



JURNAL FORUM MEKANIKA

Volume 8 - Nomor 1

Mei 2019

Perilaku Gedung dengan Perbedaan Kekakuan Antar Lantai

Dicki Dian Purnama; Tommy Iduwin

Analisis Persepsi Pengguna Lajur Khusus Sepeda Motor (Studi Kasus: Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta)

M. Vikry M. Septiansyah; Dwi Novi Wulansari

Pengaruh Penambahan Lumpur Geothermal Dan Serat Baja Ban Bekas Terhadap Beton

Tri Yuhanah; Devita Mayasari; Budi Wicaksono

Variasi Rajutan Bambu Petung Sebagai Pengganti Tulangan Baja Dari Kuat Lentur F_s 4,7 Mpa

Surya Sefgan; Farlin Rosyad

Analisis Perbandingan Metode Desain Pelat Beton Konvensional Terhadap Slab Steel Deck Komposit

Muhammad Sofyan; Abdul Rokhman; Ade Okvianti Irlan

SEKOLAH TINGGI TEKNIK PLN			
JURNAL FORUM MEKANIKA	VOL. 8 NO. 1	HAL. 1 - 42	MEI 2019



SUSUNAN TIM REDAKSI JURNAL FORUM MEKANIKA

- Pelindung : Ketua Sekolah Tinggi Teknik-PLN
Penasehat : Wakil Ketua Bidang Akademik
PenanggungJawab : 1. Kepala LPPM
2. Kasie Jurnal dan Publikasi
- Pimpinan Redaksi/
Editor in Chief : Indah Handayasari, S.T., M.T.
- Anggota Dewan Redaksi/
Editor : 1. Ir. Hastanto Sm, M.T.
2. Gita Puspa Artiani, S.T., M.T.
3. Irma Sepriyanna, S.T., M.T.
4. Desi Putri, S.T., M.Eng.
5. Dyah Pratiwi Kusumastuti, S.T., M.T.
- Mitra Bestari/*Peer review* : 1. Dr. Ir. Wati A. Pranoto, M.T.
2. Dr. Ir. Chatarina Niken Dwi Wahyuni Setya Budi Utami, M.T.
- Sekretariat dan Sirkulasi : Manager Perpustakaan STT-PLN

Alamat Redaksi

Sekretariat Jurnal Forum Mekanika
Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN
Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat 11750
Telpon: 021-5440342, 5440344
Fax: 021-5440343
Email: jfm@sttpln.ac.id
Website: <https://stt-pln.e-journal.id/forummekanika>

Penerbit

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN
Frekuensi Terbit: 2 Kali dalam 1 Tahun (Mei, November)



PENGANTAR REDAKSI

Pembaca Yang Budiman,

Pada terbitan Mei Vol. 8 No. 1, Redaksi Jurnal Forum Mekanika menerima sebanyak 5 Paper dari beberapa institusi baik di perguruan tinggi maupun dari industri dan praktisi. Selain itu tulisan yang diterbitkan juga beragam pembahasan. Beberapa tulisan diantaranya membahas mengenai Perilaku Gedung dengan Perbedaan Kekakuan Antar Lantai; Analisis Persepsi Pengguna Lajur Khusus Sepeda Motor (Studi Kasus: Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta); Pengaruh Penambahan Lumpur Geothermal Dan Serat Baja Ban Bekas Terhadap Beton; Variasi Rajutan Bambu Petung Sebagai Pengganti Tulangan Baja Dari Kuat Lentur F_s 4,7 Mpa; Analisis Perbandingan Metode Desain Pelat Beton Konvensional Terhadap Slab Steel Deck Komposit. Redaksi Jurnal Forum Mekanika mengucapkan terima kasih kepada para penulis yang telah menyampaikan karya tulisnya untuk dimuat dalam Jurnal Forum Mekanika ini. Tidak lupa Redaksi mengajak pembaca yang belum sempat menyampaikan karya tulisnya untuk dimuat di Jurnal Forum Mekanika. Jika dalam penyampaian isi Jurnal Forum Mekanika ini terdapat kekurangan, mohon sekiranya dapat memberikan saran, kritik dan masukan yang membangun guna perbaikan jurnal ini dimasa mendatang kepada kami di alamat email jfm@sttpln.ac.id.

Terimakasih.

Jakarta, Mei 2019

Redaksi



DAFTAR ISI

Perilaku Gedung dengan Perbedaan Kekakuan Antar Lantai <i>Dicki Dian Purnama; Tommy Iduwin</i>	1 - 9
Analisis Persepsi Pengguna Lajur Khusus Sepeda Motor (Studi Kasus: Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta) <i>M. Vikry M. Septiansyah; Dwi Novi Wulansari</i>	10 - 18
Pengaruh Penambahan Lumpur Geothermal Dan Serat Baja Ban Bekas Terhadap Beton <i>Tri Yuhanah; Devita Mayasari; Budi Wicaksono</i>	19 – 28
Variasi Rajutan Bambu Petung Sebagai Pengganti Tulangan Baja Dari Kuat Lentur F_s 4,7 Mpa <i>Surya Sefgan; Farlin Rosyad</i>	29 – 35
Analisis Perbandingan Metode Desain Pelat Beton Konvensional Terhadap Slab Steel Deck Komposit <i>Muhammad Sofyan; Abdul Rokhman; Ade Okvianti Irlan</i>	36 - 42

Perilaku Gedung dengan Perbedaan Kekakuan Antar Lantai

Dicki Dian Purnama¹; Tommy Iduwin²

^{1, 2}Sekolah Tinggi Teknik PLN

¹dicki@sttpln.ac.id

ABSTRACT

One of the frequent failures caused by the earthquake is the soft story. Soft story mainly occurs in office buildings, hotels or apartments which generally have a lobby or area that is intentionally made without walls / dividers, either on the ground floor or the upper floors so the floor's stiffness will be different. The height of the column can also cause different stiffness between floors. This study will compare between the modeling of portal without wall with a higher level at the bottom of the building, the middle of the building and the top of the building, where the high level with smaller stiffness has the potential to be soft story. In this study using ETABS 9.7.2 program with dynamic response spectrum load based on the 2017 earthquake map. Results The structure period of the results of the analysis with the program was obtained at 2.01 seconds. The shape mode for the three PPKBB, PKBT and PKBA building types has met the requirements where in shape 1 and 2 modes the building is translating towards the x or y axis while in shape 3 mode is twisted. The required mass participation ratio value is reached at the 90% percentage reached at the 8th shape mode for the PKBB and PKBT buildings. While for PKBA it is reached in the 5th shape mode. Deviation values for the three types of building PKBB, PKBT and PKBA are still within the permit limit.

Keywords: earthquake, soft storey, spectrum response

ABSTRAK

Salah satu kegagalan yang sering terjadi akibat gempa yakni soft storey. Soft story terutama terjadi pada bangunan perkantoran, hotel atau apartemen yang pada umumnya memiliki lobby atau area yang sengaja dibuat tanpa dinding/sekat, baik pada lantai dasar atau pun lantai-lantai di atasnya sehingga kekakuan antar lantai akan berbeda. Ketinggian kolom dapat pula menyebabkan kekakuan antar lantai yang berbeda. Penelitian ini akan membandingkan antara pemodelan portal tanpa dinding dengan tinggi tingkat yang lebih besar pada bagian bawah gedung, tengah gedung dan atas gedung, dimana tingkat tinggi dengan kekakuan lebih kecil berpotensi menjadi tingkat lunak (soft story). Pada penelitian ini menggunakan program ETABS 9.7.2 dengan beban dinamik respon spektrum berdasarkan peta gempa 2017. Hasil Periode struktur hasil analisis dengan program diperoleh sebesar 2,01 detik. Mode shape untuk ketiga tipe gedung PPKBB, PKBT dan PKBA sudah memenuhi persyaratan dimana pada mode shape 1 dan 2 bangunan gedung mengalami translasi ke arah sumbu x atau y sedangkan pada mode shape 3 mengalami puntiran. Nilai rasio partisipasi massa yang disyaratkan tercapai pada prosentase 90% tercapai pada mode shape ke-8 untuk gedung PKBB dan PKBT. Sedangkan untuk PKBA tercapai pada mode shape ke-5. Nilai simpangan untuk ketiga tipe gedung PKBB, PKBT dan PKBA masih dalam batas ijin.

Kata kunci: gempa, soft storey, respon spektrum

1. PENDAHULUAN

Kekakuan memiliki pengaruh yang linier terhadap perilaku simpangan/perpindahan. Semakin kaku suatu bangunan maka simpangan/perpindahan yang terjadi akan semakin kecil. Namun struktur yang terlalu kaku juga tidak baik karena mekanisme sendi plastis tidak akan terjadi. Sehingga pada saat terjadi beban yang melebihi kapasitasnya maka struktur akan langsung gagal tanpa adanya indikasi kerusakan. Kekakuan harus tetap mengikuti standar yang berlaku.

Di dalam desain struktur gedung tahan gempa, kolom *soft storey* dianjurkan agar dihindari karena pada dasarnya akan menimbulkan tekukan yang besar dan perubahan kekakuan yang cukup drastis^[1]. Ketinggian kolom yang berbeda antar lantai dapat menyebabkan perbedaan kekakuan antar lantai. Hal ini terutama dijumpai pada gedung yang berfungsi sebagai area lobby, lantai *mezzanine* pada bangunan perkantoran, hotel, dan apartemen. Selain itu banyaknya lubang/*void* pada lantai dapat pula mempengaruhi kekakuan lantai. Jika mekanisme kegagalan karena *soft story* terjadi maka akan berefek domino pada seluruh lantai.

Pada peraturan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.3.2.2 struktur yang digolongkan sebagai tingkat lunak jika terdapat suatu tingkat dengan kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tingkat di atasnya. Jika kekakuan lateral yang terjadi kurang dari 60 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 persen kekakuan rata-rata tingkat di atasnya maka struktur tersebut termasuk ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak berlebihan^[2].

Dalam penelitian ini dibandingkan perilaku gedung dengan perbedaan kekakuan antar lantai akibat ada pengaruh ketinggian kolom yang berbeda di area bawah gedung, tengah gedung dan atas gedung.

2. METODE PENELITIAN

1. Tahap Persiapan:

Pada langkah awal berupa pengumpulan data dan referensi awal yang mendukung penelitian. Penelitian ini bersifat analitis dan mengandalkan analisa komputer yang didukung dengan data standar mengenai aturan bangunan gedung beton bertulang, standar peraturan gempa dan peta zonasi gempa serta standar pembebanan yang berlaku. Khususnya di Indonesia.

a. Alat dan Bahan

Alat bantu yang digunakan dalam desain dan analisis struktur adalah program komputer analisis struktur yang mampu menganalisa perilaku struktur gedung. Program yang digunakan yakni ETABS.

b. Konfigurasi Geometris Struktur

Parameter-parameter dimensi kolom, balok dan pelat dihitung berdasarkan *preliminary design*. Sementara untuk denah gedung (Panjang, Lebar dan Elevasi) dapat dilihat pada gambar berikut.

Bentuk gedung dibagi menjadi tiga yakni 1) Bangunan dengan tinggi kolom dua kali lebih besar pada bagian bawah bangunan, 2) Bangunan dengan tinggi kolom dua kali lebih besar pada bagian tengah bangunan, 3) Bangunan dengan tinggi kolom dua kali lebih besar pada bagian atas bangunan.

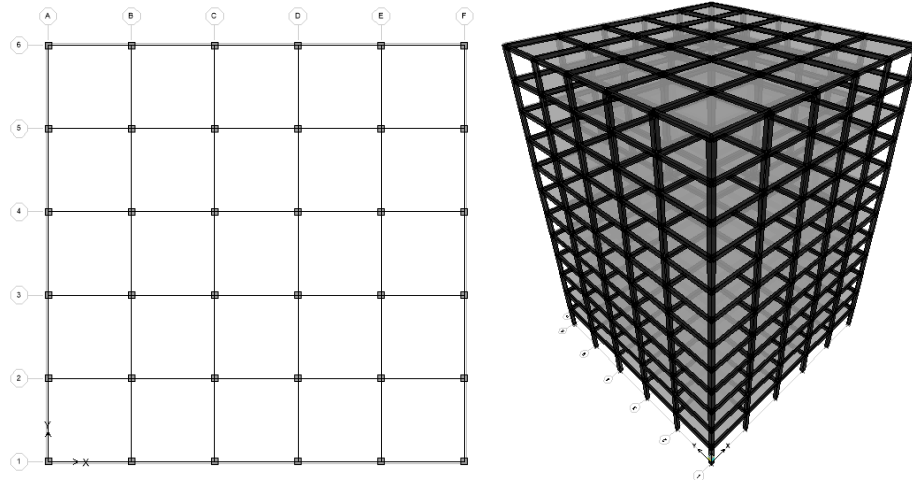
Selanjutnya perbedaan kekakuan antar lantai pada gedung bagian bawah ditulis (PKBB), perbedaan kekakuan antar lantai pada gedung bagian tengah ditulis (PKBT), dan perbedaan kekakuan antar lantai pada gedung bagian atas ditulis (PKBA).

