	0,028	OH		Rp120.000			Rp3.360		
	Mandor	0,083	OH		Rp110.000			Rp9.130		
	Alat Bantu									
	Concrete Pump	0,2	Jam			Rp159.684			Rp31.937	
	Concrete Vibrator	0,2	Jam			Rp39.658			Rp7.932	
2	Pembesian	5,52					Rp59.980	Rp7.485		Rp67.465
	Bahan									
	Wire mesh M8 (2.1 x 5.4 m)	0,10582	kg	Rp555.000			Rp58.730			
	Kawat Beton / Bendrat	0,05	kg	Rp25.000			Rp1.250			
	Tenaga									
	Pekerja	0,025	OH		Rp75.000			Rp1.875		
	Tukang Batu	0,025	OH		Rp100.000			Rp2.500		
	Kepala Tukang	0,025	OH		Rp120.000			Rp3.000		
	Mandor	0,001	OH		Rp110.000			Rp110		
3	Pekerjaan bekisting untuk lantai	1	m2				Rp210.000	Rp89.400		Rp299.400
	Bahan									
	Kayu Kelas III (Kayu Nantu, dll.)	0,04	M3	Rp2.300.000			Rp92.000			
	Paku Kayu 2" s/d 6"	0,4	Kg	Rp22.500			Rp9.000			
	Minyak Bekisting	0,2	Ltr	Rp27.500			Rp5.500			
	Kayu Kelas II (Kayu Cempaka dll)	0,015	M3	Rp3.750.000			Rp56.250			
	Plywood 9 mm	0,35	Lbr	Rp135.000			Rp47.250			
	Tenaga									
	Pekerja	0,66	OH		Rp75.000			Rp49.500		
	Tukang Batu	0,33	OH		Rp100.000			Rp33.000		
	Kepala Tukang	0,03	OH		Rp120.000			Rp3.600		
	Mandor	0,03	OH		Rp110.000			Rp3.300		
4	Pekerjaan pemasangan scaffolding			Rp940.000,00				Rp67.500		Rp1.007.500
	Main Frame T170, cross brace 220, join pine	1	Unit	Rp435.000,00						
	Leader Frame T120, cross brace 204, join pine	1	Unit	Rp395.000,00						
	Jack Base T60,	4	BH	Rp55.000,00						
	Uhead Jack T60	4	BH	Rp55.000,00						
	Tenaga									
	Pekerja	0,5			Rp75.000			Rp37.500		
	Tukang besi	0,3			Rp100.000			Rp30.000		

Berdasarkan tabel di atas jumlah tenaga kerja yang di butuhkan untuk pekerjaan keseluruhan pelat lantai konvensional yaitu

- Pekerjaan beton 235 orang/hari

- Pekerjaan besi 4 orang/hari

- Pekerjaan bekisting 138 orang/hari

Jumlah total 377 org/hari

Untuk 1 lantai di butuhkan 54 orang/hari.

Tabel 3.3 Biaya Pekerjaan Beton Pelat Lantai Sistem Bondek /m²

NO	ITEM PEKERJAAN	VOL	SAT	Harga Satuan material	Harga Satuan Upah	Harga Satuan Alat Bantu	Jumlah Material	Jumlah Upah	Jumlah Alat Bantu	TOTAL UPAH DAN MATERIAL
	PEKERJAAN BETON PLAT LANTAI SISTEM BONDEK / M2									Rp2.409.634
1	Pekerjaan beton mutu f'c = 19,3 MPa (K 225), slump (12 ± 2) cm, w/c= 0,58	0,12	m3				Rp1.156.775	Rp163.740	Rp39.869	Rp1.360.384
	Bahan									
	plat bondex	1,03	m2	Rp186.500			Rp192.095			
	Semen PC (50 Kg)	371	Kg	Rp1.480			Rp549.080			
	Pasir Pasang / Beton	0,545	M3	Rp125.000			Rp68.125			
	Batu Pecah Uk. 1 - 3	0,848	M3	Rp325.000			Rp275.600			
	Air	215	Ltr	Rp125			Rp26.875			
	Bahan Bantu	1	Ls	Rp45.000			Rp45.000			
	Tenaga									
	Pekerja	1,65	OH		Rp75.000			Rp123.750		
	Tukang	0,275	OH		Rp100.000			Rp27.500		
	Kepala Tukang	0,028	OH		Rp120.000			Rp3.360		
	Mandor	0,083	OH		Rp110.000			Rp9.130		
	Alat Bantu									
	Concrete Pump	0,2	Jam			Rp159.684			Rp31.937	
	Concrete Vibrator	0,2	Jam			Rp39.658			Rp7.932	
2	Pembesian	5,52					Rp34.266	Rp7.485		Rp41.751
	Bahan									
	Wire mesh M6 (2.1 x 5.4 m)	0,10582	Lbr	Rp312.000			Rp33.016			
	Kawat Beton / Bendrat	0,05	Kg	Rp25.000			Rp1.250			
	Tenaga									
	Pekerja	0,025	OH		Rp75.000			Rp1.875		
	Tukang besi	0,025	OH		Rp100.000			Rp2.500		
	Kepala tukang	0,025	OH		Rp120.000			Rp3.000		
	Mandor	0,001	OH		Rp110.000			Rp110		
3	Pekerjaan pemasangan scaffolding			Rp940.000,00				Rp67.500		Rp1.007.500
	Main Frame T170, cross brace 220, Join pine	1	Unit	Rp435.000,00						
	Leader Frame T120, cross brace 204, join pine	1	Unit	Rp395.000,00						
	Jack Base T60,	4	BH	Rp55.000,00						
	Uhead Jack T60	4	BH	Rp55.000,00						
	Tenaga									
	Pekerja	0,5			Rp75.000			Rp37.500		
	Tukang besi	0,3			Rp100.000			Rp30.000		

