

# ANALISA KEKUATAN PELAT LATAI BONDEK SERTA PERBANDINGAN BIAYA KONSTRUKSINYA

## “Studi Kasus Gedung FMIPA UII”

Diah Ayu Putri<sup>1</sup>, Tuti Sumarningsih<sup>2</sup>, Hariadi Yulianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: *diah\_ayuputri3@gmail.com*

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: *tuti.sumarningsih@uii.ac.id*

<sup>3</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: *hariadi.yulianto@uii.ac.id*

**Abstrak :** Bondek or steel deck in other terms is one of the innovations of construction materials that made of steel-shaped sheets materials that used to make floor Slab. The use of bondek itself can save the use of wood formwork on making floor pelate in usually and become a positive reinforcement floor slab. The use of bondek for floor Slab can save costs because bondek can act as a formwork as well as a positive reinforcement on the floor slab, but on other sides the use of bondek causes the use of steel raw materials increases, where the price of steel raw materials in the market is not cheap. Both opinions are the background of this research. The purpose of this research is to compare the floor slab by conventional method with making floor slab by bondek in terms of cost and also its structure. The step in this research first is collection of data that needed then surveyed in the field about bondek prices on the market and then after all the complete data can be done calculation analysis. Analysis of RAB floor slab calculation using conventiona method and floor slab using bondek. The analysis of the structure of the floor slab by using the bondek is to determine for whether the floor slab is safe and can be used, which the calculation refers to the Steel Deck Institute 2011. The result of the research analysis has been done in obtaining that the making of floor slab using bondek cheaper 49,05% than the floor slab with conventional method and for structural aspect of floor slab of bondek that can be used at Building FMIPA UII is bondek with thickness 0,7mm with wiremesh M10 sheets with 50mm spacing.

**Kata Kunci :** Bondek Floor Slab, Cost, Strenght, Floor Slab

### 1. PENDAHULUAN

Ilmu dan teknologi selalu mengalami perkembangan dengan sangat pesat, sehingga pada era 2000an sekarang ini ditemukan berbagai macam inovasi-inovasi di bidang teknik sipil yang bertujuan untuk mempermudah pekerjaan konstruksi salah satunya adalah bondek. Bondek adalah salah satu material konstruksi yang terbuat dari baja berbentuk lembaran-lembaran.

Pelat lantai konvensional pada umumnya

menggunakan kayu sebagai bahan bekesting. Keuntungan penggunaan bondek pada pembuatan pelat lantai diantaranya, biaya untuk pengadaan bekesting kayu dapat dihemat dikarenakan bondek berfungsi sebagai bekisting yang tidak perlu dibongkar lagi. Kelebihan bondek lainnya adalah lebih praktis dan lebih cepat dalam pengerjaan di lapangan. Bondek merupakan material yang memiliki tingkat ketahanan terhadap kebakaran yang baik. Pemakaian bondek berfungsi juga untuk mengurangi kerusakan lingkungan, dikarenakan

dengan menggunakan bondek penggunaan bekisting dari kayu dapat dikurangi, sehingga kerusakan lingkungan dapat dikurangi.

Pelat lantai di proyek konstruksi merupakan salah satu komponen struktur atas bangunan. Pelat lantai dengan metode konvensional adalah pembuatan struktur pelat lantai dengan urutan pemasangan scaffolding, pemasangan bekisting, pemasangan tulangan pelat lantai yang terdiri dari beberapa lapis tulangan dimana tahap akhirnya dilakukan pengecoran beton. Bangunan yang menggunakan metode konvensional salah satunya adalah gedung baru FMIPA UII di Jalan Kaliurang Km 14,5 Kampus terpadu UII.

Gedung baru FMIPA UII difungsikan nantinya sebagai kantor, ruang praktikum dan ruang perkuliahan mahasiswa. Gedung perkuliahan FMIPA UII digunakan sebagai studi kasus penelitian ini dikarenakan luas total bangunan dan jumlah lantai bangunan yang memenuhi kriteria sebagai studi kasus penelitian tugas akhir. Gedung perkuliahan FMIPA UII digunakan sebagai studi kasus penelitian juga dikarenakan proyek pembangunannya yang merupakan proyek swadaya yayasan UII, dimana biaya yang dikeluarkan menjadi hal yang harus direncanakan secara efisien.

Penggunaan bondek pada struktur pelat lantai mempunyai keunggulan dibandingkan pembuatan pelat lantai dengan metode konvensional, diantaranya tingkat efisiensi penggunaan material konstruksi dan kepraktisan di lapangan, struktur pelat lantai dengan bondek dapat dilihat pada Gambar 1.2 dibawah ini. Ditinjau dari aspek biaya terdapat dua opini yang berkembang, opini yang pertama adalah struktur pelat lantai dengan bondek memakan biaya yang mahal dikarenakan jumlah pemakaian bahan baku baja yang meningkat. Opini yang kedua adalah struktur pelat lantai dengan bondek dapat menghemat biaya dikarenakan pengurangan penggunaan bekisting di

lapangan dan tulangan pelat lantai. Kedua perbedaan opini inilah yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini, bagaimana perbandingan biaya pelaksanaan pekerjaan pelat lantai metode konvensional dengan pelat lantai menggunakan bondek.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian – penelitian terdahulu yang telah membahas tentang bondek yang didapatkan berupa 4 skripsi atau tugas akhir dan 1 jurnal.

