

## SISTEM ACUAN PERANCAH BALOK LANTAI YANG MUDAH PASANG BONGKAR TANPA TIANG

Sudarmono<sup>1</sup>, Karnawan Joko Setiono<sup>2</sup>, dan Anung Suwarno<sup>3</sup>

*1,2, dan 3 Politeknik Negeri Semarang*  
[darmono\\_polines@yahoo.com](mailto:darmono_polines@yahoo.com)

### ABSTRAK

Pekerjaan acuan perancah merupakan bagian vital dalam membentuk struktur bangunan beton bertulang. Kajian sistem acuan perancah agar diperoleh sistem yang kuat, kaku, kokoh dan aman dalam pelaksanaan harus dilakukan terus menerus. Sistem acuan perancah balok lantai yang mudah pasang bongkar tanpa tiang merupakan hasil penelitian untuk menghemat kebutuhan bahan acuan perancah. Sistem menggunakan gelagar rangka kayu balok 5/7 yang dipadu dengan box baja tebal 5 mm untuk menopang cetakan balok-lantai, elemen diagonal dan mendarat bawah menggunakan track stank diameter 13 mm pada rangka pembagi dan 16 mm pada rangka utama. Tinggi rangka utama dan rangka pembagi masing-masing 35 cm dan 25 cm. Kayu 5/7 masing-masing mempunyai panjang 70 dan 50 cm untuk gelagar utama dan gelagar pembagi, dengan potongan elemen kebutuhan panjang diatur dengan menambah atau mengurangi panjang kelipatan tersebut. Sistem mampu melayani panjang bentang ruang 4x4 m tanpa membutuhkan tiang, penopang sistem gelagar memanfaatkan dinding atau kolom. Lendutan yang terjadi selama proses pengecoran balok lantai dapat diberi camber sebelum pengecoran. Besarnya camber yang diperlukan 1,5 kali lendutan terjadi yaitu antara 1 s/d 3 cm. Besaran camber ini akan membuat datar lantai beton setelah mengeras. Sistem acuan dan perancah ini menghasilkan bentangan 4 m tanpa tiang, sehingga ruang dibawah pengecoran dapat digunakan untuk jalan pekerja, pengangkutan material dan peralatan tanpa gangguan benturan pada kepala untuk menjamin terlaksananya program K3 dengan baik.

**Kata kunci:** *camber, gelagar, rangka lendutan, perancah, track stank.*

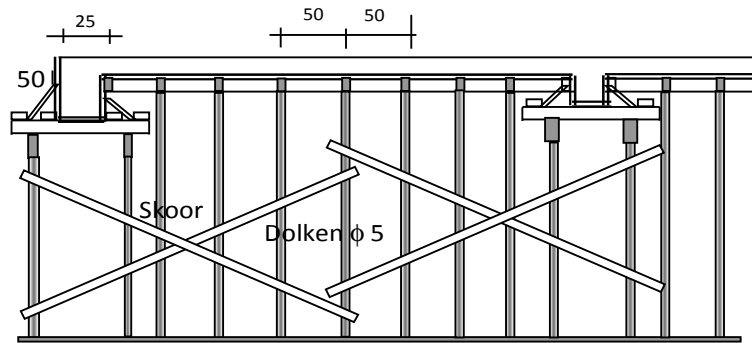
### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan sarana dan prasarana saat ini menuntut pemakaian teknologi yang tepat dan cepat agar diperoleh efisiensi pengerjaan maksimal. Demikian pula pekerjaan beton, dimana dibutuhkan acuan dan perancah untuk membentuk struktur sesuai yang direncanakan. Perancah-perancah tersebut sebagai pendukung balok dan pelat lantai yang pada umumnya membutuhkan banyak tiang penyangga.