Berdasarkan tabel 3.3 tersebut diatas, di peroleh jumlah harga pekerjaan pelat beton sistem bondek yaitu:

- a. pekerjaan scaffolding Rp 1.007.500
- a. Pekerjaan pembesian Rp 41.751
- b. Pekerjaan beton f'c K 225 Rp 1.360.383

Jumlah hasil pekerjaan pelat lantai beton sistem bondek/m² sebesar Rp 2.409.634

3.3.2 Produktifitas Pekerjaan Pelat Lantai Bondek

Metode bondek produktifitas pekerjaan dihitung berdasarkan luas total pekerjaan dibagi durasi pekerjaan.

perhitungan produktifitas pekerjaan seperti dibawah ini:

- a. Produktifitas Pekerjaan Pelat Lantai
 $= 10961,24 \text{ m}^2 / 84 \text{ hari} = 130,5 \text{ m}^2 / \text{hari}$.

Tabel 3.4 Analisa Kebutuhan Tenaga Kerja Pelat Beton Menggunakan Bondek

ANALISA KEBUTUHAN TENAGA KERJA PELAT BETON MENGGUNAKAN BONDEK								
No	Uraian Pekerjaan	Uraian Pekerja	Koef Tenaga Kerja Per Satuan Pekerjaan	Vol Pek (M ²)	Jlh tenaga kerja Untuk Menyelesaikan Kes. Vol Pek	Durasi (hari)	Jumlah tenaga yang dibutuhkan (OH)	
			(A)				(B)	A X B
				(C)	(E)			
1	PEKERJAAN BETON	Pekerja	1,65	10.961,24	18086,046	84,00	215,31	216,00
		Tukang	0,275	10.961,24	3014,341	84,00	35,89	36,00
		Kepala Tukang	0,028	10.961,24	306,91472	84,00	3,65	4,00
		Mandor	0,083	10.961,24	909,78292	84,00	10,83	11,00
2	PEKERJAAN BESI	Pekerja	0,007	10.961,24	76,73	84,00	0,91	1,00
		Tukang	0,007	10.961,24	76,73	84,00	0,91	1,00
		Kepala Tukang	0,0007	10.961,24	7,67	84,00	0,09	1,00
		Mandor	0,0004	10.961,24	4,38	84,00	0,05	1,00
3	PEKERJAAN SCAFOL	Pekerja	0,5	10.961,24	5480,62	84,00	65,25	66,00
		Tukang besi	0,30	10.961,24	3288,37	84,00	39,15	40,00
								70,00

Berdasarkan tabel 3.4 di atas jumlah tenaga kerja yang di butuhkan untuk pekerjaan keseluruhan pelat lantai konvensional yaitu

- Pekerjaan beton 267 orang/hari
- Pekerjaan besi 4 orang/hari
- Pekerjaan bekisting 70 orang/hari