Salah satu penelitian yang ada di Jurnal Teknik POMITS Vol. 3, No. 2, (2014) ISSN: 2337-3539 yang berjudul *Analisa Perbandingan Metode Halfslab dan Pelat Komposit Bondek Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Proyek Pembangunan Apartement De Papilio Tamansari Surabaya* yang ditulis oleh Fastaria dan Putri (2014) membahas tentang analisa perbandingan metode halfslab dan pelat komposit bondek pekerjaan struktur pelat lantai.

Tugas akhir milik saudara Aiman (2014) yang berjudul *Studi Perbandingan Penggunaan Teknologi Pelat Beton Konvensional Dan Pelat Beton Bondek Gedung Ball Room Universitas Muhammadiyah Makassar*. Tugas akhir yang berjudul *Studi Eksperimental Balok Komposit Baja Ringan Dengan Balok Beton Bertulang* ditulis oleh saudara Andreas (2012) adalah penelitian yang bertujuan untuk mempelajari aksi komposit antara beton dengan baja ringan Liped Chanel pada struktur balok.

Tugas akhir yang dibuat saudara Akbar (2016) adalah *Analisis Perbandingan Biaya Pekerjaan Pelat Lantai Antara Menggunakan Steel Deck Dengan Beton Bertulang Konvensional Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Sarila Yogyakarta*. Tugas akhir yang dibuat bertujuan mengetahui besarnya perbandingan biaya

pekerjaan pelat lantai antara beton bertulang dengan steel deck.

Judul tugas akhir yang dibuat oleh saudara Naray (2015) adalah *Analisa Perencanaan Dan Pelaksanaan Pelat Bondek Sebagai Pengganti Tulangan Tarik Konstruksi Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado*. Tugas akhir yang dibuat bertujuan untuk menganalisa kekuatan dan harga penggunaan pelat bondek sebagai material pengganti bekisting dan tulangan tarik.

### 3. LANDASAN TEORI

#### 3.1 Tinjauan Umum Pelat

Asroni, (2010) pelat lantai adalah struktur bidang tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut.

Pelat lantai sendiri merupakan salah satu elemen struktur pada suatu konstruksi bangunan yang terdiri dari bentang panjang yang disebut  $L_y$  dan juga bentang pendek yang biasa disebut  $L_x$ . Pelat lantai memiliki dua jenis, yaitu Pelat lantai satu arah dan Pelat lantai dua arah yang ditinjau berdasarkan rasio perbandingan  $L_y$  dibandingkan dengan  $L_x$ , dimana untuk nilai  $L_y/L_x$  lebih dari dua maka termasuk kedalam pelat satu arah sedangkan jika kurang dari dua maka termasuk kedalam pelat jenis dua arah. Perbedaan antara pelat lantai satu arah dan pelat lantai dua arah itu selain dari rasio perbandingan antara  $L_y$  dengan  $L_x$  adalah dari sistem penulangannya saja.

#### 3.2 Pelat Lantai Bondek

Pelat lantai dengan menggunakan bondek merupakan salah satu inovasi di bidang teknik sipil yang berhubungan dengan pembuatan komponen pelat lantai yang menambahkan bondek, dimana bondek yang digunakan untuk pembuatan pelat lantai memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai bekisting tetap dan sebagai penulangan positif satu arah. Pelat lantai bondek

ditambahkan wiremesh yang berfungsi untuk menambahkan kekokohan dari pelat lantai. Bondek atau istilah luarnya steeldeck adalah salah satu material konstruksi yang terbuat dari baja berbentuk lembaran-lembaran yang digunakan untuk pelat lantai.

Perhitungan kekuatan pelat lantai bodek dimana parameter dari elemen – elemen yang ditinjau adalah besarnya flexural strength dari pelat lantai bondek yang digunakan, maka dalam analisa perhitungannya digunakan rumus dari steel deck institut tahun 2011 yang composite section dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini, dengan penjabaran rumus yang digunakan seperti dibawah ini juga.