Jarak antar kolom = 6 m

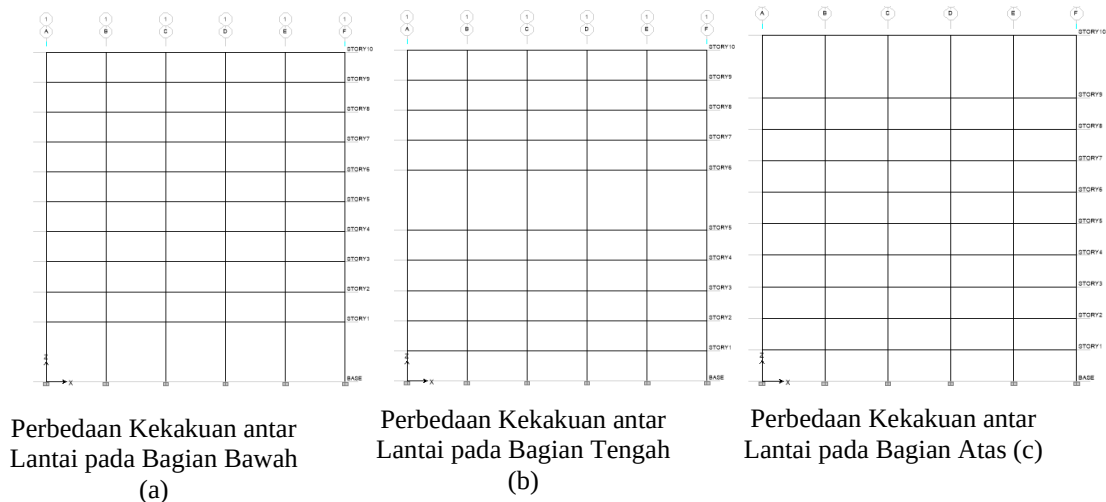
Jumlah lantai = 10 lantai

Tinggi lantai tipikal = 3 m

Khusus pada tipe gedung PKBB tinggi lantai 1 sebesar 6 m dan tinggi lantai di atasnya 3 m. Pada tipe gedung PKBT tinggi lantai 1-4 sebesar 3 m, tinggi lantai 5 sebesar 6 m dan tinggi lantai 6-10 sebesar 3 m. Pada gedung tipe PKBA tinggi lantai 1-9 sebesar 3 m dan tinggi lantai 10 sebesar 6 m.



Gambar 1. Denah dan Isometri Gedung



Gambar 2. Tampak Samping Gedung

2. Tahap Pengumpulan Data:

Pengumpulan data dan informasi tentang struktur gedung yang dijadikan objek pada penelitian ini dilakukan sebelum proses analisis. Data sekunder berupa denah dan mutu material yang digunakan dibuat berdasarkan asumsi peneliti.

3. Tahap Analisa

Ketika semua data-data yang dibutuhkan sudah terkumpul selanjutnya dianalisa. Adapun analisa data yang digunakan adalah mengacu pada standar SNI 1726 2012, SNI 1727 2013, SNI 2847 2013 dan peta gempa 2017 untuk mengetahui perilaku struktur gedung. Pada pembebanan dimasukan nilai beban hidup untuk bangunan sebesar 240 kg/m^2 berdasarkan Tabel 4.1 SNI 1727 2013^[3] sementara beban mati dihitung manual oleh program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk daerah Jakarta didapatkan nilai S_S dan S_1 sebagai berikut:

$$S_S = 0.6$$

$$S_1 = 0.35$$

Data tanah Tidak diketahui Gunakan kelas situs D, SD

Maka rumus untuk mencari nilai S_{MS} dan S_{M1} dan nilai-nilai lain dapat diambil dari SNI 03-1726-2012 ^[4]

$$S_{MS} = F_a S_S \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$F_a = 1,32$$

$$F_v = 1,70$$

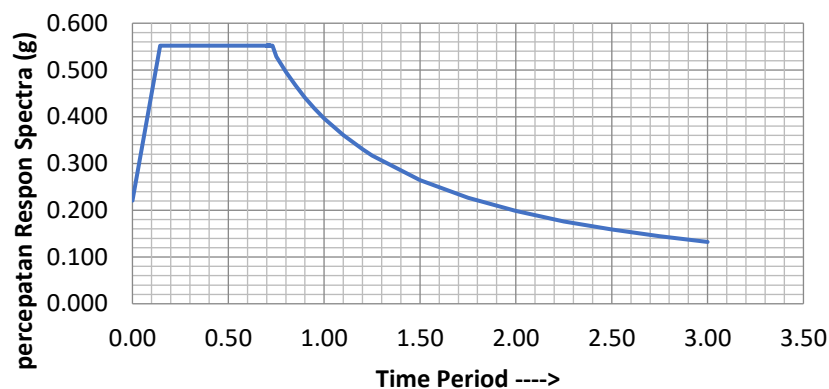
$$S_{MS} = 0,792$$

$$S_{M1} = 0,595$$

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} = 0,528$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1} = 0,397$$

Response Spectra Graph



Gambar 3. Kurva Respon Spektrum

Tabel 1. Resume Parameter Seismik Bangunan

Jenis Pemanfaatan	:	Perkantoran
Kategori Resiko Bangunan	:	II
Faktor Keutamaan Gempa	:	1
S_S	:	0.600
S_1	:	0.350
Kelas Situs	:	SD
F_a	:	1.380
F_v	:	1.700
S_{DS}	:	0.552
S_{D1}	:	0.397
KDS	:	D

Tinjauan pertama terkait perilaku gedung yakni terkait dengan periode struktur bangunan gedung. Waktu getar alami struktur dapat diketahui secara otomatis pada program ETABS dengan memunculkan hasil ragam getar yang dapat dimunculkan bersamaan dengan tinjauan *mode 1*, *mode 2* dan *mode 3*.

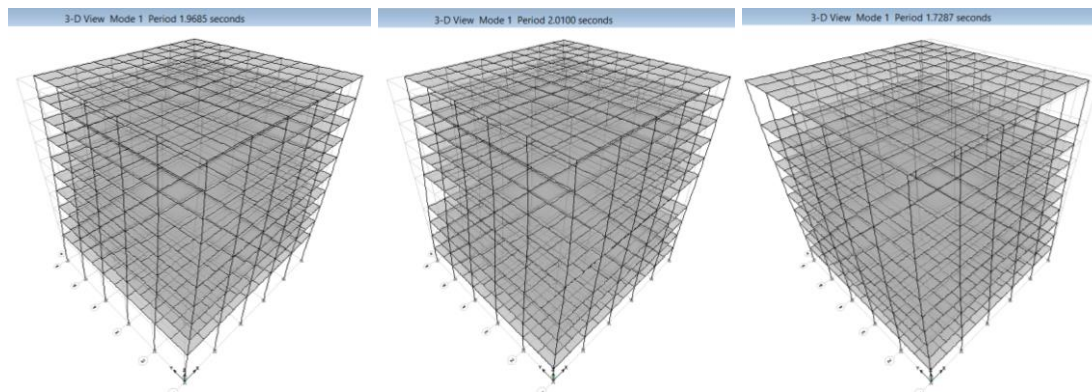
Periode alami struktur diperoleh dari hasil analisis menggunakan *software*, maka periode alami struktur yang diambil (T) harus ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut:

$$T_a = 1,08 \text{ detik}$$

$$T_{max} = 1,52 \text{ detik}$$

$$T_c = 2,01 \text{ detik}$$

Pada tinjauan *mode shape* diambil tiga tahap, *mode 1*, *mode 2* dan *mode 3*. Pada suatu gedung yang stabil umumnya *mode 1* dan *mode 2* merupakan deformasi ke salah satu arah sumbu (sumbu x atau sumbu y). Sedangkan pada *mode 3* bangunan gedung mengalami torsi (puntiran). *Mode shape* ini merupakan gambaran pada saat bangunan gedung berdeformasi. Sehingga dihindari jika pada *mode 1* dan *mode 2* bangunan mengalami puntir.



Gambar 4. *Mode Shape*

Tabel 2. Perbandingan Waktu Getar

Metode Perhitungan	X	Y
Nilai T_a	1.08	1.08
Nilai T_{max}	1.52	1.52
PKBB (cracked)	1.97	1.97
PKBT (cracked)	2.01	2.01
PKBA (cracked)	1.73	1.73

Pemilihan waktu getar mengikuti aturan sebagai berikut:

Jika $T_c > T_{max}$ digunakan $T = T_{max}$

Jika $T_a < T_c < T_{max}$ digunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$ digunakan $T = T_a^{[5]}$

Maka diperoleh nilai waktu getar $T = 1,52$ detik

Tabel 3. Perbandingan Waktu Getar

No	Nama Model	Mode ke-	% Partisipasi Massa	
			Sumbu X	Sumbu Y
1	PKBB	8	91.19	91.19
2	PKBT	8	92.48	92.48
3	PKBA	5	95.28	95.28

Menurut SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.1, yang menyatakan analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan nilai partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual yang dimodelkan. Dari Tabel 5.12 terlihat bahwa partisipasi massa sebesar 90% sudah tercapai pada mode ke-8 pada type gedung PKBB dan PKBT, sedangkan type PKBA tercapai pada mode ke-5.

Tabel 4. Simpangan dan Rasio Simpangan Arah X pada PKBB

Lantai	hi (mm)	δ_{xe} (mm)	$\delta_x = 5,5 \delta_{xe}$ (mm)	Δ_x (mm)	Δ_a / ρ (mm)	Keterangan $\Delta < \Delta_a / \rho$	Drift Ratio (%)
10	33000	47	258.50	10.49	507.692	OK	0.350
9	30000	45.1	248.02	14.34	461.538	OK	0.478
8	27000	42.5	233.68	18.55	415.385	OK	0.618
7	24000	39.1	215.13	22.54	369.231	OK	0.751
6	21000	35	192.59	25.95	323.077	OK	0.865
5	18000	30.3	166.64	28.65	276.923	OK	0.955
4	15000	25.1	137.99	30.57	230.769	OK	1.019
3	12000	19.5	107.42	31.57	184.615	OK	1.052
2	9000	13.8	75.84	31.32	138.462	OK	1.044
1	6000	8.095	44.52	44.52	92.308	OK	0.742

Perpindahan yang terjadi di setiap tingkat struktur dengan metode analisis spektrum respons ragam berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 7.9.3 merupakan perpindahan yang diperbesar (δ). Perpindahan pada tingkat paling atas merupakan perpindahan total struktur bangunan yang ditinjau. Sedangkan simpangan antar tingkat pada suatu lantai diperoleh dari selisih perpindahan (yang diperbesar) lantai tersebut dengan lantai di bawahnya.