Jumlah total 341 org/hari

Untuk 1 lantai di butuhkan 49 orang/hari

3.4 Perencanaan Plat Dua Arah Metode Konvensional

Data Masukan

Tinggi Plat (h)	:	12 cm
Penutup beton (Pb)	:	3 cm
Kondisi Tumpuan (1-9)	:	3
Fy	:	500 mpa
Fc'	:	25 mpa
Bj. Beton	:	2400 kg/m ³
Ly	:	450 cm
Lx	:	450 cm
Beban Mati (WD)	:	120 kg/m ²
Beban Hidup (WL)	:	250 kg/m ²

Hasil Analisa

			Diameter	tulangan
Tulangan Mlx	:	dia8 - 150 mm	Ok!	8 150
Tulangan Mtx	:	dia8 - 150 mm	Ok!	8 150
Tulangan Mly	:	dia8 - 150 mm	Ok!	8 150
Tulangan Mty	:	dia8 - 150 mm	Ok!	8 150

Analisa

Berat Sendiri Struktur	:	288 kg/m ²
Beban berfaktor=1.2WD+1.6WL	:	889,6 kg/m ²

Momen Tumpuan

Ly/Lx	:	2 -----► Plat dua arah
C1	:	48
C2	:	48
C3	:	48
C4	:	48
Mlx=+0.001*qlx ² *C	:	864,6912 Kg m
Mly=+0.001*qlx ² *C	:	864,6912 Kg m
Mtx=-0.001*qlx ² *C	:	-864,6912 Kg m
Mty=-0.001*qlx ² *C	:	-864,6912 Kg m

Desain Tulangan

---Arah X dan Y positif

b	:	100 cm
d x (tebal plat) =h-pb-0.5fx	:	8,6 cm
ø	:	0,8
b1	:	0,85
Mu	:	864,6912 Kg m
Mn (perlu) =Mu /ø	:	1080,864 Kg m

Koefisien Ketahanan

Rn=Mn / bd ²	:	14,61417 kg/cm ²
$R_n = \rho * F_y \left[1 - 0.59 * \frac{\rho * F_y}{F_c'} \right]$:	500 ro - 5900ro ² MPa

Dengan menyamakan kedua nilai Rn diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh:

$$5900r_0^2 - 500r_0 + 1,461 = 0$$

$$r_1 : 0,0030313$$

$$r_2 : 0,0817145$$

Pembatasan nilai r

$$r_b = ((0,85 \cdot F_c' \cdot b_1) / F_y) \cdot (600 / (60 : 0,0197045$$

$$r_{maks} = 0,5 \cdot r_b : 0,0098523$$

$$\text{Luas tulangan } A_s = r \cdot b \cdot d : 2,6068824 \text{ cm}^2$$

$$\text{dicoba tulangan, } \emptyset : 8 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Tulangan} : 150 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan } A_{s1} : 3,35 \text{ cm}^2$$

Momen nominal penampang:

$$r_{aktual} = A_{s1} / (b \cdot d) : 0,0038965$$

Lengan Momen dalam:

$$a = A_{s1} \cdot F_y / (0,85 \cdot F_c' \cdot b) : 0,7884782 \text{ cm}$$

$$M_n (\text{aktual}) = A_{s1} \cdot F_y (d - a/2) : 1374,89 \text{ Kg m} > 1080,86 \text{ Kg m} \quad \mathbf{Ok!}$$

$$: 13,75 \text{ KN m} > 10,809 \text{ KN m} \quad \mathbf{Ok!}$$

---Arah X dan Y negatif

$$b : 100 \text{ cm}$$

$$d_x (\text{tebal plat}) = h - p_b - 0,5f_x : 8,6 \text{ cm}$$

$$f : 0,8$$

$$b_1 : 0,85$$

$$M_u : 864,6912 \text{ Kg m}$$

$$M_n (\text{perlu}) = M_u / f : 1080,864 \text{ Kg m}$$

Koefisien Ketahanan

$$R_n = M_n / b d^2 : 14,61417 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_n = \rho \cdot F_y \left[1 - 0,59 \cdot \frac{\rho \cdot F_y}{F_c'} \right] : 500 r_0 - 5900 r_0^2 \text{ MPa}$$

Dengan menyamakan kedua nilai Rn diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh:

$$5900r_0^2 - 500r_0 + 1,461 = 0$$

$$r_1 : 0,0030313$$

$$r_2 : 0,0817145$$

Pembatasan nilai r

$$r_b = ((0,85 \cdot F_c' \cdot b_1) / F_y) \cdot (600 / (60 : 0,0197045$$

$$r_{maks} = 0,5 \cdot r_b : 0,0098523$$

$$\text{Luas tulangan } A_s = r \cdot b \cdot d : 2,6068824 \text{ cm}^2$$

$$\text{dicoba tulangan, } f : 8 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Tulangan} : 150 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan } A_{s1} : 3,35 \text{ cm}^2$$