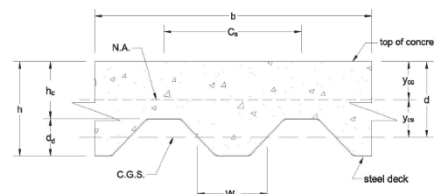


Figure A4-1 - Composite Section

#### Gambar 1 Gambar Penampang Komposit Pelat Lantai Dengan Bondek

(Sumber : Steeldeck Institute, 2011)

Flexural strength oke apabila :  $M_{ru} > M_{u+}$   
\*(Momen Ultimate Pelat Lantai)

Dimana :

$$d = h - 1/2 \times \text{tinggi gelombang}$$

$$h_c = h - \text{tinggi gelombang}$$

Lalu,

$$Y_{cc} = d \{ \sqrt{(2\rho n + (\rho n)^2)} - \rho n \} < h_c \quad (1)$$

Dimana :

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{E_s}{0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{F_c}} \quad (2)$$

$$\rho = A_s / (b \times d) \quad (3)$$

$$Y_{cs} = d - Y_{cc} \quad (4)$$

$$I_c = \frac{b}{3 \times n} \times Y_{cc}^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf} \quad (5)$$

Flexural Strength :

$$M_y = \frac{(F_y \times I_c)}{(h - Y_{cc})} \quad (6)$$

$$M_{ru} = \phi \times M_y \quad (7)$$

Keterangan :

$d$  = distance from top of concrete to centroid of steel deck

$W_c$  = concrete unit weight, ( $\text{kg/m}^3$ )

$n$  = Modular ratio

$E_s$  = 203000 MPa

$E_c$  = modulus of elasticity of concrete

$F_c$  = Concrete strength (MPa)

$A_s$  = area of steel deck per unit ( $\text{mm}^2$ )

$I_{sf}$  = moment of inertia of the full steel deck per unit ( $\text{mm}^4$ )

$F_y$  = yield stress of steel deck (MPa)

$I_{cr}$  = Cracked section moment of inertia ( $\text{mm}^4$ )

$h$  = slab depth (mm)

$Y_{cc}$  = distance from top of slab to neutral axis of cracked section (mm)

$\phi = 0,85$

### 3.3 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

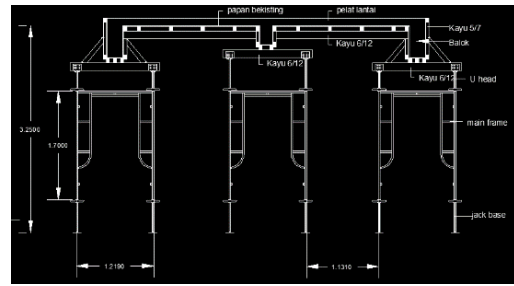
Niron (1978) rencana anggaran biaya (RAB) terdiri dari 3 komponen, yang pertama adalah rencana yang memiliki arti himpunan perencanaan termasuk detail atau penjelasan dan tata cara pelaksanaannya (bestek dan gambar bestek). Komponen kedua adalah anggaran yang berarti perkiraan atau perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bestek dan gambar bestek. Komponen yang ketiga adalah biaya yang berarti jenis atau besarnya pengeluaran (rupiah) yang ada hubungannya dengan borongan yang tercantum dalam persyaratannya.

### 3.4 Wiremesh

Wiremesh adalah bahan material yang terbuat dari beberapa batang logam, baja atau aluminium dalam jumlah banyak dan dihubungkan satu sama lain dengan cara dilas atau bahkan dihubungkan dengan PIN atau peralatan lain hingga berbentuk lembaran dan ada yang bisa digulung. Wiremesh memiliki ukuran diameter besi dan juga spasi antar besi yang satu dengan yang lainnya yang beragam, seperti halnya tulangan besi pada umumnya yang ada di pasaran.

### 3.5 Scaffolding / Perancah

Perancah atau istilah luarnya scaffolding adalah suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia dan material dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan-bangunan besar lainnya. Komponen-komponen yang ada dalam satu scaffolding adalah rangka main frame atau walk thru frame, diagonal bidang bracing atau cross brace, adjustable jack atau jack base, brace locking (pen), join pin dan u head. Komponen-komponen scaffolding seperti pada Gambar 2 di bawah ini.



**Gambar 2 Penampang Scaffolding Tampak Depan**

(Sumber : Gambar Proyek Kerja Praktik, 2016)

Pipe support berbentuk sebuah batang besi yang berfungsi untuk meratakan beban scaffolding agar lebih aman dan kuat (pelengkap), selain itu juga berfungsi sebagai pengganti bagian main frame yang digunakan jika bagian yang akan dicor terletak di sudut ruangan yang lahan penunjangnya sempit, Gambar 3 dibawah ini merupakan gambar penampang pipe support.