Tabel 5. Simpangan dan Rasio Simpangan Arah X pada PKBT

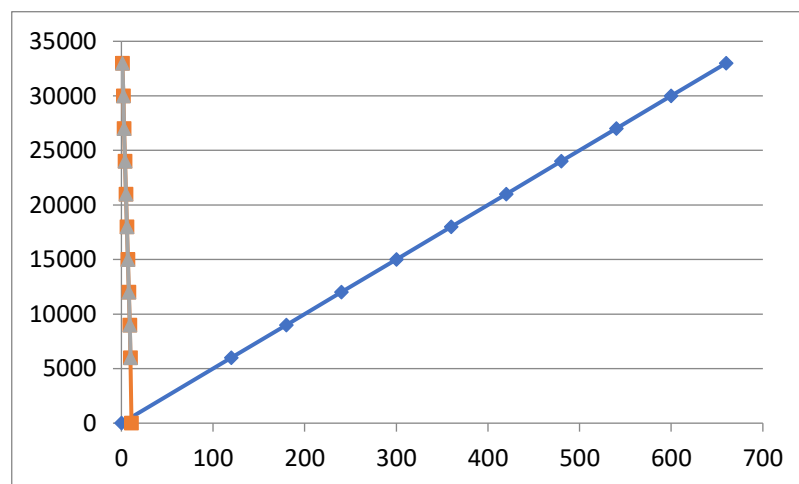
Lantai	hi (mm)	δ_{xe} (mm)	$\delta_x = 5,5 \delta_{xe}$ (mm)	Δ_x (mm)	Δ_a / ρ (mm)	Keterangan $\Delta < \Delta_a / \rho$	Drift Ratio (%)
10	33000	53.6	295.03	11.33	507.692	OK	0.378
9	30000	51.6	283.69	15.65	461.538	OK	0.522
8	27000	48.7	268.04	20.69	415.385	OK	0.690
7	24000	45	247.35	26.18	369.231	OK	0.873
6	21000	40.2	221.18	32.57	323.077	OK	1.086
5	18000	34.3	188.61	85.08	276.923	OK	1.418
4	12000	18.8	103.53	36.29	184.615	OK	1.210

Lantai	hi (mm)	δ_{xe} (mm)	$\delta_x = 5,5 \delta_{xe}$ (mm)	Δ_x (mm)	Δ_a / ρ (mm)	Keterangan $\Delta < \Delta_a/\rho$	Drift Ratio (%)
3	9000	12.2	67.23	31.35	138.462	OK	1.045
2	6000	6.52	35.88	24.59	92.308	OK	0.820
1	3000	2.053	11.29	11.29	46.154	OK	0.376

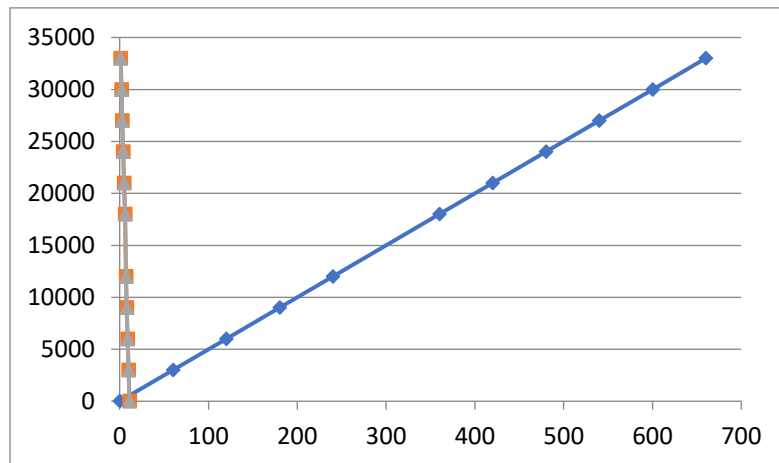
Tabel 6. Simpangan dan Rasio Simpangan Arah X pada PKBA

Lantai	hi (mm)	δ_{xe} (mm)	$\delta_x = 5,5 \delta_{xe}$ (mm)	Δ_x (mm)	Δ_a / ρ (mm)	Keterangan $\Delta < \Delta_a/\rho$	Drift Ratio (%)
10	33000	44.5	244.70	31.90	507.692	OK	0.532
9	27000	38.7	212.79	18.13	415.385	OK	0.604
8	24000	35.4	194.66	21.12	369.231	OK	0.704
7	21000	31.6	173.54	24.40	323.077	OK	0.813
6	18000	27.1	149.14	27.21	276.923	OK	0.907
5	15000	22.2	121.92	29.17	230.769	OK	0.972
4	12000	16.9	92.76	29.85	184.615	OK	0.995
3	9000	11.4	62.90	28.52	138.462	OK	0.951
2	6000	6.25	34.39	23.41	92.308	OK	0.780
1	3000	1.995	10.97	10.97	46.154	OK	0.366

Untuk sumbu y nilai simpangan bernilai sama dengan sumbu x. Hal ini terjadi karena bentuk geometri bangunan gedung simetris.

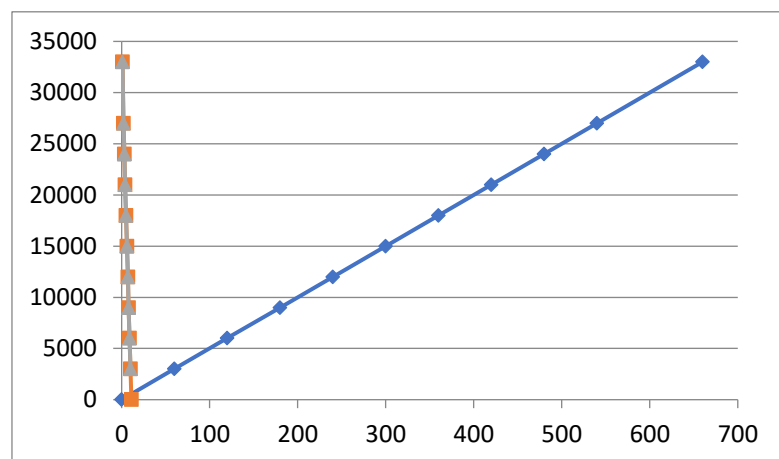


Gambar 5. Displacement Sumbu x dan y Terhadap Displacement Ijin pada PKBB



Gambar 6. Displacement Sumbu x dan y Terhadap Displacement Ijin pada PKBT

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a) seperti yang disebutkan dalam SNI 03-1726-2012 Pasal 7.12.1. Sesuai dalam SNI 03-1726-2012 Pasal 7.12.1.1, untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari hanya rangka momen pada struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik D, E, atau F, simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi Δ_a/ρ untuk semua tingkat.



Gambar 7. Displacement Sumbu x dan y Terhadap Displacement Ijin pada PKBA

Untuk garis kurva berwarna merah merupakan displacement terhadap sumbu x. Garis kurva berwarna hijau merupakan displacement terhadap sumbu y. Garis kurva berwarna biru merupakan displacement ijin. Pada Gambar 6-8 terlihat bahwa displacement bangunan gedung masih di bawah displacement ijin.

Perpindahan/simpangan paling besar yang terjadi pada lantai 5 untuk tipe gedung PKBT yaitu dengan kekakuan antar tingkat yang berbeda di bagian tengah gedung. Hal ini perlu menjadi catatan untuk perencana yang ingin membuat bangunan gedung dengan area yang cukup tinggi pada tengah ketinggian gedung.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian adalah:

1. Periode struktur hasil analisis dengan program dalam kondisi penampang retak (*crack*) diperoleh sebesar 2,01 detik.
2. *Mode shape* untuk ketiga tipe gedung PPKBB, PKBT dan PKBA sudah memenuhi persyaratan dimana pada *mode shape* 1 dan 2 bangunan gedung mengalami translasi ke arah sumbu x atau y sedangkan pada *mode shape* 3 mengalami puntiran.
3. Nilai rasio partisipasi massa yang disyaratkan tercapai pada prosentase 90% tercapai pada *mode shape* ke-8 untuk gedung PKBB dan PKBT. Sedangkan untuk PKBA tercapai pada *mode shape* ke-5.
4. Nilai simpangan untuk ketiga tipe gedung PKBB, PKBT dan PKBA masih dalam batas ijin.

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini:

1. Bentuk gedung dibuat lebih banyak variasi baik seperti ada tidaknya dinding dan bukaan (*void*) di area tertentu.
2. Perlu ditinjau untuk bangunan gedung yang tidak simetris.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonius, dan Widhianto, Aref. 2013. Efek Soft Storey Pada Respon Dinamik Struktur Gedung Beton Bertulang Tingkat Tinggi (199S). Universitas Islam Sultan Agung. Semarang
- [2] Siajaya, Kimberly, dkk. 2018. Respons Struktur Gedung Bertingkat Dengan Variasi Kekakuan Kolom Akibat Gempa Berdasarkan SNI 03-1726-2012. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 1727 2013 Tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1726 2012 Tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. Jakarta
- [5] Moestopo, Muslinang. Shortcourse HAKI 2012 Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa, Jakarta.

Analisis Persepsi Pengguna Lajur Khusus Sepeda Motor (Studi Kasus: Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta)

M. Vikry M. Septiansyah¹; Dwi Novi Wulansari²

^{1,2}Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta

¹muhammadvikry1@gmail.com

ABSTRACT

Special lanes for motorbikes located on Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta are intended to reduce the level of traffic congestion and reduce the incidence of motorcycle accidents. The purpose of this study is to evaluate the performance of a special lane of a motorcycle based on user perception. Analysis of user perceptions is done using questionnaire survey data using the Importance Performance Analysis (IPA) method. Data from the questionnaire survey were used as many as 100 respondent data along the road. Based on the results of the analysis it can be seen that the performance of the motorcycle special lane has not met the expectations of the lane users. That is because there are still side barriers on motorbike lanes, such as vehicles parked and vehicles that stop at these lanes.

Keywords: Special Lane, Motorcycle, Importance Performance Analysis

ABSTRAK

Lajur khusus sepeda motor yang berlokasi di Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta dimaksudkan untuk mengurangi tingkat kemacetan lalu lintas dan mengurangi kejadian kecelakaan sepeda motor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja lajur khusus sepeda motor berdasarkan persepsi pengguna. Analisis persepsi pengguna dilakukan menggunakan data hasil survey kuesioner menggunakan metode Importance Performance Analysis (IPA). Data hasil survey kuesioner yang digunakan sebanyak 100 data responden yang berada disepanjang jalan tersebut. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa kinerja lajur khusus sepeda motor tersebut belum memenuhi harapan dari pengguna lajur tersebut. Hal tersebut dikarenakan masih adanya hambatan samping pada lajur khusus sepeda motor, seperti kendaraan yang parkir dan kendaraan yang berhenti pada lajur tersebut.

Kata kunci: Lajur Khusus, Sepeda Motor, Importance Performance Analysis

1. PENDAHULUAN

Lajur khusus sepeda motor telah diberlakukan dan diterapkan di beberapa negara berkembang, termasuk di Indonesia. Lajur khusus sepeda motor diharapkan tidak hanya mengurangi kemacetan lalu lintas yang diakibatkan gerakan manuver sepeda motor, tetapi juga meningkatkan keselamatan para pengendara sepeda motor. Dalam pergerakannya, sepeda motor cenderung tidak mengikuti lajur yang sama sehingga mengakibatkan terganggunya kendaraan yang lain dan berpotensi menimbulkan konflik lalu lintas yang tidak jarang berujung menjadi sebuah kecelakaan lalu lintas. Permasalahan tersebut juga terjadi di ruas Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta.

Pada penelitian mengenai kinerja ruas Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta dapat diketahui bahwa tingkat pelayanan ruas (LOS) Jalan Medan Merdeka Barat dengan arus lalu lintas dari arah utara adalah LOS D dengan nilai V/C ratio 0,84 dan kecepatan rata-rata sebesar 48 km/jam. Sedangkan tingkat pelayanan ruas Jalan Medan Merdeka Barat dengan arus lalu lintas dari arah selatan adalah LOS C dengan nilai V/C ratio 0,45 dan kecepatan rata-rata sebesar 41 km/jam [1]. Berdasarkan tingkat kinerja ruas jalan yang masih rendah tersebut dapat disimpulkan bahwa lajur khusus sepeda motor di Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta tidak efektif.

Evaluasi efektifitas implementasi lajur khusus sepeda motor pada ruas Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta dilakukan untuk mengetahui penyebab tidak efektifnya lajur, dimana efektifitas ditinjau dari persepsi pengguna lajur khusus sepeda motor. Analisis persepsi pengguna lajur khusus sepeda motor dilakukan berdasarkan data survey kuesioner menggunakan metode *Importance Performance Analysis* (IPA).

2. METODE PENELITIAN

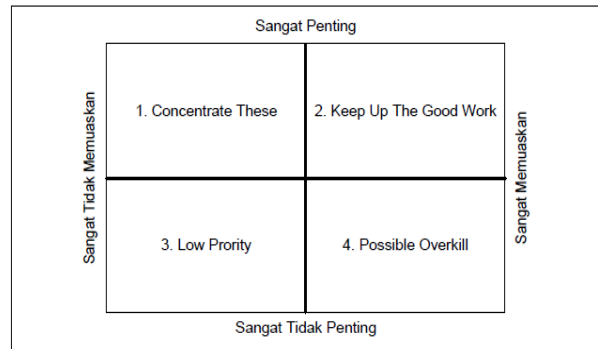
2.1 *Importance Performance Analysis* (IPA)

Importance-Performance Analysis merupakan metode pengukuran kepuasan klien dengan suatu produk atau layanan [2]. Pendekatan IPA mengakui kepuasan sebagai fungsi dari dua komponen, yaitu tingkat kepentingan suatu produk atau layanan kepada klien dan kinerja bisnis dalam menyediakan layanan atau produk tersebut. Metode IPA memerlukan pengukuran tingkat kesesuaian untuk mengetahui seberapa besar pengguna merasa puas terhadap kinerja penyedia jasa, dan seberapa besar pihak penyedia jasa memahami apa yang diinginkan pengguna terhadap jasa yang mereka berikan. Rumus untuk mengetahui tingkat kesesuaian adalah sebagai berikut:

$$T_k = \frac{X}{Y} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan: T_k = Tingkat kesesuaian responden, X = Skor penilaian pelaksanaan kinerja penyedia jasa, Y = Skor penilaian kepentingan pengguna jasa (konsumen)

Pada analisis *Importance-Performance Analysis*, dilakukan pemetaan menjadi 4 kuadran untuk seluruh atribut yang mempengaruhi kualitas pelayanan. Pembagian kuadran dalam *Importance-Performance Analysis* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Kartesius *Importance Performance Analysis*

Penjelasan mengenai keempat kuadran yang terdapat pada diagram kartesius IPA sebagai berikut:

1. Kuadran I (*Concentrate These*)
adalah bagian yang memuat faktor-faktor yang dianggap penting oleh pengguna, tetapi pada kenyataannya faktor-faktor ini belum sesuai dengan harapan pengguna, dimana tingkat kepuasan yang diperoleh masih rendah. Atribut-atribut yang masuk dalam kuadran ini harus ditingkatkan.
2. Kuadran II (*Keep Up The Good Work*)
adalah bagian yang memuat faktor-faktor yang dianggap penting oleh pengguna, dan faktor-faktor yang dianggap pengguna sudah sesuai dengan yang dirasakannya sehingga tingkat kepuasannya relatif lebih tinggi. Atribut-atribut yang masuk dalam kuadran ini harus tetap dipertahankan karena semua atribut ini menjadikan atribut yang penting bagi pengguna.
3. Kuadran III (*Low Priority*)
adalah bagian yang memuat faktor-faktor yang dianggap kurang penting oleh pengguna, dan pada kenyataannya kinerjanya tidak terlalu istimewa. Peningkatan atribut-atribut yang termasuk dalam kuadran ini dapat dipertimbangkan kembali karena pengaruhnya terhadap manfaat yang dirasakan oleh pengguna sangat kecil.
4. Kuadran IV (*Possible Overkill*)
adalah bagian yang memuat faktor-faktor yang dianggap kurang penting oleh pengguna, dan dirasakan terlalu berlebihan. Atribut-atribut yang termasuk dalam kuadran ini dapat dikurangi agar penyedia jasa dapat menghemat biaya.