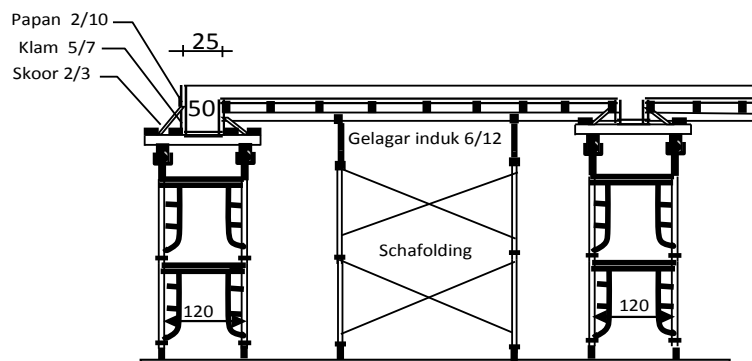
Pembangunan rumah tinggal bertingkat menuntut pemakaian teknologi tepat dan cepat agar diperoleh efisiensi pengerjaan maksimal. Efisiensi ini meliputi bahan, tenaga, dan metode yang tepat sehingga waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan semakin efisien. Oleh karena itu diperlukan pembaharuan teknologi mengarah ke efisiensi. Salah satu usaha mendapatkan efisiensi pekerjaan adalah melakukan penelitian untuk mendapatkan teknik-teknik dan sistem baru acuan perancah yang mengarah pada kecepatan dan kemudahan dalam pelaksanaan pembangunan gedung tanpa mengurangi mutu yang dihasilkan.

Besarnya biaya yang dibutuhkan mencetak beton bertulang mencapai 30% dari biaya konstruksi. Oleh karena itu penghematan pekerjaan akan membawa dampak hematnya biaya pekerjaan struktur bangunan gedung bertingkat secara keseluruhan. Pekerjaan acuan perancah didalam konstruksi beton merupakan pekerjaan sementara, namun mempunyai peranan penting terhadap hasil akhir. Hal ini disebabkan karena kesalahan dalam perancangan dan kegagalan pengerjaan dapat mengakibatkan keruntuhan atau kurang baiknya penampilan bentuk penampang beton setelah komponen ini dibongkar. Potensi teknologi komponen acuan perancah pada pembangunan perlu digali untuk efisiensi penggunaan bahan, khususnya bangunan gedung bertingkat, apabila pekerjaan perancah dikerjakan dengan baik dan dilakukan pemilihan bahan dan tipe yang tepat, diharapkan diperoleh penghematan biaya pembangunan.

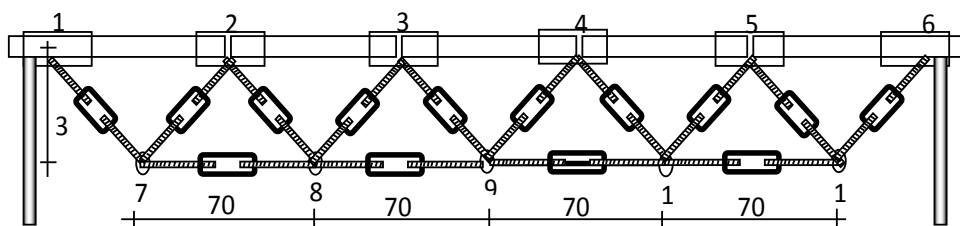
Sistem gelagar kayu masih menjadi kajian para praktisi dibidang konstruksi untuk memanfaatkan produksi hasil hutan secara optimal dan efisien, disamping teknologi yang digunakan pada sistem ini cukup sederhana. Dalam teknologi barat model perancah ini biasa disebut PERI sistem perancah ini masih membutuhkan tiang dengan jarak 120 cm. Penggunaan perancah kayu konvensional atau scaffolding, sekarang dirasa tidak efisien lagi karena ditinjau dari segi teknis, pekerjaan tersebut membutuhkan waktu dan tenaga tidak sedikit selain menimbulkan keruwetan banyaknya tiang pada lantai di bawah bekisting sehingga dapat membahayakan pekerja yang berada di bawah dan kesulitan transportasi beton cor pada waktu pengecoran. Untuk itu dalam penelitian ini telah dihasilkan suatu sistem baru yaitu penggunaan gelagar rangka multi konektor, yang fungsinya mengurangi keruwetan tiang perancah dan dapat menghemat tenaga, waktu dan bahan yang dibutuhkan untuk perancah. Komparasi dari kedua model dengan sistem gelagar rangka multikonektor ditunjukkan dalam Gambar 1.