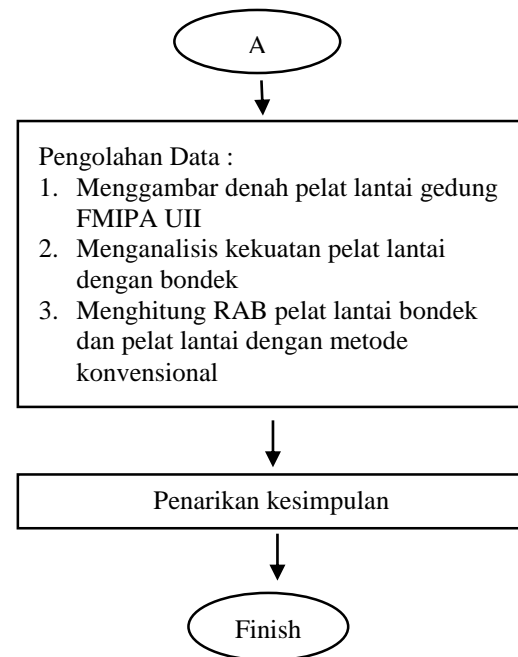
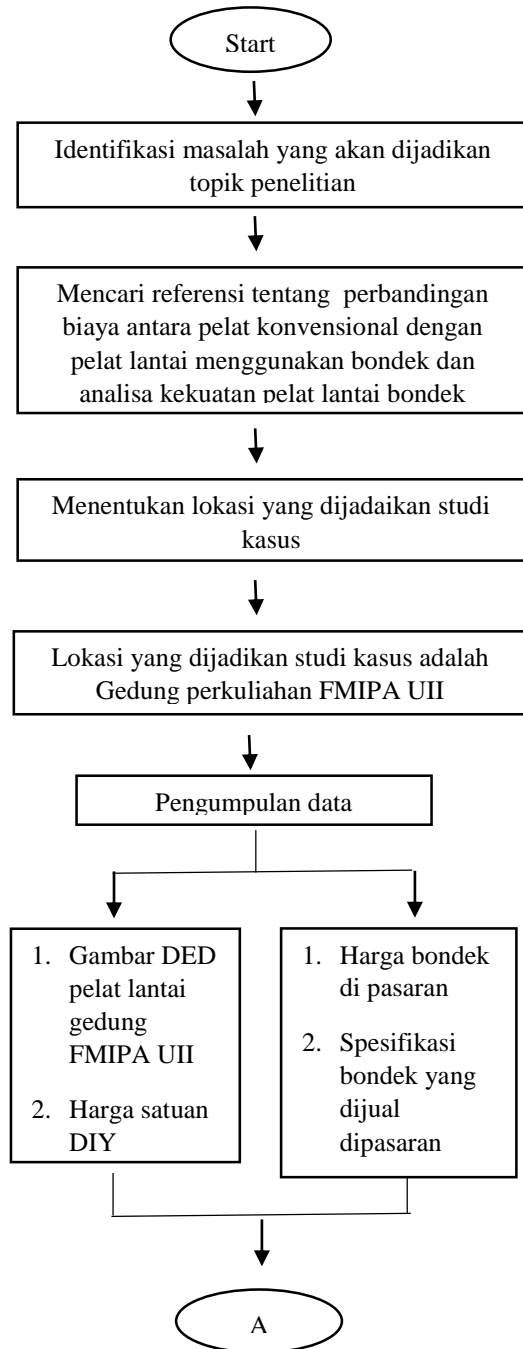


**Gambar 3 Penampang Pipe Support Sebagai Perancah**

(Sumber : Eko Saryanto, 2015)

#### 4. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan memiliki langkah – langkah yang dapat diringkas menjadi suatu bagan alir (*Flow Chart*) yang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Bagan Alir Metode Penelitian

#### 5. PEMBAHASAN

##### 5.1 Data

Data yang telah didapatkan berupa :

1. Spesifikasi bondek yang digunakan adalah SMARTDEK LYSAGHT yang dipasarkan oleh PT.Cahaya Bangun Perkasa dengan spesifikasi bahan :
  - a. Bahan Dasar : Baja High- Tensile
  - b. Tegangan leleh minimum : 550 MPa
  - c. Lapis Lindung : Hot Dip Galvanized
  - d. Tebal Standar : 0,7 mm, 1 mm
  - e. Berat Bahan : 7,00 kg/m<sup>2</sup> untuk ketebalan 0,7 mm
  - f. Tinggi Gelombang : 50 mm
  - g. Lebar Efektif : 960 mm
  - h. Panjang : Maksimum 12.000 mm (Panjang dapat dipotong sesuai kebutuhan tergantung daya angkut/fasilitas kendaraan)
  - i. Harga : Rp 105.000/panjang 100 cm dan lebar 96 cm
2. Spesifikasi wiremesh yang digunakan adalah sebagai berikut :
  - a. Tipe Wiremesh : Union Wiremesh M10
  - b. Diameter Tulangan : 10 mm
  - c. Ukuran : 2,1 m × 5,4 m

- d. Spasi : 50 mm
  - e. Teg Leleh : 5.000 kg/cm<sup>2</sup>, mutu U50
  - f. Harga : Rp 855.000/ lembar
3. Produk bondek dan *wiremesh* pada penelitian ini menggunakan biaya tambahan pengiriman sebesar Rp 900/ kg dengan pengiriman barang kurang dari 300 kg dikenakan tarif tambahan sebesar Rp 40.000 . Jasa pengerimana yang digunakan adalah Ekspedisi PT. Sadana Combinatama Express jalur darat dengan menggunakan mobil box tertutup dengan maksimum panjang barang yang diangkut adalah 4,5 m dengan lama pengiriman 1 hari sudah tiba di Yogyakarta.