Tingkat kepentingan suatu atribut dinilai dengan menggunakan skala 5 tingkat (*likert*) yang terdiri dari sangat penting, cukup penting, kurang penting dan tidak penting. Kelima penilaian tersebut diberikan bobot sebagai berikut:

- a. Pilihan sangat penting memiliki bobot nilai 5
- b. Pilihan penting memiliki bobot nilai 4
- c. Pilihan cukup penting memiliki bobot nilai 3
- d. Pilihan kurang penting memiliki bobot nilai 2
- e. Pilihan tidak penting memiliki bobot nilai 1

Untuk kinerja/kepuasan diberikan lima penilaian dengan bobot sebagai berikut:

- a. Pilihan sangat setuju memiliki bobot nilai 5 yang berarti masyarakat sangat puas
- b. Pilihan setuju memiliki bobot nilai 4 yang berarti masyarakat puas

- c. Pilihan cukup setuju memiliki bobot nilai 3, berarti masyarakat cukup puas
- d. Pilihan kurang setuju memiliki bobot nilai 2 yang berarti masyarakat kurang puas
- e. Pilihan tidak setuju memiliki bobot nilai 1 yang berarti masyarakat tidak puas

Penentuan ukuran data kuesioner untuk mengetahui persepsi pengguna jalan khusus sepeda motor dilakukan sebanyak 100 responden [6], sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (2)$$

Dimana n: jumlah sampel, N: jumlah populasi, dan e: batas toleransi kesalahan (*error tolerance*).

2.2 Uji Validitas

Validitas adalah ketepatan atau kecermatan suatu instrument dalam pengukuran. Pengujian validitas konstruk dilakukan dengan cara mengkorelasikan antara skor butir pertanyaan dengan skor totalnya [3]. Teknik yang sering digunakan untuk uji validitas adalah menggunakan korelasi *Bivariate Pearson*. Analisis ini dilakukan dengan mengkorelasikan antara masing-masing skor atribut dengan skor total. Skor total adalah penjumlahan dari keseluruhan atribut yang ada. Atribut-atribut pertanyaan yang berkorelasi signifikan dengan skor total menunjukkan atribut-atribut tersebut mampu memberi dukungan dalam mengungkapkan apa yang ingin diungkap, rumus korelasi produk momen yang digunakan:

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}} \quad (3)$$

Keterangan:

r_{xy}	= Koefisien korelasi
n	= Jumlah responden
$\sum x$	= Jumlah skor atribut
$\sum y$	= Jumlah skor total
$\sum x^2$	= Jumlah kuadrat skor atribut
$\sum y^2$	= Jumlah kuadrat skor total
$\sum xy$	= Total perkalian skor atribut

Nilai r hitung dicocokkan dengan r tabel *product moment* pada taraf signifikan. Jika lebih besar dari r tabel, maka butir soal tersebut dapat dinyatakan valid.

2.3 Uji Reliabilitas

Reliabilitas berhubungan dengan tingkat ketetapan dari hasil pengukuran [4]. Kuesioner dikatakan reliabel jika dapat memberikan hasil relatif sama (ajeg) pada saat dilakukan pengukuran kembali pada obyek yang berlainan pada waktu yang berbeda atau memberikan hasil yang tetap. Untuk mengukur reliabilitas kuesioner dapat digunakan rumus *Cronbach's Alpha* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left[\frac{K}{(K-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (4)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

$\Sigma \sigma_b^2$ = Jumlah varians butir

K = Banyaknya butir instrumen

$\Sigma \sigma_t^2$ = Varians total

Kategori koefisien reliabilitas [5] adalah sebagai berikut:

$0,90 < r_{11} \leq 1,00$ reliabilitas sangat tinggi

$0,70 < r_{11} < 0,90$ reliabilitas tinggi

$0,40 < r_{11} < 0,70$ reliabilitas sedang

$0,20 < r_{11} < 0,40$ reliabilitas rendah

$r_{11} \leq 0,20$ reliabilitas sangat rendah (tidak *reliable*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data karakteristik responden ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Data Karakteristik Responden

No	Data Karakteristik Responden	Presentase
1	Jenis Kelamin a. Laki-laki b. Perempuan	75% 25%
2	Usia a. ≤ 16 tahun b. 17-50 tahun c. ≥ 51 tahun	0% 81% 19%
3	Pekerjaan a. Pelajar/ Mahasiswa b. Karyawan swasta/ PNS c. Lainnya	13% 74% 13%
4	Tempat Tinggal a. Jakarta pusat b. Jakarta utara c. Jakarta timur d. Jakarta barat d. Jakarta selatan e. Lainnya	25% 8% 6% 10% 39% 12%
5	Pendapatan perbulan a. $\leq$ Rp. 1.000.000 b. Rp. 1.000.000-3.000.000 c. Rp. 3.000.000-5.000.000 d. Rp. 5.000.000-7.000.000 e. Rp. 7.000.000-9.000.000 f. $\geq$ Rp. 9.000.000	9% 32% 43% 14% 2% 0%
6	Kepemilikan Surat Izin Mengemudi (SIM) a. SIM A/B/D b. Sim C c. Tidak ada	18% 64% 18%

No	Data Karakteristik Responden	Presentase
7	Mengendarai Mobil Per-Bulan	
	a. Tidak pernah	82%
	b. 1-4 Kali	9%
	c. 5-8 Kali	3%
	d. ≥ 9 Kali	6%
8	Mengendarai Motor Per-Bulan	
	a. Tidak pernah	18%
	b. 1-4 Kali	8%
	c. 5-8 Kali	5%
	d. ≥ 9 Kali	69%

Uji validitas dilakukan dengan mengkorelasikan hasil jawaban tiap butir pernyataan dengan nilai total dari 100 responden, selanjutnya menentukan r hitung. Jika r hitung lebih besar dari pada r tabel, maka butir pernyataan/atribut tersebut dinyatakan valid. Pada pengujian ini digunakan nilai signifikan = 2,5%, $n=100$, maka r tabel ditentukan sebesar 0,1966.

Tabel 2. Uji validitas pernyataan penilaian kinerja terhadap lajur khusus sepeda motor

No	Pernyataan/Atribut	r hitung	Hasil
1	Lebar Lajur Khusus Sepeda Motor yang dapat Menampung volume lalu lintas kendaraan, Khususnya sepeda motor	0,6627	Valid
2	Lebar Lajur khusus sepeda motor yang dapat dipergunakan untuk menyiap satu sepeda motor	0,6480	Valid
3	Tersedia rambu dan marka lalu lintas berupa informasi lokasi masuk-keluar sepeda motor, batas kecepatan, rambu larangan berhenti dan parkir pada lokasi-lokasi tertentu	0,7361	Valid
4	Rambu dan marka lalu lintas dipasang pada tempat-tempat yang diperlukan dan mudah diperlihatkan	0,8420	Valid
5	Tersedia pemisah (separator) antara ajur khusus sepeda motor dari jalan utama berupa marka lalu lintas atau kereb	0,7841	Valid
6	Kecepatan sepeda motor dapat mencapai 40 Km/Jam pada lajur khusus sepeda motor	0,8433	Valid
7	Tidak terdapat jam-jam khusus (pembatasan) pelaksanaan lajur khusus sepeda motor	0,5892	Valid
8	Tidak terjadi selip pada saat jaan basah atau ketika melewati penutup lubang jalan	0,7366	Valid
9	Tersedia pembatas lajur khusus sepeda motor (guard rail)	0,5122	Valid
10	Tidak terdapat hambatan samping berupa pejalan kaki, kendaraan parkir, kendaraan berhenti dan kendaraan masuk + keluar pada lajur khusus sepeda motor	0,4073	Valid
11	Permukaan jalan tidak bergelombang dan tidak berlubang serta tidak terdapat kerusakan jalan lainnya pada lajur khusus sepeda motor	0,5114	Valid

Tabel 3. Uji validitas pernyataan kepentingan/harapan terhadap lajur khusus sepeda motor

No	Pernyataan/Atribut	r hitung	Hasil
1	Lebar Lajur Khusus Sepeda Motor dapat Menampung volume lalu lintas kendaraan, Khususnya sepeda motor	0,5842	Valid
2	Lebar Lajur khusus sepeda motor dapat dipergunakan untuk menyiap satu sepeda motor	0,5957	Valid

3	Tersedia rambu dan marka lalu lintas berupa informasi lokasi masuk-keluar sepeda motor, batas kecepatan, rambu larangan berhenti dan parkir pada lokasi-lokasi tertentu	0,8040	Valid
4	Rambu dan marka lalu lintas dipasang pada tempat-tempat yang diperlukan dan mudah diperlihatkan	0,7905	Valid
5	Tersedia pemisah (separator) antara ajur khusus sepeda motor dari jalan utama berupa marka lalu lintas atau kereb	0,8160	Valid
6	Kecepatan sepeda motor dapat mencapai 40 Km/Jam pada lajur khusus sepeda motor	0,6639	Valid
7	Tidak terdapat jam-jam khusus (pembatasan) pelaksanaan lajur khusus sepeda motor	0,7171	Valid
8	Tidak terjadi selip pada saat jalan basah atau ketika melewati penutup lubang jalan	0,7694	Valid
9	Tersedia pembatas lajur khusus sepeda motor (guard rail)	0,6520	Valid
10	Tidak terdapat hambatan samping berupa pejalan kaki, kendaraan parkir, kendaraan berhenti dan kendaraan masuk + keluar pada lajur khusus sepeda motor	0,7120	Valid
11	Permukaan jalan tidak bergelombang dan tidak berlubang serta tidak terdapat kerusakan jalan lainnya pada lajur khusus sepeda motor	0,7515	Valid

Uji reliabilitas untuk penilaian kinerja terhadap lajur khusus sepeda motor menghasilkan nilai r_{11} sebesar 0,8609 dan untuk kepentingan/harapan terhadap lajur khusus sepeda motor menghasilkan nilai r_{11} sebesar 0,8917. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pernyataan/atribut pada kuesioner dinyatakan *reliable* atau memenuhi uji realibilitas karena nilai r_{11} melebihi nilai r tabel. Selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat kesesuaian (rasio) antara tingkat kepentingan dan penilaian terhadap kinerja pelayanan yang diberikan, serta perhitungan rata-rata bobot masing-masing atribut tingkat kepentingan dan penilaian kinerja pelayanan yang diberikan.