Momen nominal penampang:

$$r \text{ aktual} = A_s / (b * d) \quad : \quad 0,0038965$$

Lengan Momen dalam:

$$a = A_s * F_y / (0.85 * F_c * b) \quad : \quad 0,7884782 \text{ cm}$$

$$M_n \text{ (aktual)} = A_s * F_y (d - a/2) \quad : \quad 1374,89 \text{ Kg m} > 1080,864 \text{ Kg m} \quad \mathbf{Ok!}$$

$$: \quad 13,75 \text{ KN m} > 10,809 \text{ KN m} \quad \mathbf{Ok!}$$

---Arah y positif

$$b \quad : \quad 100 \text{ cm}$$

$$d_y \text{ (tebal plat)} = h - p_b - f_x - 0.5f_y \quad : \quad 7,8 \text{ cm}$$

$$f \quad : \quad 0,8$$

$$\text{dipakai jarak tulangan susut} \quad : \quad 200 \text{ mm}$$

Kuat geser plat tanpa tulangan geser

$$V_u = 0.5 * W_u * L \quad : \quad 2001,60 \text{ kg/m'}$$

$$f \quad : \quad 0,6$$

$$d \quad : \quad 9 \text{ cm}$$

$$fV_n = f(1/6 * \sqrt{f_c} * b_w * d) \quad : \quad 4500 \text{ kg} > 2001,6 \text{ kg} \quad \mathbf{Ok!}$$

Tabel 3.5 Perencanaan Plat Dua Arah Menggunakan Bondek

UFD W-1000 BMT (mm)	Impulse (kg/m ²)	MAXIMUM SPAN (m)								
		100 mm slab			120 mm slab			150 mm slab		
		Single (mm)	Double (mm)	Continuous (mm)	Single (mm)	Double (mm)	Continuous (mm)	Single (mm)	Double (mm)	Continuous (mm)
0.70	200	1.934	2.594	2.390	1.861	2.496	2.300	1.769	2.373	2.187
	400	1.686	2.261	2.083	1.643	2.203	2.030	1.585	2.126	1.959
0.80	200	2.020	2.709	2.498	1.944	2.607	2.404	1.849	2.479	2.285
	400	1.762	2.362	2.177	1.716	2.302	2.122	1.657	2.221	2.048
1.00	200	2.173	2.914	2.685	2.091	2.804	2.584	1.989	2.667	2.458
	400	1.896	2.542	2.342	1.847	2.477	2.283	1.783	2.391	2.203
1.20	200	2.305	3.091	2.849	2.219	2.976	2.742	2.111	2.831	2.609
	400	2.012	2.698	2.486	1.961	2.629	2.423	1.893	2.538	2.339

(Sumber PT. UNION METAL)

Untuk perencanaan pelat bondek di gunakan bondek *UNION W-1000*

Tebal	:	1	mm
Jarak gelombang	:	100	mm
Tinggi gelombang	:	50	mm
Berat bondek 1mm (WD)	:	9,5	kg/m ²
Beban Mati (WD)	:	120	kg/m ²
Beban Hidup (WL)	:	250	kg/m ²
Jumlah beban	:	379,5	kg/m ²

Maka di ambil beban yang mampu dipikul 400 kg/m² dengan lebar 2.542 mm pada kondisi 3 tumpuan

Menentukan Tulangan atas Untuk Pelat Bondek

Data Masukan

Tinggi Plat (h)	:	12	cm
Penutup beton (Pb)	:	3	cm
Kondisi Tumpuan (1-9)	:	3	
Fy Bondek	:	550	mpa
Fy Wiremesh	:	500	mpa
Total Fy	:	1050	mpa
Fc'	:	25	mpa
Bj. Beton	:	2400	kg/m ³
Ly	:	450	cm
Lx	:	450	cm
Berat bondek 1mm	:	9,5	kg/m ²
Beban Mati (WD)	:	120	kg/m ²
Beban Mati (WD)	:	129,5	kg/m ²
Beban Hidup (WL)	:	250	kg/m ²

Hasil Analisa

Tulangan Mlx	:	dia6 -200 mm	Ok!
Tulangan Mtx	:	dia6 -200 mm	Ok!
Tulangan Mly	:	dia6 -200 mm	Ok!
Tulangan Mty	:	dia6 -200 mm	Ok!