## 5.2 Analisis Data

### 5.2.1 Perhitungan Kekuatan Struktur Pelat Lantai Dengan Menggunakan Bondek

Komponen yang dijadikan sebagai tolak ukur dari aman atau tidaknya pelat lantai dengan menggunakan bondek dan juga wiremesh adalah dilihat dari flexural strength dan shear strength. Pelat lantai dengan menggunakan bondek memiliki dua komponen penyusun yaitu tulangan positif dan juga tulangan negatif, dimana untuk tulangan positif menggunakan bondek dan untuk tulangan negatif menggunakan wiremesh.

Berikut urutan dan juga penjabaran dari perhitungan kekuatan dari pelat lantai dengan menggunakan bondek dan *wiremesh*.

#### 1. Pembebanan

Pembebanan yang diperhitungkan pada penelitian ini hanya terdiri dari beban mati dan juga beban hidup yang rekapitulasi hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

**Tabel 1 Rekapitulasi Perhitungan Pembebanan**

Pembebanan Pelat Lantai			
Beban Mati Plat Lantai			
No	Nama	Tebal (m)	Beban (QD) (T/m <sup>2</sup> )
1	Plat (Beton)	0,0945	2,4
2	Spesi	0,02	0,021
3	Kramik	1	0,015
4	Mekanikal Electrical	1	0,025
5	Berat langit - Langit	1	0,011
6	Berat rangka Langit Langit	1	0,007
Total Qd Lantai			0,28522
Beban Hidup Plat lantai			
No	Fungsi bangunan	Beban (QL) (Kg/m <sup>2</sup> )	Konversi (T/m <sup>2</sup> )
1	Gedung Perkuliahan	250	0,25
Beban Terfaktor (Qu)			
Kombinasi yang digunakan		1,2D + 1,6L	0,742264 T/m <sup>2</sup>

#### 2. Perhitungan Momen Ultimate (Mu) dan Geser Ultimate (Vu)

Menghitung nilai Mu dan Vu persamaan yang digunakan sama, yang membedakan hanya koefisiennya saja, dimana koefisien dapat dilihat pada Pasal 8.3.3 di SNI 2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Berikut persamaan yang digunakan, yaitu ;

$$Mu = Koefisien \times Ln^2 \times Qu$$

Dimana :

$$Mu = \text{Momen Ultimate}$$

$$Ln = \text{Panjang Bentang Bersih}$$

$$Qu = \text{Beban Kombinasi}$$

$$Vu = 1,15 \times 1/2 \times Qu \times Ln$$

$$Vu = 1/2 \times Qu \times Ln$$

Dimana :

$$Vu = \text{Geser Ultimate}$$

$$Ln = \text{Panjang Bentang Bersih}$$

$$Qu = \text{Beban Kombinasi}$$

Dari persamaan diatas didapatkan nilai – nilai Mu dan Vu untuk tiap – tiap section yang dapat dilihat rekapitulasinya pada tabel 2 dibawah ini. Perhitungan Mu dan Vu dibedakan menjadi 3 section bertujuan untuk mempermudah perhitungan.

**Tabel 2 Rekapitulasi Nilai Mu dan Vu**

Section 1					
MU-	=	0,661108	Tm	Konversi	6,485468 KnM
MU+	=	0,755552	Tm	Konversi	7,411964 KnM
MU-	=	1,057773	Tm	Konversi	10,37675 KnM
MU-	=	0,961611	Tm	Konversi	9,433408 KnM
MU+	=	0,661108	Tm	Konversi	6,485468 KnM
Vu 1	=	1,611177	T	Konversi	15,80564 Kn
Vu 2	=	1,401023	T	Konversi	13,74404 Kn
Section 2					
MU-	=	1,057755	Tm	Konversi	10,37658 KnM
MU+	=	1,208863	Tm	Konversi	11,85895 KnM
MU-	=	1,880454	Tm	Konversi	18,44725 KnM
MU-	=	1,538553	Tm	Konversi	15,09321 KnM
MU+	=	1,057755	Tm	Konversi	10,37658 KnM
Vu 1	=	2,037979	T	Konversi	19,99257 Kn
Vu 2	=	1,772155	T	Konversi	17,38484 Kn
Section 3					
MU-	=	0,687638	Tm	Konversi	6,745729 KnM
MU+	=	0,785872	Tm	Konversi	7,709404 KnM
MU-	=	1,222468	Tm	Konversi	11,99241 KnM
MU-	=	1,000201	Tm	Konversi	9,811969 KnM
MU+	=	0,687638	Tm	Konversi	6,745729 KnM
Vu 1	=	1,643187	T	Konversi	16,11966 Kn
Vu 2	=	1,428858	T	Konversi	14,0171 Kn

### 3. Tulangan Positif (Bondek)

Menghitung kekuatan bondek digunakan acuan yang berupa SDI 2011 untuk *Composite Steel Floor Deck – Slabs* dikarenakan bentuk penampang dari bondek yang berbeda. Bondek yang digunakan adalah smartdeck dengan ketebalan 0,7 mm, berikut perhitungannya .