Tabel 4. Tingkat kesesuaian antara tingkat kinerja dan tingkat kepentingan

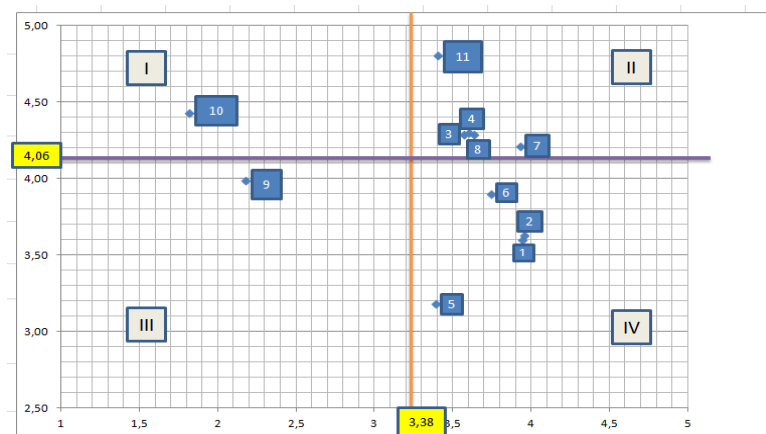
No.	Atribut/Pernyataan	Bobot kinerja	Bobot harapan	Tingkat kesesuaian	X	Y
1	Lebar lajur khusus sepeda motor dapat menampung volume lalu lintas kendaraan, khususnya sepeda motor	394	360	109,44%	3,94	3,60
2	Lebar lajur khusus sepeda motor dapat dipergunakan untuk menyiap satu sepeda motor	395	363	108,81%	3,95	3,63
3	Tersedia rambu dan marka lalu lintas berupa informasi lokasi masuk-keluar sepeda motor, batas kecepatan, rambu larangan berhenti dan parkir pada lokasi-lokasi tertentu	357	429	83,21%	3,57	4,29
4	Rambu dan marka lalu lintas dipasang pada tempat-tempat yang diperlukan dan mudah diperlihatkan	360	430	83,72%	3,60	4,30
5	Tersedia pemisah (<i>separator</i>) antara ajur khusus sepeda motor dari jalan utama berupa marka lalu lintas atau kereb	339	318	106,60%	3,39	3,18

6	Kecepatan sepeda motor dapat mencapai 40 Km/Jam pada lajur khusus sepeda motor	374	390	95,89%	3,74	3,90
7	Tidak terdapat jam-jam khusus (pembatasan) pelaksanaan lajur khusus sepeda motor	393	421	93,35%	3,93	4,21
8	Tidak terjadi selip pada saat jalan basah atau ketika melewati penutup lubang jalan	363	429	84,62%	3,63	4,29
9	Tersedia pembatas lajur khusus sepeda motor (<i>guard rail</i>)	217	339	54,39%	2,17	3,39
10	Tidak terdapat hambatan samping berupa pejalan kaki, kendaraan parkir, kendaraan berhenti dan kendaraan masuk + keluar pada lajur khusus sepeda motor	181	443	40,86%	1,81	4,43
11	Permukaan jalan tidak bergelombang dan tidak berlubang serta tidak terdapat kerusakan jalan lainnya pada lajur khusus sepeda motor	340	481	70,69%	3,40	4,81
X dan Y					3,38	4,06

Kemudian kesebelas atribut tersebut dipetakan ke dalam diagram kartesius *Importance-performance analysis* yang terbagi dalam empat kuadran pada Gambar 2.

1. Kuadran I (*concrete these*) menunjukkan bahwa atribut 10 masih belum sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna, sehingga jalan khusus sepeda motor seharusnya bisa terbebas dari hambatan samping, kendaraan parkir dan kendaraan berhenti pada lajur khusus sepeda motor.
2. Kuadran II (*keep up the good work*) menunjukkan bahwa atribut 3, atribut 4, atribut 7, atribut 8, dan atribut 11 sudah dianggap sesuai oleh para pengguna lajur lajur khusus sepeda motor. Akan tetapi faktor yang ada pada kuadran II ini harus tetap diperhatikan, karena faktor-faktor tersebut berpengaruh pada keselamatan para pengguna sepeda motor saat melintas di lajur khusus sepeda motor. Atribut yang ada pada kuadran II antara lain:
 - a. Tersedia rambu dan marka lalu lintas berupa informasi lokasi masuk-keluar sepeda motor, batas kecepatan, rambu larangan berhenti dan parkir pada lokasi-lokasi tertentu.
 - b. Rambu dan marka lalu lintas dipasang pada tempat-tempat yang diperlukan dan mudah diperlihatkan.
 - c. Tidak terdapat jam-jam khusus (pembatasan) pelaksanaan lajur khusus sepeda motor.
 - d. Tidak terjadi selip pada saat jalan basah atau ketika melewati penutup lubang jalan.
 - e. Permukaan jalan tidak bergelombang dan tidak berlubang serta tidak terdapat kerusakan jalan lainnya pada lajur khusus sepeda motor.
3. Kuadran III (*low priority*) menunjukkan bahwa atribut 9 merupakan atribut yang tidak terlalu signifikan bagi para pengguna lajur khusus sepeda motor. Sehingga atribut 9 kinerjanya tidak terlalu berpengaruh pada lajur khusus sepeda motor tersebut. Atribut yang ada pada kuadran III ini ialah tersedia pembatas lajur khusus sepeda motor (*guard rail*).

4. Kuadran IV (*possible overkill*) menunjukkan bahwa atribut 1, atribut 2, atribut 5, dan atribut 6 sudah dianggap memuaskan oleh para pengguna sepeda motor, Sehingga tidak perlu lagi ada perubahan yang besar untuk lajur khusus sepeda motor tersebut. Atribut yang ada pada kuadran IV diantara lain:
- Lebar lajur khusus sepeda motor dapat menampung volume lalu lintas kendaraan, khususnya sepeda motor.
 - Lebar lajur khusus sepeda motor dapat dipergunakan untuk menyiap satu sepeda motor.
 - Tersedia pemisah (*separator*) antara ajur khusus sepeda motor dari jalan utama berupa marka lalu lintas.
 - Kecepatan sepeda motor dapat mencapai 40 km/jam pada lajur khusus sepeda motor.



Gambar 2. Diagram kartesius hasil analisis IPA

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pemetaan antara tingkat kepentingan (*importance*) dan tingkat kinerja (*performance*) ke dalam diagram kartesius *Importance performance analysis* dapat diketahui bahwa lajur khusus sepeda motor pada Jalan Madan Merdeka Barat, DKI Jakarta memiliki permasalahan yang meliputi masih adanya hambatan samping, seperti kendaraan parkir dan kendaraan berhenti pada lajur tersebut. Berdasarkan analisis persepsi, kondisi ini belum memenuhi harapan dari pengguna lajur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Septiansyah, M.V.M. and Wulansari, D.N., 2018. *Analisa Kinerja Ruas Jalan Medan Merdeka Barat, DKI Jakarta*. Jurnal Kajian Teknik Sipil, 3(2), pp.110-115.
- [2] Martilla, J. and James, J. (1977), *Importance-Performance Analysis*, Journal of Marketing, 41(1), 77-79.
- [3] Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- [4] Syaodih Sukmadinata. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [5] Guilford, J.P. (1956). *Fundamental statistic in psychology and education*. New York: McGraw Hill.
- [6] Sevilla, Consuelo G. et. al (2007). *Research Methods*. Rex Printing Company. Quezon City.

Pengaruh Penambahan Lumpur *Geothermal* dan Serat Baja Ban Bekas Terhadap Beton

Tri Yuhanah¹, Devita Mayasari², dan Budi Wicaksono³

^{1, 2, 3}Sekolah Tinggi Teknik PLN

¹triyuhanah@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is a very popular construction material, widely used in construction. The waste that is in the surrounding environment begins to be used for mixed materials in the manufacture of concrete, one of which is geothermal mud (geothermal sludge) which has pozzolanic properties because it contains alumina silica minerals so that it can be used instead of cement. Waste steel fiber tires used residue from vehicles is an added material that can be used to improve the mechanical properties of concrete. This research aims to measure effects of adding geothermal mud and used steel fiber to concrete. Planned concrete f_c '30 MPa with used tire steel fibers with variations of 0%, 0,5%, 1% and 1,5% of the weight of concrete and geothermal mud as partial substitution of 20% cement. Concrete Variation 4 (1.5% used tire steel fiber + 20% geothermal mud) has the highest compressive strength of 32.13 MPa compared to normal concrete of 30.006 MPa. For the splitting tensile strength variation 4 is 1.8 MPa and its flexural strength is 2.457 MPa while the normal concrete is splitting tensile strength of 1.6 MPa and its bending strength is 2.210 MPa.

Keywords: flexural strength, compressive strength, tensile strength, absorption, geothermal mud

ABSTRAK

Beton merupakan material konstruksi yang sangat populer, banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Limbah yang ada lingkungan sekitar mulai dimanfaatkan untuk bahan campuran dalam pembuatan beton, salah satunya lumpur geothermal (sludge geothermal) yang mempunyai sifat pozzolan karena mengandung mineral silika alumina sehingga dapat digunakan sebagai pengganti semen. Limbah serat baja ban bekas sisa pemakaian dari kendaraan merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat mekanik beton. Tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengukur pengaruh dari penambahan lumpur geothermal dan serat baja ban bekas terhadap beton. Beton direncanakan f_c ' 30 MPa dengan lumpur geothermal sebagai substitusi sebagian semen 20 % dan serat baja ban bekas dengan variasi 0%, 0,5%, 1% dan 1,5% berat beton. Beton Variasi 4 (1,5% serat baja ban bekas + 20% lumpur geothermal) memiliki kuat tekan paling tinggi sebesar 32,13 MPa dengan perbandingan kuat tekan beton normal sebesar 30,006 MPa. Untuk kuat tarik belah variasi 4 sebesar 1,8 MPa dan kuat lenturnya 2,457 MPa sedangkan beton normal kuat tarik belah sebesar 1,6 MPa dan kuat lenturnya 2,210 MPa.

Kata kunci: kuat tarik, kuat lentur, kuat tekan, absorpsi, lumpur geothermal

1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Semakin terbatasnya bahan material pembentuk beton tidak sebanding dengan banyaknya pengguna konstruksi beton sehingga diupayakan beton yang ramah lingkungan. Limbah yang ada lingkungan sekitar dimanfaatkan sebagai bahan campuran beton, salah satunya lumpur *geothermal* (*sludge geothermal*). Limbah padat *geothermal* mengandung unsur logam yang beberapa diantaranya logam berat, antara lain *Si, Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cd, As, Sb, Au, Ag, Hg*, dan *Se*. Lumpur limbah panas bumi atau lumpur *geothermal* (*sludge geothermal*) mempunyai sifat pozzolan karena mengandung mineral silika alumina sehingga dapat digunakan sebagai pengganti semen. Serbuk *geothermal* yang telah mengalami proses pembakaran berwarna putih sebanyak 15 - 30 % dari berat lumpur yang dibakar dan mengandung silika sebagai komponen utama. Pada umumnya kadar silika dalam serbuk *geothermal* berkisar antara 75 - 85%.

Penambahan serat pada beton dapat memperbaiki sifat-sifat antara lain meningkatkan kuat tarik, kuat lentur, ketahanan benturan, ketahanan keausan, *fatigue*, ketahanan susutan, ketahanan abrasi, ketahanan pecahan atau fragmentasi, ketahanan pengelupasan, serta modulus elastisitas. Serat dapat berupa limbah serat baja ban bekas sisa pemakaian dari kendaraan.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah lumpur *Geothermal* yang mengandung silica amorf (SiO_2) sebagai pengganti sebagian semen dan limbah serat baja ban bekas yang dapat memperbaiki sifat mekanik beton.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian laboratorium terdiri atas pengujian fisis untuk persyaratan material bahan beton, kuat tekan, kuat tarik belah, nilai *slump test* (*workability*) dan *absorpsi* sesuai SNI. Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

A. Tahap Persiapan

Persiapan pengujian material utama, alat yang akan digunakan. Pembuatan benda uji akan dilaksanakan di Laboratorium Beton STT PLN.

B. Tahap Pelaksanaan

1. Pembuatan Benda Uji Penelitian

Pembuatan benda uji untuk penelitian sejumlah 65 benda uji dengan variasi lumpur *geothermal* sebagai substitusi semen 20% dan serat baja ban bekas dengan variasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dari berat beton. Pengujian benda uji pada umur 7, 14, dan 28 hari, bertujuan untuk mengukur kuat tekan dan kuat tarik belah beton yang diubah menjadi kuat lentur, absorpsi dan tes *slump*.

Besarnya tegangan tarik tidak langsung yang dialihkan saat beton itu mengalami belah, dapat dihitung menggunakan rumus^[1]:

$$f_{ct} = \frac{2.P}{\pi.L.D} \quad (1)$$

dimana:

P = Beban (kg)

D = Diameter silinder (mm)

L = Panjang silinder (mm)

Kuat tarik lentur ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton sebagai berikut^[3]:

$$f_{cf} = 1,37.f_{ct} \quad \text{dalam MPa} \quad (2)$$

dimana:

f_{ct} = kuat tarik belah beton

Nilai kuat tekan beton ditentukan dengan persamaan berikut^[3]:

$$K = \frac{P}{A} \quad (3)$$

dimana:

K = kuat tekan (MPa)

A = Luas alas (mm²)

P = Beban (N)

Persamaan yang digunakan pada pengujian serapan air (*absorpsi*) adalah sebagai berikut^[5]:

$$Absorpsi = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (4)$$

dimana:

A = Berat Benda Uji Kering (kg)

B = Berat Benda Uji Setelah Direndam (kg)

2. Pengujian dan Pengumpulan Data

Tahap pelaksanaan yaitu melakukan pengujian terhadap benda uji yang telah dibuat dan kemudian melakukan pencatatan kuat tarik belah pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari, dan pencatatan absorpsi pada umur 28 hari.

