

**PEMANFAATAN PELAT BETON *FLY ASH* PRACETAK DENGAN
TULANGAN BILAH BAMBU YANG DIRANGKAI DAN DIPERKUAT
KAWAT GALVANIS MENYILANG SEBAGAI SOLUSI LANTAI RUMAH
DI DAERAH TANAH GERAK**

NASKAH PUBLIKASI

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

DIKA SETIAWAN
NIM : D 100 100 045

Kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN PELAT BETON *FLY ASH* PRACETAK DENGAN TULANGAN BILAH BAMBU YANG DIRANGKAI DAN DIPERKUAT KAWAT GALVANIS MENYILANG SEBAGAI SOLUSI LANTAI RUMAH DI DAERAH TANAH GERAK

Naskah Publikasi

diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 13 Juli 2015

diajukan oleh :

DIKA SETIAWAN
NIM : D 100 100 045

Susunan Dewan Penguji :

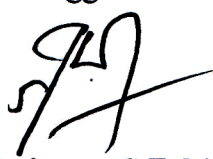
Pembimbing Utama


Basuki, S.T., M.T.
NIK : 783

Pembimbing Pendamping


Ir. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK : 732

Anggota


Budi Setiawan, S.T., M.T.
NIK : 785

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD.
NIK : 682

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Mochamad Solikin, S.T., M.T., PhD
NIK : 792

PEMANFAATAN PELAT BETON *FLY ASH* PRACETAK DENGAN TULANGAN BILAH BAMBU YANG DIRANGKAI DAN DIPERKUAT KAWAT GALVANIS MENYILANG SEBAGAI SOLUSI LANTAI RUMAH DI DAERAH TANAH GERAK

Dika Setiawan

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan Surakarta 57102.
Email : dikasetiawan6@gmail.com

ABSTRAKSI

Beton pracetak sebagai elemen pelat umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan bagi. Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada pelat, sedangkan tulangan bagi berfungsi untuk memperkuat kedudukan tulangan memanjang dan menahan retak beton akibat susut dan perbedaan suhu pada beton. Pada daerah tertentu harga tulangan baja sangat mahal. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Adapun alternatif lain sebagai pengganti tulangan beton tersebut, diantaranya adalah bambu. Bambu yang digunakan sebagai tulangan bisa berupa bilah bambu yang dirangkai. Kekuatan bilah bambu yang dirangkai tersebut memiliki kekuatan yang hampir sama dengan baja sebagai struktur bangunan. Perencanaan beton dengan berdasarkan SNI 03-2834-2000 menghasilkan $f'_c = 19,919$ MPa. Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan adalah 0,6. Penelitian ini telah diketahui besarnya kuat lentur pelat beton bertulangan baja, pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang, kenaikan momen lentur pelat beton bertulangan baja dengan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai serta pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai dengan penambahan kawat yang dipasang menyilang dan perbandingan kuat lentur pelat beton bertulangan secara pengujian dengan kuat lentur maksimal pelat beton bertulangan secara analisis. Dalam penelitian ini, bilah bambu yang dirangkai berukuran lebar 2 cm dan tinggi 0,8 cm, kawat yang digunakan adalah kawat galvanis dengan ukuran $\varnothing 1,02$ mm, $\varnothing 1,29$ mm dan $\varnothing 1,63$ mm. Hasil dari penelitian ini didapatkan momen lentur maksimal pelat beton (60 cm x 60 cm) dan pelat beton (40 cm x 40 cm) bertulangan baja biasa adalah 6,519 kN.m dan 4,466 kN.m, momen lentur maksimal pelat beton (60 cm x 60 cm) dan pelat beton (40 cm x 40 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai adalah 6,113 kN.m dan 4,072 kN.m, momen lentur maksimal pelat beton (60 cm x 60 cm) dan pelat beton (40 cm x 40 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dengan kawat $\varnothing 1,02$ mm adalah 6,250 kN.m dan 4,158 kN.m, momen lentur maksimal pelat beton (60 cm x 60 cm) dan pelat beton (40 cm x 40 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dengan kawat $\varnothing 1,29$ mm adalah 6,257 kN.m dan 4,173 kN.m, momen lentur maksimal pelat beton (60 cm x 60 cm) dan pelat beton (40 cm x 40 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dengan kawat $\varnothing 1,63$ mm 6,363 kN.m dan 4,222 kN.m. Penulangan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan bilah bambu yang dirangkai diperkuat dengan kawat galvanis yang dipasang secara menyilang dapat menyamai (setara) dengan penulangan menggunakan baja. Hal ini dikarenakan kawat galvanis yang semakin besar sebanding dengan peningkatan momen lentur maksimal uji. Hasil uji ini menunjukkan bahwa tulangan bilah bambu yang dirangkai dan bilah bambu yang dirangkai diperkuat dengan kawat galvanis dapat menjadi alternatif pengganti tulangan baja pada pelat beton pracetak.