Coba -Coba

Diameter	Jarak tulanga
6	200
6	200
6	200
6	200

Analisa

Berat Sendiri Struktur	:	288 kg/m ²
Beban berfaktor=1.2WD+1.6WL	:	901 kg/m ²

Momen Tumpuan

Ly/Lx	:	2 -----> Plat dua arah
C1	:	48
C2	:	48
C3	:	48
C4	:	48
Mlx=+0.001*qlx ² *C	:	875,772 Kg m
Mly=+0.001*qlx ² *C	:	875,772 Kg m
Mtx=-0.001*qlx ² *C	:	-875,772 Kg m
Mty=-0.001*qlx ² *C	:	-875,772 Kg m

Desain Tulangan

---Arah X dan Y positif

b	:	100 cm
d x (tebal plat) =h-pb-0.5fx	:	8,7 cm
ø	:	0,8
b1	:	0,85
Mu	:	875,772 Kg m
Mn (perlu) =Mu /ø	:	1094,715 Kg m

Koefisien Ketahanan

$$Rn = Mn / bd^2 : 14,463139 \text{ kg/cm}^2$$
$$Rn = \rho * Fy \left[1 - 0.59 * \frac{\rho * Fy}{Fc'} \right] : 1050 \text{ ro-26019ro}^2 \text{ MPa}$$

Dengan menyamakan kedua nilai Rn diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh:

$$26019ro^2 - 1050ro + 1,446 = 0$$

r1	:	0,001428
r2	:	0,0389272

Pembatasan nilai r

rb = ((0.85*Fc'*b1)/Fy)*(600/(600+Fy))	:	0,0062554
r maks = 0.5*rb	:	0,0031277
Luas tulangan As=r*b*d	:	1,2423345 cm ²
dicoba tulangan, ø	:	6 mm

Jarak Tulangan : 200 mm
 Luas tulangan As1 : 1,41 cm²

Momen nominal penampang:

r aktual = As1/(b*d) : 0,001625

Lengan Momen dalam:

a = As1*Fy/(0.85*Fc'*b) : 0,6985424 cm

Mn (aktual) = As1*Fy(d-a/2) : 1239,58 Kg m > 1094,72 K Ok!
 : 12,40 KN m > 10,947 KN Ok!

---Arah X dan Y negatif

b : 100 cm

d x (tebal plat) =h-pb-0.5fx : 8,7 cm

f : 0,8

b1 : 0,85

Mu : 875,772 Kg m

Mn (perlu) =Mu /f : 1094,715 Kg m

Koefisien Ketahanan

Rn=Mn / bd² : 16,685185 kg/cm²

$R_n = \rho * F_y \left[1 - 0.59 * \frac{\rho * F_y}{F_c'} \right]$: 1050 ro-26019ro² MPa

Dengan menyamakan kedua nilai Rn diatas, serta memperhatikan satuannya, diperoleh:

$$26019ro^2 - 1050ro + 1,669 = 0$$

r1 : 0,0016571

r2 : 0,038698

Pembatasan nilai r

rb = ((0.85*Fc'*b1)/Fy)*(600/(600+Fy)) : 0,0062554

r maks = 0.5*rb : 0,0031277

Luas tulangan As=r*b*d : 1,3422604 cm²

dicoba tulangan, f : 6 mm

Jarak Tulangan : 200 mm

Luas tulangan As1 : 1,41 cm²

Momen nominal penampang:

r aktual = As1/(b*d) : 0,0017453

Lengan Momen dalam:

a = As1*Fy/(0.85*Fc'*b) : 0,6985424 cm

Mn (aktual) = As1*Fy(d-a/2) : 1150,52 Kg m > 1094,72 K Ok!
 : 11,51 KN m > 10,947 KN Ok!

Tulangan Susut

Asusut =0.0020*b*h	:	240	mm ²	
dicoba tulangan, f	:	8	mm	
jarak tulangan	:	209,43951	mm	
dipakai jarak tulangan susut	:	200	mm	
Kuat geser plat tanpa tulangan geser				
Vu=0.5*Wu*L	:	2027,25	kg/m'	
f	:	0,6		
d	:	9	cm	
fVn=f(1/6*sqrt*fc'*bw*d)	:	4500	kg	> 2027,25 kg Ok!