C. Tahap Analisa Data

Setelah data hasil pengujian diperoleh selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan perbandingan dengan beton normal yang bertujuan mengetahui nilai *slump*, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur beton, dan absorpsi.

D. Perumusan kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan akan ditarik beberapa kesimpulan antara lain kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat lentur beton serta absorpsi dan nilai tertinggi dan terendah *slump* dari variasi campuran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian *Geothermal*

Pengujian yang dilakukan adalah pemeriksaan berat satuan serbuk *geothermal* dengan berat awal 65 gr, volume minyak tanah 0,7 cm³, volume minyak tanah dan *geothermal* 22,5 cm³. Berdasarkan hasil dari pengujian berat satuan lumpur *geothermal* didapat hasil sebesar 2,98 gr/cm³ yang memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan berat satuan semen.

B. Pengujian Agregat Halus

1. Analisa Gradasi Pasir

Pengujian analisis gradasi pasir memperoleh hasil MHB 1,95% memenuhi syarat ketetapan MHB pada rentang 1,50% - 3,80%^[6]. Hasil analisa gradasi pasir termasuk zona IV termasuk kategori pasir halus.

Tabel 1. Batas dan Hasil Pengujian Gradasi Pasir^[8]

Lubang Ayakan (mm)	% Berat Butir Yang Lewat Ayakan				
	Kasar (Zona I)	Agak Kasar (Zona II)	Agak Halus (Zona III)	Halus (Zona IV)	Pasir Bangka
9,50	100	100	100	100	100
4,75	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	99,940

2,36	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	98,936
1,18	30 – 75	55 – 90	75 – 100	90 – 100	93,115
0,60	15 – 34	33 – 59	60 – 79	80 – 100	81,292
0,30	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50	29,706
0,15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	1,304

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

2. Kandungan Lumpur Dalam Pasir

Rata-rata kandungan lumpur dalam pasir sebesar 1,378%, yaitu memenuhi syarat yang ditetapkan 5% ^[7].

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Lumpur Dalam Pasir^[8]

No	Keterangan	Hasil
1	Berat wadah (W_1)	640 gr
2	Berat benda uji + wadah (W_2)	1.140 gr
3	Berat benda uji (W_3)	500 gr
4	Berat kering benda uji di oven + wadah (W_4)	1.133,2 gr
5	Berat kering benda uji setelah di oven (W_5)	493,2 gr
6	% Kadar lumpur pasir = $\left(\frac{w_3 - w_5}{w_5} \times 100 \%\right)$	1,378 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

3. Kadar Air Pasir

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air pasir diperoleh sebesar 5,507 %. Berikut ini hasil dari pengujian kadar air pasir:

Tabel 3. Hasil Uji Kadar Air Pasir^[8]

No	Keterangan	Hasil
1	Berat wadah (W_1)	340 gr
2	Berat benda uji + wadah (W_2)	1.340 gr
3	Berat benda uji (W_3)	1.000 gr
4	Berat benda uji setelah di oven + wadah (W_4)	1.287,8 gr
5	Berat benda uji setelah di oven (W_5)	947,8 gr
6	% Kadar air pasir = $\left(\frac{w_3 - w_5}{w_5} \times 100 \%\right)$	5,507 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

4. Berat Jenis Agregat Halus dan Absorpsi

Dari hasil uji berat jenis kering Pasir Bangka sebesar 2,98 dan untuk berat jenis dalam kondisi *Saturated Surface Dry* sebesar 3,03. Uji penyerapan air memberikan hasil sebesar 1,63 %. Berikut merupakan hasil uji berat jenis dan absorpsi agregat halus:

Tabel 4. Hasil Uji Berat Jenis Pasir dan Penyerapan Air^[8]

No.	Keterangan	Sample (gr)
A	Berat pasir (S)	500
B	Berat pasir setelah dikeringkan (A)	492
C	Berat air + piknometer (B)	680

D	Berat piknometer+ 500 grpasir + air (C)	1.015
E	Berat jenis kering $\left(\frac{A}{(B+S)-C}\right)$	2,98
F	<i>Saturated Surface Dry</i> $\left(\frac{S}{(B+S)-C}\right)$	3,03
G	% Penyerapan $\left(\frac{S-A}{A} \times 100\%\right)$	1,63 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

5. Kandungan Organis Dalam Pasir

Berdasarkan hasil pengujian kandungan organis dalam pasir dengan penambahan larutan NaOH didapatkan *picmen colour* adalah warna kuning (standar). Warna ini mengindikasikan kandungan organik dalam pasir tersebut normal.

C. Pengujian Agregat Kasar

1. Analisa Agregat Kasar (Kerikil)

Pengujian analisis gradasi agregat kasar menunjukkan hasil bahwa nilai MHB sebesar 6,325 %. Nilai MHB ini, memenuhi syarat yaitu MHB 6 % - 7,1 %. Hasil gradasi agregat kasar (kerikil) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Gradasi Kerikil dan Syarat Batas ^[8]

Ukuran Lubang Ayakan	Persentase Berat Yang Lewat Ayakan			
	Ukuran Nominal Agregat			Gradasi Kerikil
	40 mm	20 mm	10 mm	40 mm
38,10 mm	95-100 %	100 %	-	95,90 %
19,00 mm	37-70 %	95-100 %	100 %	53,70 %
9,52 mm	10-40 %	30-60 %	50-85 %	10,98 %
4,76 mm	0-5 %	0-10 %	0-10 %	0 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

2. Kandungan Lumpur Dalam Kerikil

Hasil pengujian berupa kandungan lumpur dalam kerikil sebesar 0,402 %, yaitu < 1% maka cukup baik digunakan.

Tabel 6. Hasil Uji Kandungan Lumpur Dalam Kerikil ^[8]

No	Keterangan	Hasil
1	Berat wadah (W ₁)	344 gr
2	Berat benda uji + wadah (W ₂)	844 gr
3	Berat benda uji (W ₃)	500 gr
4	Berat kering benda uji di oven + wadah (W ₄)	842 gr
5	Berat kering benda uji setelah di oven (W ₅)	498 gr
6	% Kadar lumpur pasir = $\left(\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100 \%\right)$	0,402 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

3. Kadar Air Kerikil

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air kerikil diperoleh hasil dalam pengujian ini sebesar 2,417 %. Hasil ini memenuhi syarat spesifikasi kadar air kerikil yaitu 3%. Berikut ini hasil dari pengujian kadar air kerikil:

Tabel 7. Hasil Uji Kadar Air Kerikil

No	Keterangan	Hasil
1	Berat wadah (W_1)	344,0 gr
2	Berat benda uji + wadah (W_2)	844,0 gr
3	Berat benda uji (W_3)	500,0 gr
4	Berat kering benda uji di oven + wadah (W_4)	832,2 gr
5	Berat kering benda uji setelah di oven (W_5)	489,0 gr
6	% Kadar lumpur pasir = $\left(\frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100 \%\right)$	2,417 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

4. Berat Jenis Kerikil dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis agregat kasar dan absorpsi air memberikan hasil berupa BJ kering agregat kasar sebesar 2,8%, rata-rata berat jenis kondisi SSD sebesar 2,79% serta 2,23% penyerapan air.

Tabel 8. Hasil Uji Berat Jenis Kerikil dan Penyerapan Air^[8]

No	Keterangan	Sampel
1	Berat agregat kasar (A)	3000 gr
2	Berat kering agregat kasar (B)	2933 gr
3	Berat agregat kasar dalam air (C)	1882 gr
4	Berat jenis agregat kasar $\left(\frac{B}{A-C}\right)$	2,80
5	Saturated Surface Dry (SSD) $\left(\frac{A}{A-C}\right)$	2,79
6	% Penyerapan $\left(\frac{A-B}{B} \times 100 \%\right)$	2,23 %

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

D. Hasil Nilai Slump Test

Penelitian ini memberikan hasil nilai *slump test* yang diperoleh sesuai dengan nilai *slump* yang ditentukan, yakni 80 mm – 150 mm dan termasuk dalam *slump* plastis. Hasil pengujian nilai *slump test* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 9. Hasil Slump Test

No	Sample Varian	Nilai Slump (cm)
1	Varian Normal (LG 0% + SB 0%)	11,0 cm
2	Varian 1 (LG 20% + SB 0%)	9,5 cm
3	Varian 2 (LG 20% + SB 0,5%)	10,5 cm
4	Varian 3 (LG 20% + SB 1,0%)	10,0 cm
5	Varian 4 (LG 20% + SB 1,5%)	9,5 cm

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

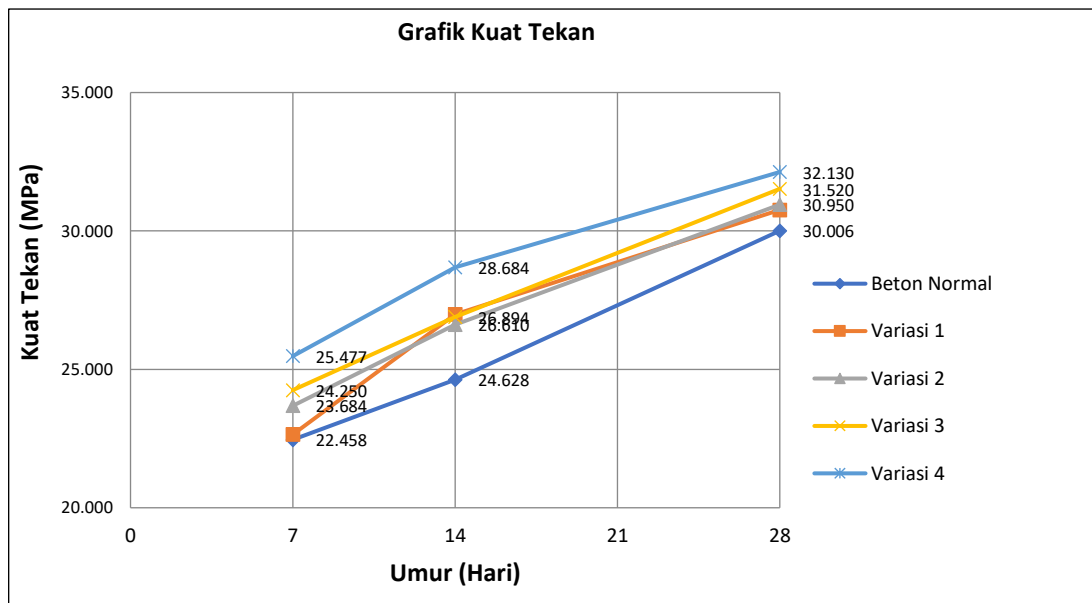
E. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton rata-rata dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Hasil Kuat Tekan Beton

Umur Pengujian (hari)	Beton Normal (LG 0% + SB %) (MPa)	Variasi 1 (LG 20% + SB 0%) (MPa)	Variasi 2 (LG 20% + SB 0,5%) (MPa)	Variasi 3 (LG 20% + SB 1,0%) (MPa)	Variasi 4 (LG 20% + SB 1,5%) (MPa)
7	22,458	22,647	23,684	24,250	25,477
14	24,628	26,987	26,610	26,894	28,684
28	30,006	30,76	30,95	31,52	32,130

(Sumber: Hasil analisis, 2018)



Gambar 1. Grafik Kuat Tekan Beton

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

Berdasarkan tabel hasil rata-rata kuat tekan beton dan grafik hasil pengujian kuat tekan beton semua variasi diatas diperoleh kuat tekan tertinggi untuk beton sampel dengan variasi 4 yaitu campuran limbah geothermal 20% + serat ban bekas 1,5%, menghasilkan kuat tekan sebesar 32,130 MPa umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton normal sebesar 30,006 MPa, maka beton variasi 4 memiliki kenaikan sebesar 7,08 % dengan selisih 2,124 Mpa terhadap beton normal.

F. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Berikut merupakan hasil pengujian kuat tarik belah beton:

Tabel 11. Hasil Tarik Belah Beton

No	Campuran Variasi	Benda Uji	Umur (Hari)	Luas Sampel (mm ²)	Beban (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Rata-Rata Kuat
----	------------------	-----------	-------------	--------------------------------	------------	------------------	----------------

							Tarik (MPa)
1	Normal (LG 0% + SB 0%)	1	28	141371,669	120	1,70	1,60
		2		141371,669	110	1,57	
		3		141371,669	110	1,57	
2	Variasi 1 (LG 20% + SB 0%)	1	28	141371,669	115	1,63	1,61
		2		141371,669	110	1,57	
		3		141371,669	115	1,63	
3	Variasi 2 (LG 20% + SB 0,5%)	1	28	141371,669	120	1,70	1,66
		2		141371,669	120	1,70	
		3		141371,669	110	1,57	
4	Variasi 3 (LG 20% + SB 1,0%)	1	28	141371,669	125	1,77	1,73
		2		141371,669	120	1,70	
		3		141371,669	120	1,70	
5	Variasi 4 (LG 20% + SB 1,5%)	1	28	141371,669	140	1,98	1,80
		2		141371,669	110	1,56	
		3		141371,669	130	1,84	

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

Berdasarkan hasil pengujian beton variasi 4, campuran Lumpur Geothermal 20 + 1,5% Serat Ban Bekas, memiliki nilai kuat tarik belah maksimum 1,80 MPa pada saat umur 28 hari. Beton normal mempunyai kuat tarik belah maksimum 1,60 MPa, sehingga beton variasi 4 memiliki kenaikan sebesar 12,5% dengan selisih 0,20 Mpa terhadap beton normal.

F. Hasil Pengujian Absorpsi Beton

Setelah pengujian kuat tarik belah beton, pada saat umur beton mencapai 28 hari dilakukan uji absorpsi beton. Hasil uji penyerapan tersaji pada tabel berikut:

Tabel 12. Hasil Uji Penyerapan

No	Variasi Campuran	Berat Setelah Direndam	Berat Kering	Penyerapan
1	Varian Normal (LG 0% + SB 0%)	11,44 kg	11,14 kg	2,70 %
2	Varian 1 (LG 20% + SB 0%)	11,66 kg	11,31 kg	3,09 %
3	Varian 2 (LG 20% + SB 0,5%)	11,72 kg	11,26 kg	4,09 %
4	Varian 3 (LG 20% + SB 1,0%)	11,88 kg	11,39 kg	4,32 %
No	Variasi Campuran	Berat Setelah Direndam (kg)	Berat Kering (kg)	Absorpsi (%)
5	Varian 4 (LG 20% + SB 1,5%)	11,98	11,32	5,83

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

Hasil pengujian *absorpsi* untuk sampel beton variasi 4 yakni dengan campuran Lumpur Geothermal 20% + Serat Baja Ban Bekas 1,5% memberikan hasil penyerapan maksimum 5,83% dibandingkan dengan beton normal yang memiliki penyerapan sebesar 2,70%.

G. Konversi Hasil Uji Kuat Tarik Belah Menjadi Kuat Lentur

Pengujian kuat tarik belah dikonversikan menjadi kuat tarik lentur akan memberikan hasil sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil Konversi Kuat Tarik Belah Menjadi Kuat Lentur^[8]

No	Variasi Campuran	Benda Uji	Umur (Hari)	Beban (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Lentur (MPa)	Rata-Rata Kuat Lentur (MPa)
1	Beton Normal (LG 0% + SB 0%)	1	28	120	1,70	2,329	2,210
		2		110	1,57	2,151	
		3		110	1,57	2,151	
2	Beton Variasi 1 (LG 20% + SB 0%)	1	28	115	1,63	2,233	2,206
		2		110	1,57	2,151	
		3		115	1,63	2,233	
3	Beton Variasi 2 (LG 20% + SB 0,5%)	1	28	120	1,70	2,329	2,270
		2		120	1,70	2,329	
		3		110	1,57	2,151	
4	Beton Variasi 3 (LG 20% + SB 1,0%)	1	28	125	1,77	2,425	2,361
		2		120	1,70	2,329	
		3		120	1,70	2,329	
5	Beton Variasi 4 (LG 20% + SB 1,5%)	1	28	140	1,98	2,713	2,457
		2		110	1,56	2,137	
		3		130	1,84	2,521	

(Sumber: Hasil analisis, 2018)

Hasil konversi kuat Tarik belah menjadi kuat lentur untuk sampel beton variasi 4 yakni campuran Lumpur Geothermal 20% + Serat Ban Bekas 1,5% dengan nilai kuat lentur 2,457 MPa pada saat umur 28 hari. Perbandingan dengan kuat lentur beton normal sebesar 2,210 MPa, maka beton variasi 4 mengalami kenaikan kuat lentur sebesar 11,18% dengan selisih 0,247 MPa terhadap beton normal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan dapat ditarik dari penelitian mengenai pengaruh penambahan lumpur geothermal dan serat baja ban bekas terhadap beton. Kesimpulannya antara lain *slump test* tertinggi terdapat pada beton variasi 2 (LG 20% + SB 0,5%) sebesar 10,5 cm lebih rendah dari beton normal yang 11 cm, yang terkecil pada variasi 4 yaitu 9,5 cm sama dengan yang tanpa serat baja ban bekas. Beton Variasi 4 (1,5% serat baja ban bekas + 20% lumpur *geothermal*) mempunyai kuat tekan tertinggi yakni sebesar 32,13 MPa dibandingkan dengan beton normal sebesar 30,006 MPa naik sebesar 7,08%. Nilai serapan air maksimum terdapat pada beton variasi 4 (1,5% serat baja ban bekas + 20% lumpur *geothermal*) sebesar 5,83% yakni lebih besar jika dibandingkan dengan serapan air beton normal 2,70%. Penggunaan serat ban bekas mempengaruhi kuat tarik belah sebesar 12,5% pada campuran maksimum, yakni variasi 4 serat baja ban bekas 1,5% dengan lumpur *geothermal* 20% yakni 1,8 MPa dibandingkan kuat tarik belah pada beton normal 1,6 MPa. Konversi kuat tarik belah tertinggi yaitu variasi 4 sebesar 2,457 MPa sedangkan beton normal 2,210 MPa, dengan kenaikan sebesar 11,18%.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu adanya tinjauan efisiensi biaya antara beton normal dan beton substitusi limbah lumpur *geothermal* dan baja bekas ban, adanya percobaan yang membandingkan beton dengan variasi *geothermal*, serta perlu adanya percobaan penggunaan serat baja ban bekas yang maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). Metode pengujian kuat tarik belah beton.
- [2] Permukiman, D., & Prasarana, D. A. N. (2003). Perencanaan perkerasan jalan beton semen.
- [3] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2011). Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan.
- [4] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2011). Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.
- [5] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- [6] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2014). Spesifikasi agregat ringan untuk beton struktural Standard specification for lightweight aggregates.
- [7] Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen.
- [8] Penambahan, P., Ash, F. L. Y., Plastik, D., Scale, M., & Superplasticizer, D. A. N. (2018). Jurnal forum mekanika, 7(2).

Variasi rajutan bambu petung sebagai pengganti tulangan baja dari kuat lentur f_s 4,7 Mpa

Surya Sefgan¹; Farlin Rosyad²

^{1, 2}Universitas Bina Darma-Palembang

²farlin.rosyad@binadarma.ac.id

ABSTRACT

In this globalization era, almost all buildings use concrete with steel reinforcement as the main component of building frames. it is known that the basic material for steel is iron ore, and iron ore is a non-renewable natural resource, while its supply in nature is increasingly limited. Therefore, the price of steel reinforcement also increased. therefore, there needs to be an alternative replacement of steel reinforcement in concrete. Bamboo has a fairly high tensile strength, between 100-400 MPa, almost equal to the tensile strength of steel reinforcement equivalent to $\frac{1}{2}$ to $\frac{1}{4}$ of the ultimate stress of steel reinforcement shows the same results and tensile strength of bamboo can reach 1280 kg / cm². Bamboo is used as reinforcement in concrete with knitted shapes and patterns. In this research, the flexural strength test of 15 concrete blocks measuring 15 X 15 X 60 Cm was carried out when the concrete age was 28 days with 3 different variables. The results showed that bamboo reinforced concrete beams had an average maximum flexural strength value of 7.20 MPa. So that the use of petung bamboo reinforcement has a positive effect and deserves to be used as an alternative to steel reinforcement.

Keywords: Bamboo, Reinforcement, Concrete, Flexible

ABSTRAK

Di era globalisasi ini, hampir semua bangunan menggunakan beton dengan tulangan baja sebagai komponen utama rangka bangunan. Diketahui bahwa bahan dasar untuk baja adalah bijih besi, dan bijih besi adalah sumber daya alam yang tidak terbarukan, sementara pasokannya di alam semakin terbatas. Karena itu, harga tulangan baja juga naik. Oleh karena itu, perlu ada alternatif pengganti tulangan baja dalam beton. Bambu memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi, antara 100-400 MPa, hampir sama dengan kekuatan tarik tulangan baja setara dengan $\frac{1}{2}$ hingga $\frac{1}{4}$ dari tegangan ultimate tulangan baja menunjukkan hasil yang sama dan kekuatan tarik bambu bisa mencapai 1.280 kg / cm². Bambu digunakan sebagai penguat beton dengan bentuk dan pola rajutan. Dalam penelitian ini, uji kuat lentur 15 balok beton berukuran 15 X 15 X 60 Cm dilakukan ketika umur beton 28 hari dengan 3 variabel berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa balok beton bertulang bambu memiliki nilai rata-rata kekuatan lentur maksimum rata-rata 7,20 MPa. Sehingga penggunaan tulangan bambu petung memiliki efek positif dan layak digunakan sebagai alternatif tulangan baja.

Kata kunci: Bambu, Kekuatan, Beton, Kelenturan

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini hampir semua bangunan perumahan, jalan, gedung, serta infrastruktur lainnya menggunakan beton dengan tulangan baja sebagai rangka bangunan seperti balok, kolom, kuda-kuda dan lain-lain. Kebutuhan akan penggunaan tulangan baja pun berbanding lurus dengan banyaknya rumah-rumah, serta gedung yang dibangun. Semakin banyak permintaan pembangunan akan perumahan, gedung dan fasilitas lainnya maka semakin banyak pula kebutuhan tulangan baja yang digunakan. Padahal telah kita ketahui bahwa bahan dasar pembuatan baja adalah bijih besi dan bijih besi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui [1], sedangkan persediaannya di alam semakin terbatas karena terus-menerus digunakan. Oleh sebab itu, harga tulangan baja pun semakin meningkat dari masa ke masa.

Untuk meminimalisir permasalahan tersebut, para ahli struktur telah banyak melakukan penelitian-penelitian dan pengembangan guna mencari bahan alternatif pengganti tulangan baja pada beton bertulang [2]. Salah satunya seperti yang dilakukan oleh [3] yang memanfaatkan bambu sebagai tulangan pada beton. Berdasarkan hasil penelitiannya, bambu sebagai alternatif pengganti tulangan pada beton memiliki kuat tarik yang tinggi mendekati dua kali kuat tarik baja.

Pada penelitian ini bambu jenis petung (*Dendrocalamus Asper*) digunakan sebagai tulangan yang berbentuk plat rajutan dan susunan. Perumusan masalahnya adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan tulangan rajutan dan susunan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja ditinjau terhadap kuat lentur. Dan seberapa besar perbandingan nilai kuat lentur antara benda uji balok tanpa tulangan, dan benda uji dengan tulangan bambu rajutan, serta benda uji tulangan bambu susunan pada saat umur beton 28 hari.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis seberapa besar nilai kuat lentur benda uji balok beton tanpa tulangan, dan balok beton tulangan bambu rajutan, serta balok beton tulangan bambu susunan. untuk mengetahui apakah bambu Petung layak digunakan sebagai alternatif pengganti tulangan baja. Dalam penelitian ini digunakan bambu petung yang diambil dari Desa Ganjar Agung Kecamatan Buay Madang Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur (Oku Timur).

[4] Air yang digunakan untuk pembuatan beton bertulangan bambu ini minimal memenuhi syarat sebagai air minum yaitu tawar, tidak berbau, bila dihembuskan dengan udara tidak keruh dan lain-lain. Semen yang digunakan tipe I jenis PPC (*pozzolan Portland Cement*) bermerk “Baturaja”. Agregat halus berupa pasir dengan partikel butir lebih kecil dari 5 mm atau lolos saringan No.4 dan tertahan pada saringan No.200 yang berasal dari Tanjungraja. Agregat kasar berupa batu pecah berukuran 1/1 1/2 & 2/3 yang berasal dari lahat.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan dengan mengadakan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bina Darma. Jenis penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan dasar komponen beton, pengujian kuat lentur 3 variabel benda uji pada umur beton 28 hari, balok berukuran 15 x 15 x 60cm sebanyak 15 buah. Berdasarkan hasil analisis ada 3 variabel benda uji dengan tulangan bambu yang berbeda dapat dilihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 1. Variabel dan Jumlah Benda Uji

Kode Benda Uji	Bentuk/Pola Tulangan	Jumlah Lapisan	Jarak Lapisan	Jumlah Sampel Benda Uji
BU-TT	Tanpa tulangan	-	-	5 buah
BU-TBR	Rajutan	3 lapis	2,5 cm	5 buah
BU-TBS	Susunan	3 lapis	2,5 cm	5 buah

Sumber: *Dokumen Penelitian 2019*

2.1 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini bahan bambu petung (*Dendrocalamus Aper*) tidak langsung digunakan sebagai tulangan, bambu dipotong pipih dengan panjang 56 cm dan lebar rajutan 12 cm dengan pola dan bentuk rajutan dan susunan setelah itu dilakukan pengawetan dengan cara direndam dengan air yang diberi zat boraks dengan perbandingan 3:2, konsentrasi 10%, selama 3 hari dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan selama 3 hari.