*Flexural strenght* oke jika :  $M_{ru} > M_{u+}$   
Dimana langkah – langkah mencari nilai  $M_{ru}$  adalah:

$$\begin{aligned} d &= h - 1/2 \times \text{tinggi gelombang} \\ &= 120 - 1/2 \times 51 \\ &= 94,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_c &= h - \text{tinggi gelombang} \\ &= 120 - 51 \\ &= 69 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Y_{cc} = d \{ \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n \} < h_c$$

Dimana :

$$\begin{aligned} n &= \frac{E_s}{E_c} \quad *W_c = 2400 \text{ kg/m}^3 \\ n &= \frac{E_s}{0,043 \times (W_c)^{1,5} \times \sqrt{F_c}} \\ &= \frac{203000}{0,043 \times (2400)^{1,5} \times \sqrt{30}} = 7,3308 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\ &= \frac{889,69}{960 \times 94,5} = 0,0098 \end{aligned}$$

Jadi nilai  $Y_{cc}$  adalah :

$$\begin{aligned} Y_{cc} &= d \{ \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n \} < h_c \\ &= 94,5 \{ \sqrt{2(0,0098)(7,3308) + (0,0098 \times 7,3308)^2} - (0,0098 \times 7,3308) \} \\ Y_{cc} &= 36,4 \text{ mm} < 69 \text{ mm} \quad \text{“Oke”} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{cs} &= d - Y_{cc} \\ &= 94,5 - 36,4 \\ &= 58,0999 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$I_c = \frac{b}{3 \times n} \times Y_{cc}^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf}$$

\*dimana  $I_{sf}$  adalah momen inersia dari *steeldeck* itu sendiri

$$I_c = \frac{960}{3 \times 7,3308} \times 36,4^3 + 889,69 \times 58,0999^2 + 409687,5$$

$$= 5518185,898 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{F_y \times I_c}{h - Y_{cc}} = \frac{550 \times 5518185,898}{120 - 36,4} \\ &= 36303855,76 \text{ Nmm} \\ &\text{dikonversi} = 36,3038 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ru} &= \phi \times M_y \\ &= 0,85 \times 36,3038 \\ &= 30,8583 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### 4. Tulangan Negatif (Wiremesh)

Data awal :

$$F_y = 400 \text{ MPa}$$

$$F_u = 490 \text{ MPa}$$

$$F_c = 30 \text{ MPa}$$

$$\beta = 0,75$$

$$\epsilon_c = 0,003$$

$$\text{Tebal Pelat (h)} = 94,5 \text{ mm}$$

\*dikarenakan bentuk penampang bondek yang bergelombang

Selimut

$$\text{beton} = 20 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - (1/2 \times \phi_p)$$

$$= 94,5 - 20 - (1/2 \times 10) = 69,5 \text{ mm}$$

#### Perhitungan lentur (*Flexural Strenght*)

$$M_{u-} = 18,44725 \text{ kNm}$$

\*Nilai momen *ultimate* negatif terbesar

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_{u-}}{0,8} \\ &= \frac{18,44725}{0,8} = 23,05906 \text{ Knm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{23,05906}{1000 \times 69,5^2} = 4,77388 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{F_y}{0,85 \times F_c} \\ &= \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,6863 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p &= \frac{1}{m} \left[ \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{F_y}} \right) \right] \\ &= \frac{1}{15,6863} \left[ \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,6863 \times 4,77388}{400}} \right) \right] \\ &= 0,01333 \end{aligned}$$

$$p_{min} = \frac{1,4}{F_y}$$

$$= \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times F_c}{F_y} \times \beta \times \left[ \frac{600}{600+F_y} \right] \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times 0,75 \times \left[ \frac{600}{600+400} \right] \\ &= 0,02869 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,02869 \\ &= 0,02152 \end{aligned}$$

Karena " $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ " maka digunakan nilai pakai sebesar 0,01333

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,01333 \times 1000 \times 69,5 \\ &= 926,2903 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan:

$$\varnothing_{tul} = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{1p} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak (s)} &= \frac{A_{1p} \times b}{\frac{A_s}{\text{As Perlu}}} \\ &= \frac{78,5398 \times 1000}{1031,6338} = 84,7896 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{st} &= \frac{A_{1p} \times b}{s} \\ &= \frac{78,5398 \times 1000}{83,7896} \\ &= 926,29033 \text{ mm}^2 > 926,2903 \quad \text{"Oke"} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan D10-70, Dikonversi ke *wiremesh* menjadi digunakan *wiremesh* dengan ukuran diameter 10 mm dengan spasi 50 mm.