Kata kunci : Bambu, Kawat Galvanis, Momen Lentur Pelat, Pelat Beton Bertulang

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan kebutuhan untuk masyarakat modern masa kini. Di Indonesia hampir seluruh konstruksi bangunan menggunakan beton sebagai bahan bangunan, seperti pada konstruksi bangunan gedung, jembatan, jalan dan lainnya.

Beton dimasa kini mengalami banyak perkembangan, baik dalam pembuatan campuran beton maupun dalam pelaksanaan konstruksi. Karena teknologi semakin maju maka penggunaan beton dituntut untuk semakin meningkat dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga dibutuhkan cara untuk meningkatkan kekuatan beton. Perkembangan beton pada saat ini yaitu kombinasi antara material beton dan tulangan baja, sehingga menjadi satu kesatuan konstruksi yang mempunyai kuat tekan dan kuat tarik tinggi. Beton ini disebut beton bertulang.

Beton bertulang sebagai elemen pelat umumnya diberi tulangan memanjang (lentur) dan tulangan bagi. Tulangan lentur untuk menahan pembebanan momen lentur yang terjadi pada pelat, sedangkan tulangan bagi berfungsi untuk memperkuat kedudukan tulangan memanjang dan menahan retak beton akibat susut dan perbedaan suhu pada beton. Pada daerah tertentu harga tulangan baja sangat mahal, padahal di daerah tersebut banyak terdapat bambu. Semakin mahalnya harga tulangan baja ini akan sangat memberatkan bagi masyarakat terutama masyarakat golongan ekonomi lemah. Oleh sebab itulah perlu diupayakan mencari alternatif baru pengganti tulangan baja pada beton. Adapun alternatif lain sebagai pengganti tulangan beton

tersebut, diantaranya adalah bambu. Bambu merupakan produk hasil alam yang renewable yang dapat diperoleh dengan mudah, murah, mudah ditanam, pertumbuhan cepat, dapat mereduksi efek global warming serta memiliki kuat tarik tinggi (Setiyabudi, 2010).

Bambu dapat digunakan sebagai tulangan beton pengganti baja karena mempunyai kekuatan tarik tinggi yang mendekati kekuatan baja. Seperti yang dikemukakan oleh Morisco (1999), bahwa pemilihan bambu sebagai bahan bangunan dapat didasarkan seperti pada harga yang relatif rendah, pertumbuhan cepat, mudah ditanam, mudah dikerjakan, serta keunggulan spesifik yaitu serat bambu memiliki kekuatan tarik yang tinggi, seperti pada kuat tarik bilah bambu Ori sekitar dua kali tegangan luluh baja. Mengacu pada penelitian tersebut dapat dipertimbangkan bahwa bilah bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pada suatu struktur bangunan. Disamping itu di daerah tanah gerak atau tidak stabil yg sudah mengalami pelapukan batuan akan membuat pelat beton pracetak untuk lantai rumah tidak kuat dan mudah retak. Oleh karena itulah dalam penelitian ini akan menganalisis kuat lentur pelat beton *fly ash* pracetak dengan tulangan bilah bambu yang dirangkai sebagai solusi lantai rumah di daerah tanah gerak.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, semen, kerikil, air, *fly ash* dan bilah bambu yang dirangkai sebagai pengganti tulangan memanjang dan diperkuat dengan kawat galvanis yang dipasang secara menyilang.

TINJAUAN PUSTAKA

Aplikasi teknologi prafabrikasi (pracetak) sudah mulai banyak dimanfaatkan karena produk yang dihasilkan melalui produk masal dan sifatnya berulang. Selain itu dengan sendirinya akan mengurangi pemakaian jumlah tenaga kerja dilokasi proyek yang tentunya akan berpengaruh pada pengurangan biaya produksi. Selain penghematan biaya produksi, hal lain yang menonjol dari penggunaan beton pracetak adalah mutu pekerjaan dalam jumlah yang banyak menjadi lebih baik dan seragam (Syahidah, 2014).