a. Model Acuan dan Perancah Konvensional



b. Sistem Perancah dengan Schafolding



c. Sistem Perancah gelagar multikonektor (penelitian)

Gambar 1. Komparasi Perancah Konvensional, Scaffolding, dan Gelagar Rangka Multikonektor

## 2. METODOLOGI

Teori mekanika bahan menjadi acuan dalam penelitian yaitu masalah tegangan lentur, geser dan lendutan dari sistem gelagar yang menerima beban merata balok-lantai untuk disalurkan pada struktur rangka mutlikonektor. Penyaluran beban akibat pengecoran balok dan lantai kedalam sistem gelagar multikonektor merupakan jenis struktur rangka (truss) diterima pada setiap titik buhul. Gaya-gaya tersebut selanjutnya direspon oleh elemen struktur berupa balok dan *track stank* dalam bentuk gaya aksial/ normal tarik atau tekan

tergantung pada konfigurasi model rangka yang digunakan. Untuk menjamin mutu elemen aman maka dilakukan pengujian kuat tarik dan tekan dilaboratorium terutama pada *track stank* dan elemen sambungan. Tegangan-tegangan yang ditimbulkan oleh beban balok–lantai cor dianalisis menggunakan software SAP90/SAP2000. Berdasarkan hasil eksperimen ini selanjutnya didapat model rangka yang sesuai dan optimal digunakan sebagai gelagar, mudah dipasang, mudah dibongkar, serta dapat menyesuaikan kebutuhan panjang atau lebar lantai. Untuk menganalisis gelagar rangka multikonektor, ringkasan langkah-langkah penelitian dibedakan tinjauan secara numerik dan eksperimental.

a. Tinjauan secara Numerik.

Perhitungan kebutuhan dimensi material, bentuk dan dimensi model, serta model alat sambung dianalisis dengan software SAP90/ SAP2000 untuk mendapatkan gaya-gaya batang, selanjutnya gaya-gaya tersebut digunakan sebagai dasar perhitungan kontrol tegangan tegangan tarik dan tegangan tekuk sesuai rumusan **Euler** yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya dengan hasil dirangkum dalam tabel 1 s/d 4 berikut:

Tabel 1 Rasio Kuat Ijin Terhadap Gaya Terjadi pada Batang Mendatar Atas (kayu)

Tinggi (cm)	lk (cm)	$\lambda$	$\omega$	P ijin (kg)	Pterjadi (kg)	Pijin/Ptjd
25,000	50,000	24,744	1,20	3791,667	4656,00	0,810
29,167	58,330	28,868	1,24	3669,355	3850,46	0,950
35,000	70,000	34,641	1,30	3500,000	3300,00	1,060
43,750	87,500	43,301	1,42	3204,225	2376,50	1,350
58,330	116,660	57,732	1,63	2791,411	1805,00	1,550

Tabel 2 Rasio Kuat Ijin Terhadap Gaya Terjadi pada Batang Diagonal Tekan (Baja)

Tinggi(cm)	lk (cm)	$\lambda$	$\omega$	P ijin	Pterjadi	Pijin/Ptjd
25,000	35,36	78,57	1,48	2751,016	1646,14	1,67
29,167	41,25	91,66	1,67	2438,026	1601,58	1,52
35,000	49,50	109,99	2,01	2025,624	1555,63	1,30
43,750	61,87	137,49	2,97	1370,877	1440,38	0,95
58,330	82,49	183,31	5,25	775,5246	1279,94	0,61

Tabel 3 Rasio Kuat Ijin Terhadap Gaya Terjadi pada Batang Diagonal Tarik (Baja)