Perhitungan Geser (Shear Strength)

$$V_u = 19,99257 \text{ kN} \quad \text{*Nilai geser ultimate terbesar}$$

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{1}{6} \times \sqrt{F_c} \times b \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 1000 \times 69,5 \\ &= 63444,52958 \text{ N} \\ &\text{dikonversi} = 63,44453 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi V_n &= \Phi \times V_n \\ &= 0,75 \times 63,44453 \\ &= 47,5834 \text{ kN} > 19,9926 \text{ kN} \quad \text{"Oke"} \end{aligned}$$

## 5.2.2 Perbandingan Biaya Yang Dikeluarkan Untuk Pembuatan Struktur Pelat Lantai Dengan Metode Bondek Dan Metode Konvensional

RAB memiliki 2 komponen utama, yaitu volume dan harga satuan, dimana untuk harga satuan digunakan harga satuan yang tertera di Peraturan Gubernur D.I.Y No 45 Tahun 2015 tentang Standar Harga Barang dan Jasa Daerah. Besarnya nilai harga satuan di tiap daerah tidaklah sama.

Hasil akhir dari analisa harga satuan adalah didapatkannya harga satuan untuk tiap pekerjaan yang selanjutnya dikalikan dengan volume dan didapatkan RAB keseluruhan dari pekerjaan pelat lantai.

Hasil akhir dari perhitungan RAB pelat lantai konvensional dan pelat lantai menggunakan bondek dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

**Tabel 3 RAB Pelat Lantai Konvensional**

No	Elemen	Satuan	Harga Satuan	Volume Total	Harga Total	Jumlah
1	Plat Lantai 1					
	Beton	m <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	172,8048	Rp 204.570.642,36	Rp 1.463.493.798,30
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	26,928	Rp 1.081.105,34	
	Pembesian	kg	Rp 24.930,50	38623,60124	Rp 962.905.690,59	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	810	Rp 186.300.000,00	
	Bekisting	lbr	Rp 224.920,00	483	Rp 108.636.360,00	
2	Plat Lantai 2					
	Beton	m <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	156,7842	Rp 185.605.055,57	Rp 1.443.017.683,75
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	24,42792	Rp 980.732,13	
	Pembesian	kg	Rp 24.930,50	39268,24316	Rp 978.976.936,05	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	778	Rp 178.940.000,00	
	Bekisting	lbr	Rp 224.920,00	438	Rp 98.514.960,00	
3	Plat Lantai 3					
	Beton	m <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	169,0656	Rp 200.144.083,92	Rp 1.594.662.473,18
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	26,376	Rp 1.058.943,65	
	Pembesian	kg	Rp 24.930,50	44273,36819	Rp 1.103.757.205,61	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	798	Rp 183.540.000,00	
	Bekisting	lbr	Rp 224.920,00	472	Rp 106.162.240,00	
4	Plat Lantai 4					
	Beton	m <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	162,84	Rp 192.774.063,00	Rp 1.424.931.855,48
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	25,2432	Rp 1.013.463,99	
	Pembesian	kg	Rp 24.930,50	38082,09737	Rp 949.405.728,48	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	780	Rp 179.400.000,00	
	Bekisting	lbr	Rp 224.920,00	455	Rp 102.338.600,00	
<b>TOTAL BIAYA PLAT LANTAI METODE KONVENSIONAL</b>					Rp 5.926.105.810,70	
Luas Bangunan Plat Lantai dari Lantai 1 sampai Lantai 4 (M2)					4666,6432	
Harga Per(M <sup>2</sup> )					Rp 1.269.886,20	



**Tabel 4 RAB Pelat Lantai Bondek**

No	Elemen	Satuan	Harga Satuan	Volume Total	Harga Total	Jumlah
<b>Plat Lantai 1</b>						
1	Beton	M <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	136,08378	Rp 161.099.380,86	Rp 500.276.593,10
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	3,1368	Rp 125.936,25	
	Wiremesh	Lhr	Rp 869.141,00	127	Rp 110.380.907,00	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	401	Rp 92.230.000,00	
	Bondek	M <sup>2</sup>	Rp 114.305,00	1193,6518	Rp 136.440.369,00	
<b>Plat Lantai 2</b>						
2	Beton	M <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	123,4675575	Rp 146.163.981,26	Rp 477.855.397,63
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	3,25524	Rp 130.691,38	
	Wiremesh	Lhr	Rp 869.141,00	116	Rp 100.820.356,00	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	410	Rp 94.300.000,00	
	Bondek	M <sup>2</sup>	Rp 114.305,00	1193,6518	Rp 136.440.369,00	
<b>Plat Lantai 3</b>						
3	Beton	M <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	133,13916	Rp 157.613.466,09	Rp 492.581.929,35
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	3,6336	Rp 145.881,77	
	Wiremesh	Lhr	Rp 869.141,00	125	Rp 108.642.625,00	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	417	Rp 95.910.000,00	
	Bondek	M <sup>2</sup>	Rp 114.305,00	1139,6698	Rp 130.269.956,49	
<b>Plat Lantai 4</b>						
4	Beton	M <sup>3</sup>	Rp 1.183.825,00	128,2365	Rp 151.809.574,61	Rp 481.723.543,61
	Kayu Penyangga	m <sup>3</sup>	Rp 40.148,00	3,1656	Rp 127.092,51	
	Wiremesh	Lhr	Rp 869.141,00	120	Rp 104.296.920,00	
	Pemasangan Scaffolding	Bh	Rp 230.000,00	414	Rp 95.220.000,00	
	Bondek	M <sup>2</sup>	Rp 114.305,00	1139,6698	Rp 130.269.956,49	
Biaya Pengiriman						Rp 73.274.605
<b>TOTAL BIAYA PLAT LANTAI METODE BONDEK</b>						Rp 2.025.712.068,46
Luas Bangunan Plat Lantai dari Lantai 1 sampai Lantai 4 (M2)						4666,6432
Harga Per(M <sup>2</sup> )						Rp 434.083,34