LANDASAN TEORI

Bahan pembentuk beton yang utama adalah semen, pasir, kerikil, air, *fly ash* yang dicampur/ diaduk dengan perbandingan tertentu.

1. Semen *Portland*

Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah Semen *Portland* atau Semen *Portland* Pozolan. Semen *Portland* adalah semen hidrolik yang dihasilkan dengan menghaluskan *clinker*, terutama terdiri atas *silikat calsium* yang bersifat hidrolis, dengan *gips* sebagai bahan tambahannya. Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik bahan susun beton. Di dunia sebenarnya terdapat berbagai semen dan tiap macamnya digunakan untuk kondisi-kondisi tertentu sesuai dengan sifat- sifatnya yang khusus. (Tjokrodimuljo, 1996).

2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan menempati kira-kira 70% dari volume beton. Walaupun hanya sebagai

bahan pengisi tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton atau *mortar*, sehingga dalam pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pertumbuhan beton atau *mortar* (Tjokrodimuljo, 1996). Agregat yang digunakan yaitu agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil).

3. Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25 persen berat semen saja. (Tjokrodimuljo, 1996).

4. *Fly Ash*

Fly Ash adalah abu yang sangat ringan dan halus yang diperoleh dari hasil Pembakaran batubara. Dimana abu tersebut berterbangan di dalam pipa –pipa cerobong yang kemudian tertangkap oleh electrostatic precipitator sehingga jatuh kembali kebawah. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Jaya Ready Mix Sukoharjo yang merupakan sisa pembakaran batu bara pada PLTU Jepara.

5. Bilah Bambu yang dirangkai

Bambu digunakan sebagai tulangan pelat beton bertulang. Bambu yang digunakan yaitu bambu ori. Bambu diambil bagian kulit dengan ketebalan 0,8 cm dan lebar 2 cm dirangkai dengan posisi telungkup yaitu bagian kulit yang berada dibagian luar. Pengambilan bagian kulit ini dengan pertimbangan bahwa bagian ini relatif cukup mendukung gaya tarik yang timbul akibat beban di atasnya. Maksud dari pemakaian bambu sebagai tulangan adalah untuk menggantikan tulangan baja yang

harganya relatif mahal dan untuk menganalisa kuat lentur terhadap pelat beton bertulang dalam waktu pengujian selama 28 hari.

6. Kawat Galvanis

Kawat galvanis dibuat dengan kawat besi berkualitas tinggi dengan proses dan teknik pengelasan khusus dan kuat. Kualitas kawat bersih mengkilap dan kuat setiap sambungan yang dilas. Kawat ini juga tidak mudah lepas walaupun dipotong ditengah-tengah ruas kotak. Dibanding dengan kawat besi biasa, kawat galvanis memiliki kualitas yang lebih dan daya tahan karat atau anti korosi. Penggunaan kawat galvanis ini bertujuan untuk menambah kuat lentur pada pelat beton bertulang. Kawat galvanis yang digunakan diameter 1,02 mm, 1,29 mm, 1,63 mm.

METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) Semen.
- 2) Air.
- 3) *Fly Ash*
- 4) Agregat halus (pasir).
- 5) Agregat kasar (kerikil).
- 6) Tulangan baja 6 mm.
- 7) Tulangan bilah bambu yang dirangkai.
- 8) Kawat bendrat.

9) Kawat galvanis.

10) *Bekisting*.

B. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian.
2. Alat pembuatan campuran adukan beton.
3. Alat pembuatan sampel uji kuat tekan beton.
4. Alat pembuatan sampel uji kuat lentur pelat beton bertulang
5. Alat pengujian kuat tekan beton dan kuat tarik baja, bambu tulangan dan kawat.
6. Alat pengujian kuat lentur pelat beton bertulang.