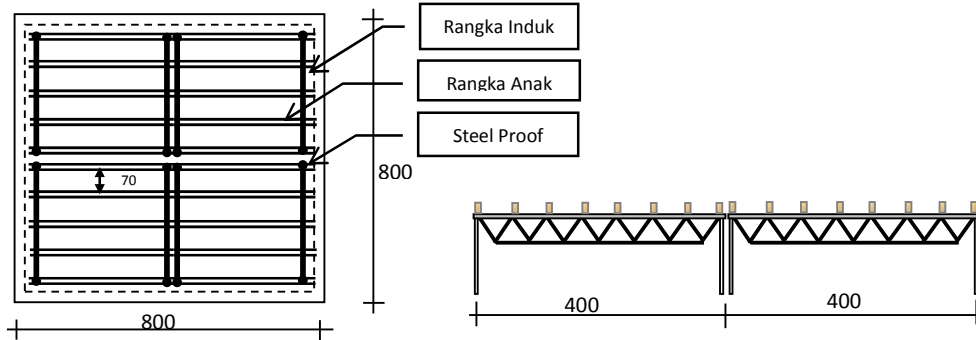
Tinggi (cm)	P ijin (kg)	Pterjadi (kg)	Pijin/Ptjd
25,00	4071,5	1646,14	2,47
29,167	4071,5	1601,58	2,54
35,000	4071,5	1555,63	2,62
43,750	4071,5	1440,38	2,83
58,330	4071,5	1279,86	3,18

Tabel 4. Rasio Kuat Ijin Terhadap Gaya Terjadi Batang Mendatar (Baja)

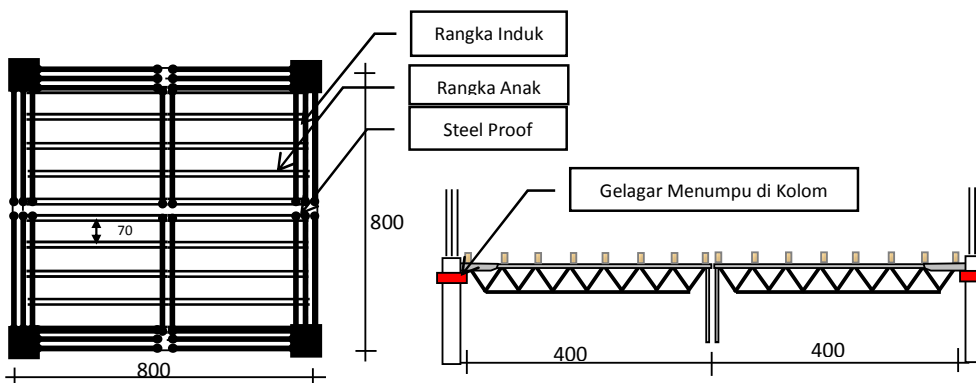
Tingi (cm)	P ijin (kg)	Pterjadi (kg)	Pijin/Ptjd
25,000	4071,5	4656,00	0,87
29,167	4071,5	4076,95	1,00
35,000	4071,5	3300,00	1,23
43,750	4071,5	2716,00	1,50
58,330	4071,5	1807,55	2,25

b. Tinjauan eksperimental

Pengujian eksperimen untuk mengetahui lendutan yang terjadi selama proses pengecoran beton seperti ditunjukkan dalam gambar 2 dan 3. Lendutan diukur selama waktu sampai terjadinya ikatan awal beton yaitu 3 jam setelah proses pengecoran. Lendutan yang ditunjukkan dalam tabel pengamatan hanya merupakan lendutan maksimum pada gelagar anak maupun induk.



Gambar 2. Konfigurasi Penempatan Gelagar Rangka Multikonektor dg Tiang *Steel Proof*



Gambar 3. Konfigurasi Penempatan Gelagar Rangka Multikonektor dg Kolom

Cetakan lantai pada penelitian ini menggunakan papan kayu sengon tebal 1,5 cm, kemudian agar didapat permukaan yang baik dan halus di atas papan dilapisi dengan triplex 3 mm. Papan di atas gelagar cukup dipaku satu tempat tiap diatas gelagar agar memudahkan dalam pembongkaran. Sedangkan apabila digunakan multiplex tidak perlu dipaku, dengan hubungannya ini maka kerusakan pada cetakan tidak akan terjadi untuk paling tidak selama pemakaian lebih dari lima kali. Namun penanganan pembongkaran juga sangat mempengaruhi kondisi cetakan. Oleh karena itu dalam pembongkaran baik perancah maupun cetakan tidak dijatuhkan secara sembarangan.