3.6 Metode pelaksanaan pekerjaan pelat lantai

HAL – HAL YANG HARUS DIPERHATIKAN :

1. Pasir yang digunakan di ayak dahulu untuk mendapatkan gradasi material yang sama/seragam.
2. Air yang digunakan harus bebas dari pengaruh asam.
3. Dilaksanakan setelah pekerjaan Kolom
4. Memasang Schafolding dan steger untuk menahan bekisting

ALAT YANG DIGUNAKAN :

1. Tower Crane
2. Truck Mixer
3. Concrete Mixer/ Beton Molen
4. Concrete Vibrator
5. Concrete Pump
6. Saringan Pasir
7. Sendok Adukan
8. Cangkul
9. Ember
10. Slang air
11. Perlengkapan Curing

TENAGA :

1. Mandor
2. Kepala Tkg
3. Tukang
4. Pekerja

MATERIAL :

1. Batu Pecah
2. Besi Beton
3. Semen
4. Pasir Pasang

1. Tahap Persiapan

a. Pekerjaan Pengukuran

Pengukuran ini bertujuan untuk mengatur/ memastikan kerataan ketinggian balok dan pelat. Pada pekerjaan ini digunakan pesawat ukur *theodolithe*.

Pengukuran menggunakan *theodolithe* dapat di lihat pada gambar 3.2 seperti di bawah ini:



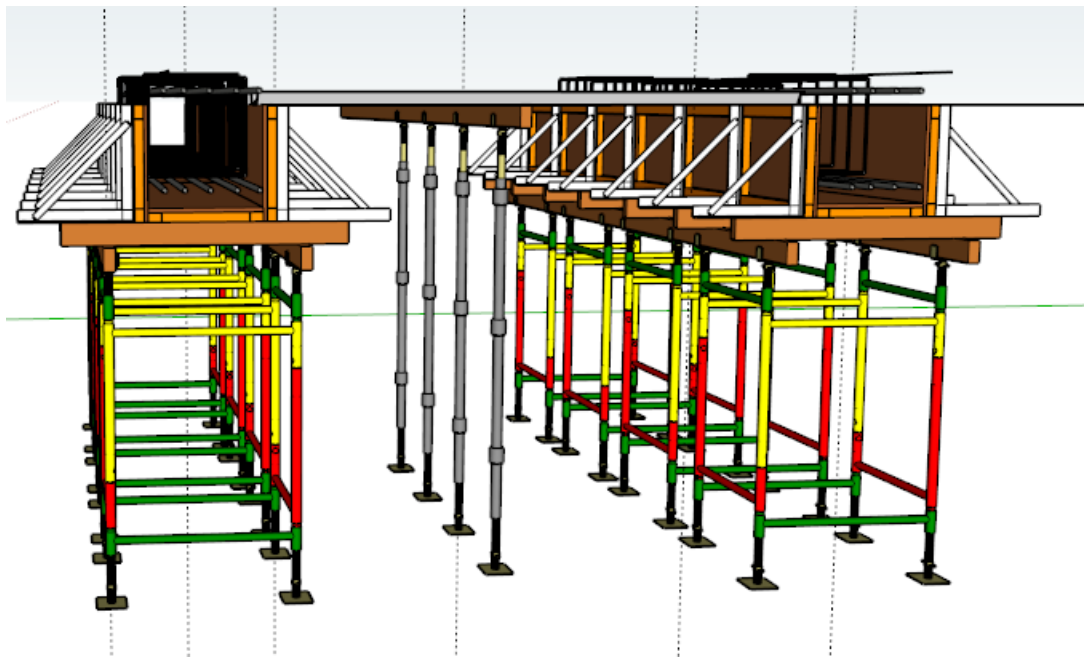
Gambar 3.2 Pekerjaan pengukuran

2. Pembekistingan pelat

Tahap pembekistingan pelat adalah sebagai berikut :

- a. *Scaffolding* untuk pelat disusun berjajar bersamaan dengan *scaffolding* untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi dari pada balok maka *Scaffolding* untuk pelat lebih tinggi dari pada balok dan diperlukan *main frame* tambahan dengan menggunakan *Joint pin*. Perhitungkan ketinggian *scaffolding* pelat dengan mengatur *base jack* dan *U-head jack* nya
- b. Setelah itu pasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah *cross brace* dan diatas girder dipasang suri-suri dengan arah melintangnya.
- c. Kemudian dipasang *Bondek* sebagai alas pelat., bondek dipasang serapat mungkin sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran
- d. Gunakan *sterofom* untuk menutupi lubang pada tepi bondek agar tidak bocor.
- e. Setelah pemasangan bekisting balok dan pelat dianggap selesai selanjutnya pengecekan tinggi level pada bekisting balok dan pelat dengan waterpass, jika sudah selesai maka bekisting untuk balok dan pelat sudah siap.