C. Tahapan Penelitian

Penelitian ini direncanakan dalam 6 tahapan, yaitu :

1. Tahap I : Persiapan bahan-bahan dan alat penelitian.
2. Tahap II : Pemeriksaan kualitas bahan-bahan penelitian
3. Tahap III : Perencanaan campuran beton.
4. Tahap IV : Pembuatan benda uji.
5. Tahap V : Pengujian kuat tekan silinder dan kuat lentur pelat.
6. Tahap VI : Analisis data, pembahasan, pembuatan kesimpulan dan saran.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Bahan

1. Pengujian Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan	Standar SNI	Keterangan
Kandungan organik	(No.2) Orange	1-5	SNI 03-2816-1992	Memenuhi syarat
Pemeriksaan SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	1,47	< 3,8	-	Memenuhi syarat
Berat jenis				
1). Berat jenis bulk	2,46	-	SNI 03-1970-1990	-
2). Berat jenis SSD	2,86	-	SNI 03-1970-1990	-
3). Berat jenis semu	2,74	-	SNI 03-1970-1990	-
Absortion%	4,17%	< 5%	SNI 03-1970-1990	Memenuhi syarat
Kandungan lumpur	1,04%	< 5%	-	Memenuhi syarat
Gradasi pasir	Daerah III	Daerah III	SNI 03-2384-1992	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	3,23	1,5-3,8	-	Memenuhi syarat

(Sumber : hasil pengujian)

2. Pengujian Agregat Kasar

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar.

Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Persyaratan	Standar SNI	Keterangan
Berat jenis				
1). Berat jenis bulk	2,33	-	SNI 03-1969-1990	-
2). Berat jenis SSD	2,39	-	SNI 03-1969-1990	-
3). Berat jenis semu	2,48	-	SNI 03-1969-1990	-
Absortion%	2,51	< 3%	SNI 03-1969-1990	Memenuhi syarat
Modulus halus butir	7,37	5 – 8	-	Memenuhi syarat

(Sumber : hasil pengujian)

3. Pengujian Fly Ash

Tabel 3. Hasil Pengujian Kandungan Kimia Fly Ash

No	Komposisi Kimia	Persentase (%)
1	SiO ₂	45,27
2	Al ₂ O ₃	20,07
3	Fe ₂ O ₃	10,59
4	TiO ₂	0,82
5	CaO	13,32

6	MgO	2,83
7	K ₂ O	1,59
8	Na ₂ O	0,98
9	P ₂ O ₅	0,41
10	SO ₃	1,00
11	MnO ₂	0,07

(Sumber: hasil pengujian fly ash PT. Jaya Ready Mix oleh Sucofindo)

B. Pengujian Kuat tarik baja dan kawat

1. Pengujian kuat tarik tulangan baja

Pengujian kuat tarik tulangan baja Ø 6 mm dapat di lihat hasilnya pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. Pengujian kuat tarik baja Ø 6 mm

Baja	Ø (mm)	A (mm ²)	P _{leleh} (N)	P _{maks} (N)	f _y (MPa)	f _{maks} (MPa)	f _y rata-rata (MPa)	f _{maks} rata-rata (MPa)
1	6	28,274	17385	22562	614,900	798,05	590,540	753,953
2	6	28,274	15701	20395	554,710	721,2		
3	6	28,274	15850	20510	602,010	742,61		

Besar tegangan maksimal ang dihasilkan dari pengujian tulangan baja Ø 6 mm adalah 753,953 MPa sedangkan rencana tegangan maksimal yang digunakan adalah 240 MPa.

2. Pengujian kuat tarik

a. Hasil pengujian kuat tarik kawat Ø 1,02 mm dapat di lihat pada tabel dibawah ini .

Tabel 5. Pengujian kuat tarik kawat Ø 1,02 mm

kawat	Ø (mm)	A (mm ²)	P _{leleh} (N)	P _{putus} (N)	f _y (MPa)	f _{putus} (MPa)	f _y rata-rata (MPa)	f _{putus} rata-rata (MPa)
1	1,02	0,82	280	302	342,6635	369,587	422,210	449,542
2	1,02	0,82	385	410	471,1623	501,757		
3	1,02	0,82	370	390	452,8053	477,281		

Besar pengujian kuat tarik kawat Ø 1,02 mm adalah 449,542 MPa sehingga dapat hasil yang di dapat cukup tinggi

b. Pengujian kuat tarik kawat Ø 1,29 mm. Hasil dari pengujian dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Pengujian kuat tarik kawat Ø 1,29 mm

kawat	Ø (mm)	A (mm ²)	P _{leleh} (mm ²)	P _{putus} (N)	f _y (MPa)	f _{putus} (MPa)	f _y rata-rata (MPa)	f _{putus} rata-rata (MPa)
1	1,29	1,31	210	220,597	160,6756	168,784	160,676	169,904
2	1,29	1,31	202	210,174	154,5546	160,809		
3	1,29	1,31	218	235,412	166,7966	180,119		