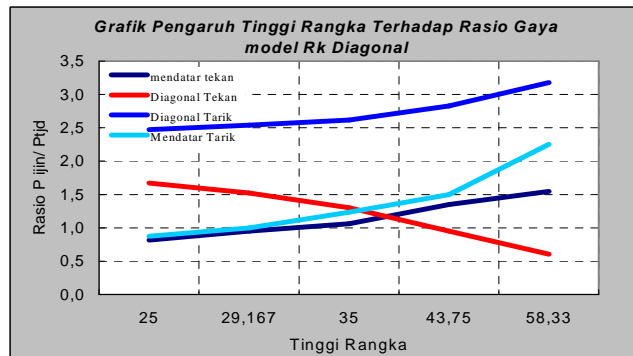
Gambar 4. Uji Eksperimen Aplikasi Pengecoran Lantai Rumah Tinggal

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi optimum gabungan elemen balok  $5/7$  dan *track stank* diameter 13 dan 16 mm hasil analisis diberikan pada grafik Gambar 5. Selanjutnya dimensi elemen tersebut merupakan acuan uji eksperimental lendutan dalam pembebanan maupun pengecoran.

Eksperimen dilakukan untuk melihat perilaku struktur dan lendutan yang terjadi dengan pembebanan blok-blok beton yang ditempatkan pada titik simpul gelagar, sebelum digunakan untuk pengecoran lantai yang

sebenarnya. Gambar 6 berikut merupakan titik-titik pengukuran lendutan selama proses pembebanan berjalan mengikuti pola pengecoran balok lantai.

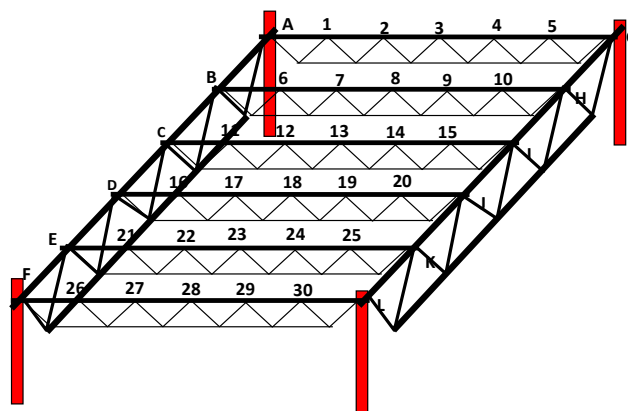


Gambar 5. Grafik Rasio Gaya Ijin Terhadap Gaya Batang Gabungan



Gambar 6. Uji Pembebanan Gelagar Multikonektor Skala Penuh

Pengukuran lendutan akibat beban diberikan dalam skema gambar 7. Berikut dengan hasil lendutan diberikan dalam tabel 5.