Untuk pembekistingan pelat dan pemasangan scaffolding dapat di lihat pada gambar 3.3 seperti berikut ini:



Gambar 3.3 Pembekistingan pelat

(Sumber: <http://newkidjoy.blogspot.co.id/2014/03/pemasangan-floordeck-sebagai-pengganti.html>)

3. Pembesian balok

Tahap pembesian balok adalah sebagai berikut :

- a. Untuk Pembesian balok pada awalnya dilakukan pabrikan di los besi kemudian diangkat menggunakan tower crane ke lokasi yang akan dipasang.
- b. Besi tulangan balok yang sudah diangkat lalu diletakkan diatas bekisting balok dan ujung besi balok dimasukkan ke kolom.
- c. Pasang beton *decking* untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok lalu diikat.

Penulangan untuk balok dapat di lihat pada gambar 3.4 berikut ini:



Gambar 3.4 Pembesian balok

4) Pembesian pelat

Setelah tulangan balok terpasang. Selanjutnya adalah tahap pembesian pelat, antara lain :

- a. Pada proses pembesian, dipelat bondek tidak ada lagi yang namanya proses perakitan besi tulangan, dikarenakan telah menggunakan besi wiremesh dan bondek sebagai tulangan bawah. Dimana besi wiremesh tersebut telah berbentuk lembaran yang siap pakai, jadi prosesnya setelah bondek terpasang letakan tahu beton dengan tebal 2,5 cm selanjutnya letakan besi wiremesh diatas bondek.
- b. Setelah pembesian balok dan pelat dianggap selesai, lalu diadakan checklist/ pemeriksaan untuk tulangan. Adapun yang diperiksa untuk pembesian balok adalah diameter dan jumlah tulangan utama, diameter, jarak, dan jumlah sengkang, ikatan kawat, dan beton . Untuk pembesian pelat lantai yang diperiksa adalah, penyaluran pembesian pelat terhadap balok, jumlah dan jarak tulangan ekstra, pemasangan sterofoam pada lubang-lubang gelombang bondek dan kebersihannya.

Pembesian pada pelat lantai dapat di lihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.5 Pembesian pelat

5. Pengecoran Pelat dan Balok

- a. Setelah bekisting dan pembesian siap *engineer* mengecek ke lokasi atau zona yang akan dicor
- b. Setelah semua OK, *engineer* membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas
- c. Kemudian tim pengawas melakukan survey ke lokasi yang diajukan dalam surat cor.
- d. Setelah OK konsultan pengawas menandatangani surat izin cor tersebut
- e. Surat izin cor dikembalikan kepada *engineer* dan pengecoran boleh dilaksanakan.
- f. Setelah mendapatkan Ijin pengecoran disetujui, *engineer* menghubungi pihak beaching plan untuk mengecor sesuai dengan mutu dan volume yang dibutuhkan di lapangan.
- g. Pembersihan ulang area yang akan dicor dengan menggunakan air compressor sampai benar – benar bersih
- h. Bucket dipersiapkan sebelumnya kemudian di siram air untuk membersihkan bucket dari debu-debu atau sisa pengecoran sebelumnya. Selanjutnya

mempersiapkan satu keranjang dorong untuk mengambil sampel dan test slump yang diawasi oleh engineer dan pihak pengawas.

- i. Setelah dinyatakan OK, pengecoran siap dilaksanakan
- j. Sampel benda uji diambil bersamaan selama pengecoran berlangsung, diambil Beton yang keluar dari truk kemudian dituang ke bucket lalu bucket diangkat dengan TC,
Setelah bucket sampai pada tempat yang akan dicor, petugas bucket membuka katup bucket untuk mengeluarkan beton segar ke area pengecoran, Kemudian pekerja cor meratakan beton segar tersebut ke bagian balok terlebih dahulu selanjutnya untuk plat diratakan oleh scrub secara manual lalu check level dengan waterpass.1 pekerja vibrator memasukan alat kedalam adukan kurang lebih 5-10 menit di setiap bagian yang dicor. Pemadatan tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya rongga udara pada beton yang akan mengurangi kualitas beton.
- k. Setelah dipastikan balok dan pelat telah terisi beton semua, permukaan beton segar tersebut diratakan dengan menggunakan balok kayu yang panjang dengan memperhatikan batas ketebalan pelat yang telah ditentukan sebelumnya.