Besar pengujian kuat tarik kawat Ø 1,29 mm adalah 169,904 MPa sehingga dapat hasil yang di dapat cukup tinggi

c. Pengujian kuat tarik kawat Ø 1,63 mm. Hasil dari pengujian dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 7. Pengujian kuat tarik kawat Ø 1,63 mm

kawat	Ø (mm)	A (mm ²)	P _{leleh} (N)	P _{putus} (N)	f _y (MPa)	f _{putus} (MPa)	f _y rata-rata (MPa)	f _{putus} rata-rata (MPa)
1	1,63	2,09	410	466,956	196,4802	223,775	210,749	238,745
2	1,63	2,09	430	486,144	205,7416	232,970		
3	1,63	2,09	480	542,248	230,0256	259,856		

Besar pengujian kuat tarik kawat Ø 1,63 mm adalah 238,745 MPa sehingga dapat hasil yang di dapat cukup tinggi.

d. Pengujian kuat tarik bilah bambu. Hasil dari pengujian dapat di lihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 8. Pengujian kuat tarik bilah bambu.

Bambu	B (mm)	h (mm)	A (mm ²)	P _{putus} (N)	f _y (MPa)	f _{putus} (MPa)	f _y rata-rata (MPa)	f _{putus} rata-rata (MPa)
1	9	13	117	23980	474	205	481,333	208,895
2	9	13	117	24097	478	206		
3	9	13	117	25245	492	216		

Besarnya kuat tarik yang di dapat oleh tulangan bilah bambu adalah 208,895 MPa.

C. Pengujian nilai *Slump*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekentalan adukan beton supaya memenuhi syarat. Syarat nilai *slump* untuk pelat yaitu antara 7,5 – 15 cm. hasil pengujian nilai *slump* yang telah di lakukan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 9. Hasil pengujian *slump*

Fas	Jenis pelat	Nilai <i>slump</i> (cm)	Syarat nilai <i>slump</i> (PBI 1971)
0,6	kawat 1,02	10	7,5 - 15 cm
	kawat 1,29	13	
	kawat 1,63	15	
	tanpa kawat	15	

Dari tabel di atas hasil pengujian *slump* memenuhi syarat sesuai PBI 1971 tidak kurang dari batas minimum.

D. Pengujian Berat Jenis

Berat jenis beton diketahui dengan cara menimbang dan mengukur tinggi, sehingga didapatkan berat dan volume benda uji tersebut. Hasil pemeriksaan berat jenis beton setelah perawatan beton dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10. Perhitungan berat jenis beton

No	Berat W (gr)	Diameter D (cm)	Tinggi T (cm)	Volume V (cm ³)	γ_c (g/cm ³)	γ_c rata-rata (g/cm ³)
1	11650	15	30	5298,75	2,199	2,126
2	11230	15	30	5298,75	2,119	
3	10910	15	30	5298,75	2,059	

E. Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton silinder yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah :

Tabel 11. Perhitungan kuat tekan beton silinder

No	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Beban max (P) (kN)	Beban max (P) (kg)	kuat tekan f'c		Rata-rata (MPa)
						(Kg/cm ²)	(MPa)	
1	15	30	176,715	355	35500	200,889	20,089	19,919
2	15	30	176,715	351	35100	198,625	19,863	
3	15	30	176,715	350	35000	198,059	19,806	

Kuat tekan rata-rata beton yang dihasilkan dari pengujian di Laboratorium sebesar 19,919 MPa, sehingga kuat tekan beton mendekati rencana yaitu 20 MPa.

F. Pengujian Kuat Lentur Pelat Beton

1. Hasil uji kuat lentur pelat beton bertulang

Hasil pengujian laboratorium yang di laksanakan dapat di lihat pada tabel berikut ini :

Tabel 12. Kuat lentur (M_{lentur}) pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan baja, bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat galvanis

Benda Uji		P_{maks} (kN)	q (kN/m)	L (m)	$M_{lentu\text{r}uji\text{max.}}$ (kN.m)	rata-rata
Pelat beton tulangan baja	1	52,300	0,612	0,500	6,557	6,519
	2	51,700			6,482	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai	1	48,500			6,082	6,113
	2	49,000			6,144	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,02	1	50,000			6,269	6,250
	2	49,700			6,232	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,29	1	49,800			6,244	6,257
	2	50,000			6,269	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,63	1	51,500			6,457	6,363
	2	50,000			6,269	