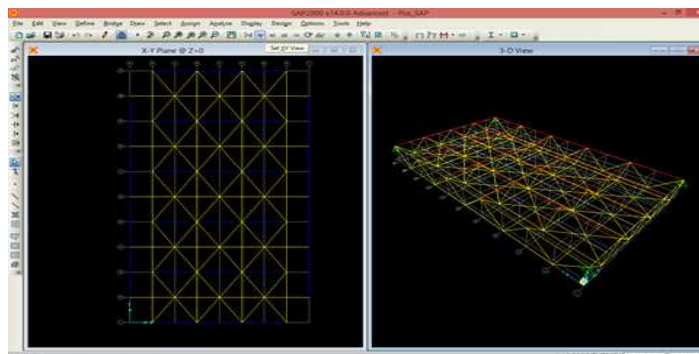


Gambar 7. Konfigurasi Titik Simpul Pengukuran

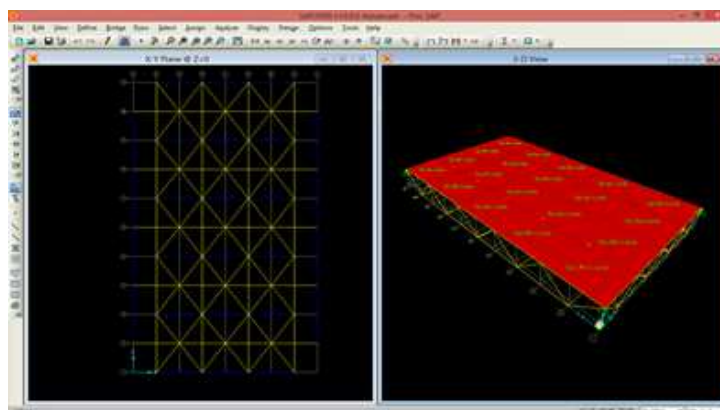
Tabel 5 Lendutan titik 1-18 dengan Beban @ 100 kg (Gelagar Anak)

Beban di Titik	1,2,3 (mm)		1-4 (mm)		1-9 (mm)		1-12 (mm)		1-15(mm)		1-18(mm)	
	Eksp	SAP	Eksp	SAP	Eksp	SAP	Eksp	SAP	Eksp	SAP	Eksp	SAP
1	5	0,325	3	0,415	4	0,525	4	0,725	3	0,835	3	0,925
2	9	0,452	3	0,455	4	0,562	4	0,752	3	0,962	3	0,992
3	8	0,325	3	0,335	4	0,425	4	0,825	5	1,425	6	1,935
4	6	0,293	4	0,393	5	0,413	6	0,993	6	1,293	7	2,293
5	0	0,312	4,5	0,412	6	0,502	7	1,212	7	1,612	8	2,312
6	3	0,191	6	0,291	7	0,391	8	0,891	8	2,191	9	2,591
7	3	0,487	6,5	0,687	7	0,887	8	0,487	9	2,487	10	3,487
8	5	0,678	8	0,779	9	0,978	10	0,898	14	2,678	15	3,678
9	0	0,487	6	0,588	7	0,687	12	0,787	15	2,487	16	3,487
10	0	0	7	0,345	10	0,315	11	0,625	14	2,325	15	3,325
11	0	0	7	0,552	8	0,422	10	0,562	12	1,452	14	3,452
12	0	0	6	0,425	7	0,312	8	0,428	12	1,325	13	3,325
13	0	0	3	0,314	3	0,225	6	0,355	7	1,025	9	2,325
14	0	0	3	0,235	2	0,252	5	0,472	7	0,952	8	2,452
15	0	0	0	0	0	0,125	4	0,335	6	0,885	7	2,315
16	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0,725	5	0,985
17	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0,822	4	0,852
18	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0,735	2	0,725

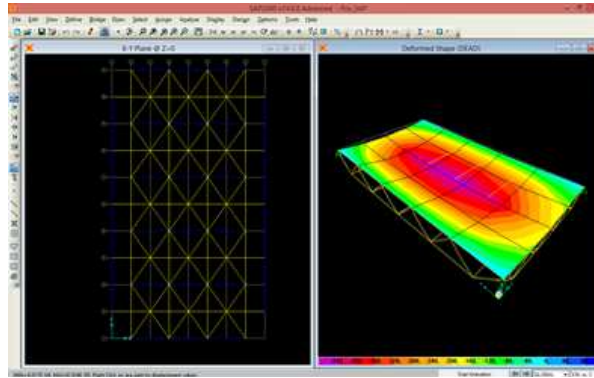
Pengujian gelagar perancah multikonektor untuk pengecoran pelat lantai rumah tinggal dengan tebal 10 cm dianalisis dengan bantuan software SAP2000 sebagai berikut.



Gambar 8. Verifikasi Model Elemen Truss Dengan SAP 2000



Gambar 9. Pemodelan Cetakan Lantai Dg Elemen Shell



Gambar 10. Distribusi Lendutan Cetakan Lantai

Lendutan yang terjadi selama proses pengujian pembebanan menunjukkan besarnya 16 mm, besaran lendutan ini masih dapat diatasi dengan mengencangkan kembali *track stank*. Besaran lendutan ini masih memenuhi syarat batas keamanan dari struktur rangka multikonektor. Sebaliknya pada pengujian dengan pengecoran menunjukkan tingkat lendutan yang lebih kecil. Pengaruh koneksi satu gelagar dengan lainnya memberikan kontribusi penurunan lendutan yang terjadi. Demikian pula cetakan dari mutliplek akan mengurangi lendutan.