Pengecoran pelat dan belok dapat di lihat pada gambar 3.6 di bawah ini:



Gambar 3.6 Pengecoran pelat dan balok

6. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting pelat tidak perlu dilakukan karena bondek berfungsi sebagai bekisting tetap dan profil plafon, sedangkan untuk balok pembongkaran bekisting dilakukan 7 hari setelah pengecoran. Setelah bekisting di bongkar kemudian dipasang sapot sebagai penunjang pelat dan beban di atasnya.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

1. Setelah perhitungan pada bab 3 Pekerjaan pelat lantai dengan menggunakan bondek sebagai material bekisting sekaligus pengganti tulangan tarik lebih efisien dari pelat beton konvensional, itu dapat dilihat dari beberapa aspek sebagai berikut:

- Perbandingan harga kedua pelat sebagai berikut: untuk pelat beton konvensional sebesar Rp 2.542.654/m² (*Dua juta lima ratus empat puluh dua ribu enam ratus lima puluh empat*) dan untuk pelat beton bondek Rp 2.470.071/m² (*Dua juta empat ratus sembilan ribu enam ratus tiga puluh empat*) dengan selisih sebesar Rp 133.019/m² (*Seratus tiga puluh tiga ribu sembilan belas*)
- produktivitas pekerjaan pelat lantai sebagai berikut: pekerjaan pelat lantai konvensional 114 m²/ Hari dan untuk pekerjaan pelat lantai bondek 130,5 m²/Hari dengan selisih 16,5 m²/Hari
- kebutuhan tenaga kerja sebagai berikut: untuk pelat beton konvensional diperlukan 54 org/hari untuk satu lantai dan untuk pelat beton bondek 49 org/Hari untuk satu lantai

2. Sesuai perhitungan untuk pelat metode konvensional tulangan yang digunakan adalah wiremesh Ø8-150 untuk tulangan atas dan bawah, sedangkan untuk perencanaan pelat beton sistem bondek untuk tulangan bawah digunakan bondek *UNION W-1000*

Tebal : 1mm

Tinggi gelombang: 50 mm

Jarak gelombang : 100mm

Lebar : 1000 mm

Panjang : max 12.000 mm

Untuk tulangan atas digunakan wiremesh Ø6-200.

4.2 Saran

1. Pada proyek pembangunan gedung bertingkat banyak di sarankan untuk menggunakan bondek sebagai material pengganti bekisting sekaligus tulangan tarik pada pelat lantai, karena dengan menggunakan bondek lebih ekonomis dan lebih mudah pekerjaan dari pelat beton konvensional.
2. Untuk penulangan pelat lantai dapat di gunakan material bondek sebagai pengganti tulangan tarik, tapi penggunaan bondek tidak bisa diterapkan pada sisi tepi gedung (plat lantai kantilever).

DAFTAR PUSTAKA

- Aiman Naufal, Studi Perbandingan Penggunaan Teknologi Pelat Beton Konvensional Dan Pelat Beton Bondek Gedung Ball Room Universitas Muhammadiyah Makassar, *Tugas akhir*, Universitas Hasanudin Makassar.
- Daftar Harga Bahan Bangunan Dan Upah Kota Manado Tahun 2015: Dinas Pekerjaan Umum, Manado.
- Ervianto, Wulfam. Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi. Edisi Yogyakarta: Andi, 2004
- Fastaria Rininta dan Putri Yosnoriya, Analisa Perbandingan Metode *Halfslab* dan Plat Komposit Bondek Pekerjaan Struktur Plat Lantai Proyek Pembangunan Apartement De Papilio Tamansari Surabaya, *Jurnal teknik sipil*, Institut Teknologi Sepuluh (ITS).
- Ilmu Sipil:Contoh harga satuan bekisting,(<http://www.ilmusipil.com/contoh-analisa-harga-satuan-Bekisting>, 09-07/2015)
- Sunggono.Kh.Ir (1984),*Buku Teknik Sipil*.Nova,Bandung.
- Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*.
- Lubis Tigor, SST, Perencanaan Struktur Dan Metode Pelaksanaan Struktur Pelat Lantai Menggunakan Bondek Pada Pembangunan Muktmart III, *Tugas akhir*, Politeknik Negeri Manado 2013.`
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)*.
- PT. UNION METAL: *Spesifikasi dan desain pelat bondek* (<http://elib.unikom.ac.id/download.php?id=19690>, 03-08/2015)
- SNI-7394-2008 ‘Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002)*.