Tabel 13. Kuat lentur makasimal ($M_{lentu\text{r}uji\text{max.}}$) pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan baja, bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat galvanis

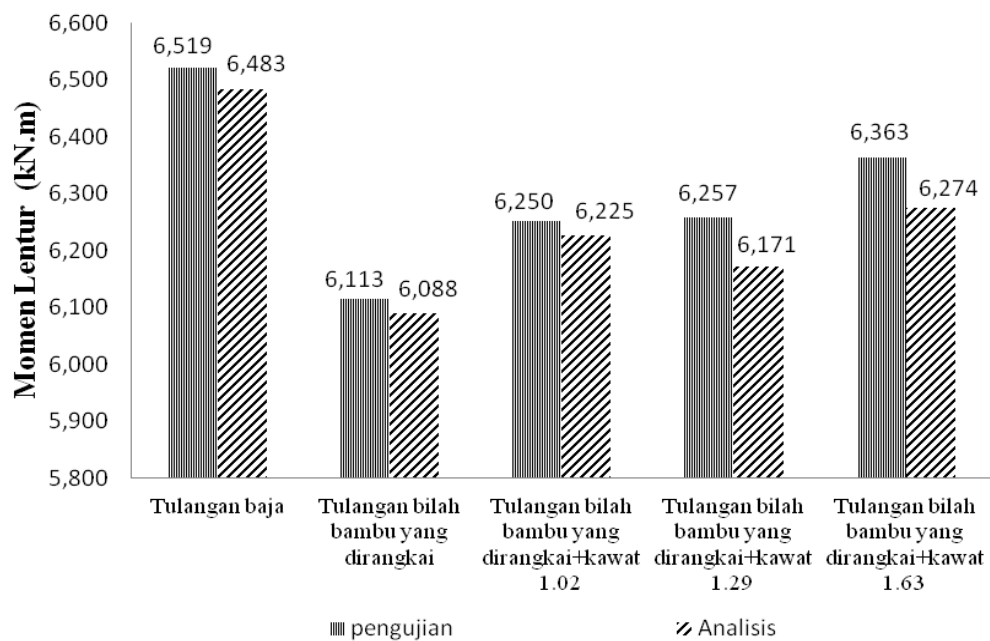
Benda Uji		P_{maks} (kN)	q (kN/m)	L (m)	$M_{lentu\text{r}uji\text{max.}}$ (kN.m)	rata-rata
Pelat beton tulangan baja	1	59,200	0,272	0,300	4,443	4,466
	2	59,800			4,488	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai	1	54,000			4,053	4,072
	2	54,500			4,091	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,02	1	55,300			4,151	4,158
	2	55,500			4,166	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,29	1	55,000			4,128	4,173
	2	56,200			4,218	
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai dan kawat 1,63	1	55,000			4,128	4,222
	2	57,500			4,316	

2. Selisih hasil momen lentur pengujian dan momen lentur analisis

Berdasarkan hasil uji laboratorium dan analisis teori di atas terdapat selisih nilai momen lentur diantara kedua perhitungannya. Berikut adalah dasil selisih uji laboratorium dan analisis teori.

Tabel 14. Hasil perbandingan momen lentur maksimal pengujian dan momen lentur analisis pada pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm)