Untuk melindungi hasil penelitian ini maka penulis telah mematenkan sejak tahun 2012 dengan nomor permohonan **P00201200998** dan telah *granted no. IDP000037799B* yang telah diberikan tanggal 27 Maret 2015.

## KESIMPULAN

Dari uraian hasil dan pembahasan tersebut di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lendutan sangat mempengaruhi hasil akhir pekerjaan acuan dan perancah, oleh karena itu masalah lendutan menjadi hal penting dan kelemahan dalam penelitian ini. namun untuk mengatasi hal tersebut dapat dilakukan dengan pemberian camber yang telah dihitung dengan akurat sebelum pemasangan acuan dan perancah.
2. Pada pengujian model gelagar tunggal dengan penyokong samping menunjukkan tidak adanya efek momen puntir pada gelagar, ini berarti sesuai dengan prinsip statika model elemen truss.
3. Pengujian gelagar multikonektor tiga dimensi efek momen puntir terjadi, maka pada pengujian pengecoran plat lantai efek puntir diatasi dengan memberikan pengaku antar gelagar.
4. Diperlukan penyempurnaan model alat sambung terutama penggunaan track stang hasil produksi pabrik yang sangat terbatas variasi panjang dan diameternya.
5. Penggunaan gelagar acuan perancah rangka multikonektor tidak memerlukan tiang penyangga untuk bentang maksimum 4 meter akan sangat membantu kelancaran perpindahan bahan, alat dan tenaga kerja.
6. Lendutan maksimum yang terjadi ternyata masih kurang dari camber yang diberikan, sehingga gelagar masih aman.
7. Gelagar acuan perancah rangka multikonektor ini lebih cocok untuk pengecoran rumah dimana tidak dibutuhkan alat berat untuk menaikkan dan menurunkan perancah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ketekunan, keseriusan, dan kesabaran pelaksanaan diperlukan mencapai hasil maksimal, disamping dana yang tidak sedikit kadang-kadang menjadi kendala keberhasilan, kelanjutan, penerapan di industri. oleh karena itu atas nama tim peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah mendukung pelaksanaan penelitian: (1) DP2m Dikti yang telah membiayai penelitian, (2) P3M Polines yang telah membantu terselenggaranya penelitian, (3) Dirjen HKI Kemenkumham yang telah membantu terbitnya sertifikat paten, dan (4) Para anggota tim peneliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amri, S. (1997). "Analisa Biaya Pekerjaan Acuan Perancah", *Seminar Sehari Perkembangan dan Peranan Teknologi Acuan Perancah (Formwork)* pada Industri Konstruksi, Jurusan Sipil Politeknik ITB, Bandung.
- Cavanagh, K.J. (1985). *Plywood in Concrete Forwork*, Cement and Concrete Association of Australia.

*Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru*

ISBN: 978-979-792-636-6

Cook, R.D. and Young, W.C. (1985). *Advanced Mechanics of Materials*, Macmillan Publishing Company, New York.

Dally, J.W. and Rilely, W.F. (1991). *Experimental Stress Analysis*, McGraw-Hill International Singapore.

Gardner, N.J. (1980). Pressure of Concrete Against Formwork, *ACI Journal*, Proceedings V. 77, No. 4, pp. 279-286.

Hoedayanto, D. (1997). "Perkembangan Teknologi Acuan Perancah (Formwork) pada Industri Konstruksi di Indonesia", *Seminar Sehari Perkembangan dan Peranan Teknologi Acuan Perancah (Formwork) pada Industri Konstruksi*, Jurusan Sipil Politeknik ITB, Bandung.

Ricauard, M.J. (1980). *Formwork For Concrete Construction*, McGraw-Hill International, New York.

PERI. (2008). *Form Work System for Construction Industries*, Hand Book, PERI GmbH-Germany

Wigbout, F. I. (1992). *Buku Pedoman Tentang Bekisting*, Erlangga, Jakarta.