RAB pelat lantai menggunakan bondek memiliki persentase lebih murah daripada RAB pelat konvensional sebesar 40,79%.

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian ini adalah :

1. Struktur pelat lantai yang apabila di desain menggunakan bondek sebagai tulangan positif dan wiremesh sebagai tulangan negatif memiliki hasil aman dan dapat digunakan setelah melalui proses analisis dengan perhitungan terhadap kuat geser dan kuat lenturnya, yang memiliki spesifikasi berupa:
  - a. Ketebalan Pelat Lantai : 120mm
  - b. Mutu Beton Rencana : 30 MPa
  - c. Merk Bondek : Smartdek Lysaght
  - d. Ketebalan Bondek : 0,7 mm
  - e. Merk Wiremesh: Union Wiremesh M10
  - f. Diameter Wiremesh : 10 mm
  - g. Jarak Wiremesh : 50 cm
  - h. Mu dan Vu : 30,8583 kNm dan 47,5834 kN
  - i. Angka Aman : 2,6
2. Perbandingan harga pelat lantai dengan metode konvensional dan dengan pelat

lantai menggunakan didapatkan untuk pelat lantai dengan metode konvensional RAB yang dikeluarkan mencapai harga Rp 5.926.105.810,70 dengan harga per m<sup>2</sup> sebesar Rp 1.269.886,20.

RAB yang dikeluarkan untuk pelat lantai dengan menggunakan bondek Rp2.025.712.068,46 dengan harga per m<sup>2</sup> sebesar Rp 434.083,34. Selisih antara pembuatan pelat lantai menggunakan bondek dan dengan pelat lantai metode konvensional adalah pembuatan pelat lantai dengan menggunakan bondek memiliki persentase lebih murah sebesar 49,05% terhadap pelat lantai metode konvensional.

### 6.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan untuk penelitian selanjutnya yang ingin membahas topik yang sama adalah :

1. Disarankan dalam pembuatan penelitian dengan topik perbandingan harga bondek dengan metode konvensional dapat menggunakan produk – produk yang ada di daerah yang digunakan sebagai lokasi proyek, guna mengurangi biaya pengiriman produk dari produk tersebut supaya lebih terlihat selisih yang signifikan dari perhitungan RAB pelat lantai menggunakan bondek dan dengan pelat lantai dengan metode konvensional.
2. Disarankan dalam pembuatan atau pembangunan gedung ataupun bangunan bertingkat yang tidak begitu rumit dapat digunakan bondek dan diperkuat dengan wiremesh untuk komponen pelat lantainya, karena lebih menghemat biaya pekerjaan pelat lantai.

### DAFTAR PUSTAKA

Asroni Ali, 2010, *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.

- Aiman K., Naufal. 2014. *Studi Perbandingan Penggunaan Teknologi Pelat Beton Konvensional Dan Pelat Beton Bondek Gedung Ball Room Universitas Muhammadiyah Makassar*. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Andreas. 2012. *Studi Eksperimental Balok Komposit Baja Ringan Dengan Balok Beton Bertulang*. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ervianto. Wulfram I., 2007, *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ir. Sudarmoko. M.Sc.. 1996, *Perancangan Struktur Pelat Beton*, Penerbit UGM Press, Yogyakarta.
- Naray. 2015. *Analisa Perencanaan Dan Pelaksanaan Pelat Bondek Sebagai Pengganti Tulangan Tarik Konstruksi Pelat Lantai Pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado*. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Politeknik Negeri Manado. Sulawesi Utara.
- Priya. Al Akbar. 2016. *Analisis Perbandingan Biaya Pekerjaan Pelat Lantai Antara Menggunakan Steel Deck Dengan Beton Bertulang Konvensional*. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Steel Deck Institute, 2011, *Composite Steel Floor Deck – Slabs*, Amerika Serikat.
- Wibowo. 2012. *Modifikasi Perencanaan Menggunakan Struktur Baja Dengan Balok Komposit Pada Gedung Pemerintah Kabupaten Ponorogo*. Paper. (Online). Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.