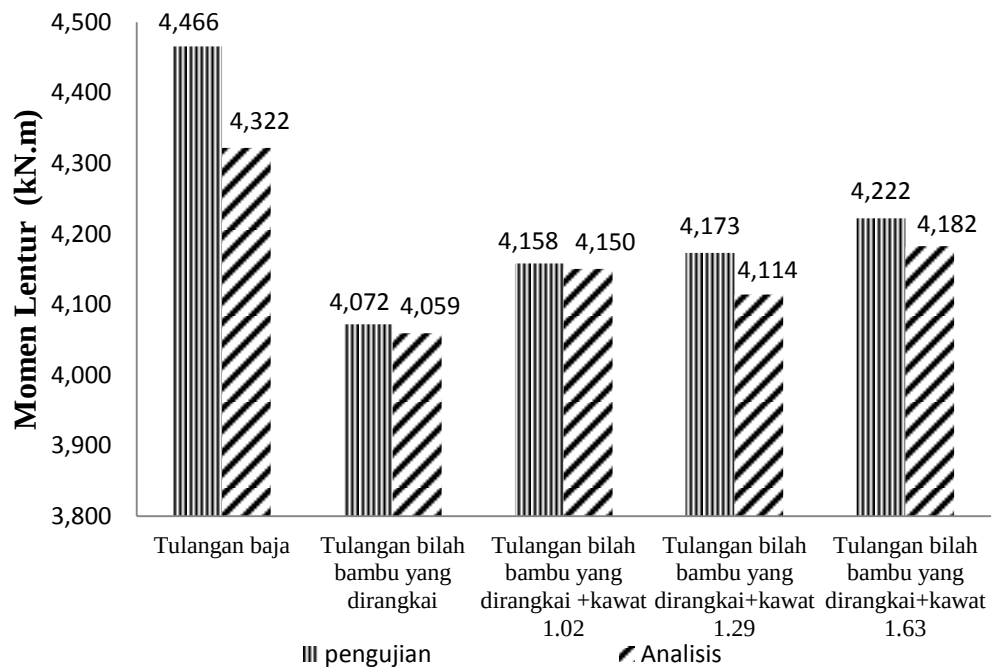
Benda Uji		$M_{\text{lentur max uji}}$ (kN.m)	Rata-rata $M_{\text{lentur max uji}}$ (kN.m)	$M_{\text{lentur max analisis}}$ (kN.m)	Rata-rata $M_{\text{lentur max. analisis}}$ (kN.m)	Selisih (kN.m)	Prosentase Selisih (%)
Pelat beton tulangan Baja	1	6,557	6,519	6,483	6,483	0,037	0,562
	2	6,482		6,483			
Pelat beton tulangan Bambu	1	6,082	6,113	6,088	6,088	0,025	0,377
	2	6,144		6,088			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,02	1	6,269	6,250	6,225	6,225	0,025	0,387
	2	6,232		6,225			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,29	1	6,244	6,257	6,171	6,171	0,085	1,311
	2	6,269		6,171			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,63	1	6,457	6,363	6,274	6,274	0,089	1,367
	2	6,269		6,274			



Grafik 1. Grafik perbandingan momen lentur maksimal pengujian dan analisis pada pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm)

Tabel 15. Hasil perbandingan momen lentur maksimal pengujian dan momen lentur analisis pada pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm)

Benda Uji		$M_{\text{lentur max uji}}$ (kN.m)	Rata-rata $M_{\text{lentur max uji}}$ (kN.m)	$M_{\text{lentur max analisis}}$ (kN.m)	Rata-rata $M_{\text{lentur max analisis}}$ (kN.m)	Selisih (kN.m)	Prosentase Selisih (%)
Pelat beton tulangan Baja	1	4,443	4,466	4,322	4,322	0,144	3,222
	2	4,488		4,322			
Pelat beton tulangan Bambu	1	4,053	4,072	4,059	4,059	0,013	0,289
	2	4,091		4,059			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,02	1	4,151	4,158	4,150	4,150	0,008	0,179
	2	4,166		4,150			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,29	1	4,128	4,173	4,114	4,114	0,059	1,321
	2	4,218		4,114			
Pelat beton tulangan bambu+ kawat 1,63	1	4,128	4,222	4,182	4,182	0,039	0,880
	2	4,316		4,182			



Grafik 2. Grafik perbandingan momen lentur maksimal pengujian dan analisis pada pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm)

3. Prosentase selisih antara pelat beton bertulangan baja dan bilah bambu yang dirangkai

Tabel 16. Prosentase selisih $M_{\text{lentur max. uji}}$ pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan baja dan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai

Benda Uji	Rata-rata $M_{\text{lentur uji}}$ (kN.m)	Selisih (kN.m)	Prosentase selisih M_{lentur} (%)
Pelat beton tulangan baja	6,519	0	0
Pelat beton tulangan bilah bambu	6,113	0,406	6,232
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,02	6,250	0,269	4,122
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,29	6,257	0,263	4,027
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,63	6,363	0,156	2,397

Tabel 17. Prosentase selisih $M_{\text{lentur max. uji}}$ pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan baja dan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai

Benda Uji	Rata-rata $M_{\text{lentur uji}}$ (kN.m)	Selisih (kN.m)	Prosentase selisih M_{lentur} (%)
Pelat beton tulangan baja	4,466	0	0
Pelat beton tulangan bilah bambu	4,072	0,394	8,817
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,02	4,158	0,308	6,886
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,29	4,173	0,293	6,550
Pelat beton tulangan bilah bambu yang dirangkai + kawat 1,63	4,222	0,244	5,458

Dari hasil Tabel 16 dan Tabel 17 tentang prosentase selisih $M_{\text{lentur max. uji}}$ pelat beton bertulangan baja dan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat kawat galvanis yang dipasang secara menyilang dapat menyamai (setara) dengan penulangan menggunakan baja. Hal ini dikarenakan kawat galvanis yang semakin besar sebanding dengan peningkatan momen lentur maskimal uji. Hasil uji ini menunjukkan bahwa tulangan bilah bambu yang dirangkai dan bilah bambu yang dirangkai diperkuat dengan kawat galvanis dapat menjadi alternatif pengganti tulangan baja pada pelat beton pracetak.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Prosentase selisih momen lentur pada pelat beton bertulangan baja dengan pelat beton bertulangan bilah bambu yang dirangkai.
 - Kuat lentur pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan baja yang didapat sebesar 6,519 kN.m dan Kuat lentur pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan baja yang didapat sebesar 4,466 kN.m.
 - Kuat lentur pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 6,113 kN.m, hal ini menunjukkan kenaikan 6,232 % sedangkan Kuat lentur pelat beton

(40cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 4,072 kN.m, hal ini menunjukkan kenaikan 8,817 %.

- c. Kuat lentur pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,02 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 6,250 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 4,602 % sedangkan Kuat lentur pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,02 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 4,158 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 6,886 %.
- d. Kuat lentur pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,29 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 6,257 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 4,027 % sedangkan Kuat lentur pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,29 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 4,173 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 6,550 % .
- e. Kuat lentur pelat beton (60 cm x 60 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,63 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 6,363 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 2,397 % sedangkan Kuat lentur pelat beton (40 cm x 40 cm x 8 cm) bertulangan bilah bambu

yang dirangkai dan diperkuat dengan kawat 1,63 mengakibatkan kapasitas secara pengujian sebesar 4,222 kN.m, hal ini menunjukkan peningkatan sebesar 5,458 %.

2. Tulangan bilah bambu yang dirangkai dan diperkuat kawat galvanis menyilang dapat menjadi alternatif pengganti tulangan baja pada pelat beton pracetak sebagai solusi lantai rumah di daerah tanah gerak.

B. Saran – saran

Berdasarkan pengamatan selama pelaksanaan penelitian, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Kajian kelenturan kawat tidak dilakukan pada penelitian ini, untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dikaji.
2. Dalam pengujian kuat lentur Pelat sebaiknya dilakukan dengan menggunakan alat UTM agar memudahkan dalam melakukan pengujian kuat lentur Pelat.
3. Dalam penelitian yang dilakukan ini, penggunaan kawat sebagai bahan tambah untuk perkuatan pelat beton bisa diterapkan pada struktur lantai rumah di daerah tanah gerak.
4. Dapat dikembangkan penelitian lanjut tentang pemakaian bambu dan kawat galvanis sebagai alternatif pengganti tulangan baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 1984. *Penyelidikan Bambu Untuk Tulangan Beton*, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Arianto.,2013.”*Kajian Kuat Lentur Pelat Bertulang Biasa Dan Pelat Beton Bertulang Kayu Dan Bambu Pada Tumpuan Sederhana* ”, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta (Tidak dipublikasikan).
- Asroni, A., 1997. *Struktur Beton I (Balok dan Plat Beton Bertulang)*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A.,2001.*Struktur Beton Lanjut*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Bowles, J. E., Johan K. Hainim. 1989. *Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah, edisi kedua)*. Erlangga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971. “*Persyaratan Umum Bahan Bangunan Indonesia*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Mehta P.K., 2004. *High-performance, high-volume fly ash concrete for sustainable Development*. University of California. Berkeley USA.
- Morisco, 1999. “*Rekayasa Bambu*”, Nafiri, Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2005.*Teknologi Beton*, C.V. Andi Offset, Yogyakarta.
- Prawirohatmojo, 1990. “*Sari Hasil Penelitian Bambu*”, Penerbit Dani, Yogyakarta.
- Surjokusumo, S. dan Nugroho, N., 1993. *Studi Penggunaan bambu Sebagai Bahan Tulangan Beton, Laporan Penelitian*, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Syahidah, 2014. *Analisis dan Perencanaan Pelat Beton Pracetak Dengan Menggunakan Sistem Hollow Core Slab*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Tjokrodimulyo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.