**Gambar 1.** Pengawetan dan Pengeringan Bambu

Pengujian agregat halus & kasar meliputi uji: analisa ayakan, berat isi, berat jenis & absorpsi, serta kadar lumpur dengan acuan ASTM (*American standar testing materials*). Setelah selesai melakukan penelitian pendahuluan maka dilakukan perhitungan komposisi campuran beton (*Mix Design*) yang dilanjutkan dengan pembuatan benda uji balok sebanyak 15 buah lalu dilakukan perawatan (*Curing*) selama 28 hari, serta dilakukan pengujian kuat lentur dengan mesin *Hydraulic Concrete Beam Testing*.

2.2 Rumus dan Persamaan

Cara menentukan nilai kuat lentur beton dalam satuan *Megapascal* (Mpa)
Nilai kuat lentur diperoleh dari rumus berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \quad (1)$$

Keterangan

L : adalah jarak (bentang) antara dua garis perletakan (55,5 cm)

b : adalah lebar tampak lintang benda uji (15 cm)

h : adalah tinggi tampak lintang benda uji (15 cm)

P : adalah beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kN konversi N)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

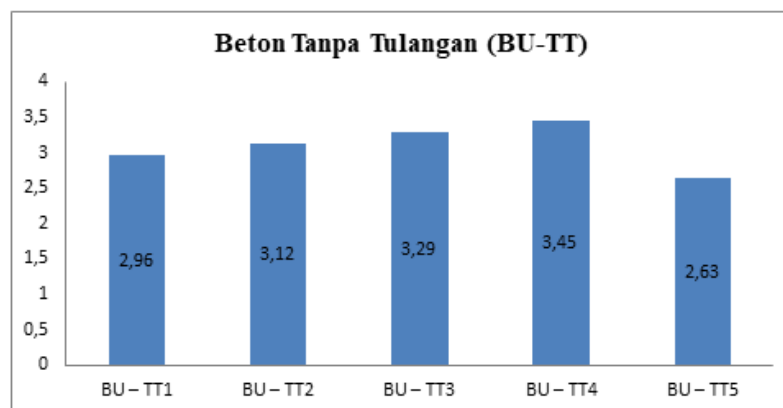
Pengujian beton dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari setelah curing, dengan benda uji berbentuk balok berukuran 15 x 15 x 60 cm. dari pengujian ini didapat data-data mengenai kuat lentur maksimum balok beton bertulangan bambu. Data hasil kuat lentur balok beton disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel data kuat lentur berupa nilai kuat lentur maksimum rata-rata.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kuat lentur benda uji balok pada laboratorium teknik sipil Universitas Bina Darma:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Beton Tanpa Tulangan

Kode Benda Uji	Umur Perawatan (hari)	Berat (kg)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Beban (cm)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
BU-TT1	28	31,7	55,5	15	15	1800	2,96
BU-TT2	28	31,3	55,5	15	15	1900	3,12
BU-TT3	28	31,6	55,5	15	15	2000	3,29
BU-TT4	28	31,1	55,5	15	15	2100	3,45
BU-TT5	28	31,2	55,5	15	15	1600	2,63
Rata-rata						1880	3,09

Sumber: Hasil Pengujian 2019



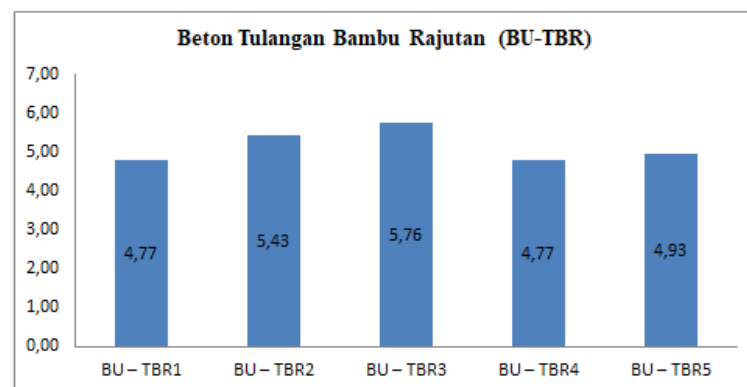
Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur

Dengan beban rata-rata 1880 Newton & nilai kuat lentur rata rata 3,09 Mpa, variabel ini paling rendah nilai kuat lenturnya dibandingkan variable lain, ada 2 sampel yang tidak masuk dalam spesifikasi 3-5 Mpa, karena nilai kuat lenturnya di bawah spesifikasi. Dari pengamatan pengujian dapat diketahui bahwa benda uji tanpa tulangan akan pecah secara mendadak hingga terbelah menjadi 2 bagian dan disertai letusan kecil saat benda uji balok mencapai beban maksimum.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Beton Tulangan Bambu Rajutan

Kode Benda Uji	Umur Perawatan (hari)	Berat (kg)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Beban (cm)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
BU-TBR1	28	31,7	55,5	15	15	2900	4,77
BU-TBR2	28	31,3	55,5	15	15	3300	5,43
BU-TBR3	28	31,6	55,5	15	15	3500	5,76
BU-TBR4	28	31,1	55,5	15	15	2900	4,77
BU-TBR5	28	31,2	55,5	15	15	3000	4,93
Rata-rata						3120	5,13

Sumber : Hasil Pengujian 2019



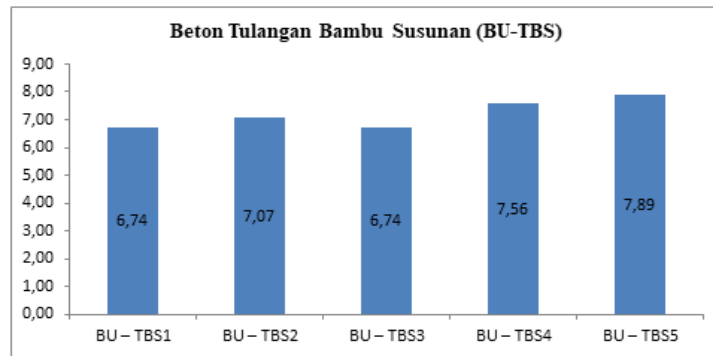
Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur

Dengan beban rata-rata 3120 Newton & nilai kuat lentur rata rata 5,13 Mpa, variabel ini lebih tinggi dari variabel BU-TT yang relatif nilai kuat lenturnya bermain di angka 2-3 Mpa, sedangkan variabel BU-TBR ini relatif bermain pada angka 4-5 Mpa. Dari pengamatan Pada saat pengujian diketahui bahwa benda uji tulangan bambu rajutan terjadi keruntuhan/ retak secara perlahan pada saat benda uji balok mencapai beban maksimum, disertai suara patahan kecil tetapi tidak patah hingga menjadi 2 bagian dikarenakan Tulangan bambu rajutan masih mampu menahan balok beton sehingga tidak terpisah menjadi 2 bagian.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Beton Tulangan Bambu Susunan

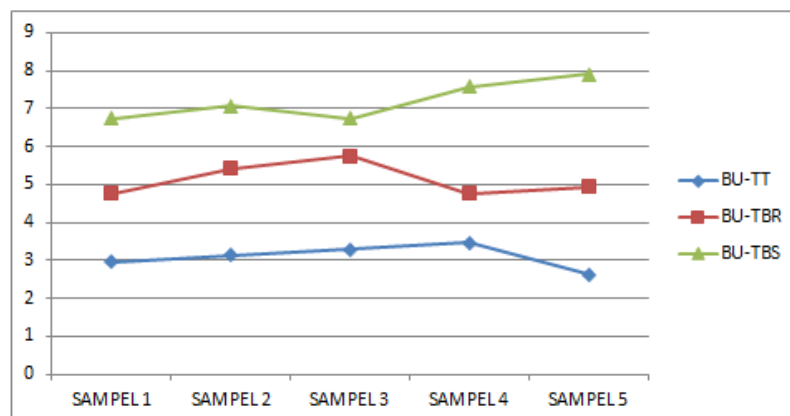
Kode Benda Uji	Umur Perawatan (hari)	Berat (kg)	Panjang (cm)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)	Beban (cm)	Nilai Kuat Lentur (Mpa)
BU-TBS1	28	31,7	55,5	15	15	4100	6,74
BU-TBS2	28	31,3	55,5	15	15	4300	7,07
BU-TBS3	28	31,6	55,5	15	15	4100	6,74
BU-TBS4	28	31,1	55,5	15	15	4600	7,56
BU-TBS5	28	31,2	55,5	15	15	4800	7,89
Rata-rata						4380	7,20

Sumber : Hasil Pengujian 2019



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur

Dengan beban rata-rata 4380 Newton & nilai kuat lentur rata rata 7,20 Mpa, variabel ini lebih tinggi dari variabel BU-TBR yang relatif nilai kuat lenturnya bermain di angka 4-5 Mpa, sedangkan variabel BU-TBS ini relatif bermain pada angka 6-7 Mpa. Dari pengujian yang dilakukan diamati bahwa perilaku benda uji tulangan bambu susunan dari 5 sampel yang ada, 2 sampel mengalami patah menjadi 2 bagian yang diakibatkan tulangan bambu susunan ini tidak mempunyai pengikat melintang sehingga tidak mengikat bambu satu sama lain serta permukaan bambu yang rata dan halus sehingga kuat lekat antara beton dan tulangan tidak maksimal. Namun 3 sampel lainnya mengalami keretakan / patah di daerah pusat pada 1/3 jarak perletakan sehingga masih mampu menahan balok beton sehingga masih mampu menahan balok beton agar tidak patah menjadi 2 bagian.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Lentur Tiap Varibel Benda Uji

Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya tulangan bambu rajutan dan tulangan bambu susunan kedalam balok beton, maka balok beton akan menahan beton itu sendiri agar tidak terpisah dan menjadi patah. Serta penambahan tulangan bambu rajutan dan tulangan bambu susunan ini mampu membuat beton lebih liat atau daktail dan mampu menyerap energy yang lebih besar daripada balok beton tanpa tulangan.

Dan juga balok beton dengan tulangan bambu ini bisa digunakan sebagai balok beton structural karena balok beton berfungsi untuk menopang tegangan tarik dan tegangan tekan yang disebabkan oleh adanya beban lentur yang terjadi pada balok.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan dengan penambahan bambu petung sebagai tulangan yang berbentuk rajutan dan susunan diperoleh kesimpulan bahwa pengaruh

penambahan bambu petung sebagai tulangan yang berbentuk rajutan dan susunan berdampak positif pada nilai kuat lentur, hal ini seiring dengan meningkatnya nilai kuat lentur pada tiap variabel benda uji seperti tulangan bambu rajutan memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 5,13 Mpa dan tulangan bambu susunan memiliki nilai kuat lentur rata-rata sebesar 7,20 Mpa Mpa, artinya ada kenaikan nilai kuat lentur sebesar 2.07 Mpa antara 2 variabel ini. Sehingga tulangan bambu petung ini berpengaruh positif dan layak sebagai alternatif pengganti tulangan baja, serta cocok digunakan pada balok beton struktural pada bangunan rumah tinggal. Peningkatan nilai kuat lentur beton tulangan bambu petung ini yang signifikan terjadi antara pada beton tanpa tulangan dan beton tulangan bambu susunan dengan selisih nilai rata-rata sebesar 4,11 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi, Setiya, Agus, Dkk, 2013, *Model Balok Beton Bertulangan Bambu Sebagai Pengganti Tulangan Baja*. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 7. Surakarta:UNS. Hal: S-245 – S-252.
- [2] Pinto, Agostinho Francisco, Dkk, 2014, *Aplikasi Rajutan Bambu Sebagai Tulangan Balok Beton*. Jurnal Media Teknik Sipil Vol. 14 No. 1. Malang: UMM. Hal: 1-7.
- [3] Morisco, 1999, *Pengujian Kuat Tarik Bambu Ori (Bambusa Blumeana), Bambu Petung (Dendrocalamus Asper Back.)*, Yogyakarta: Nafiri Offset.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Analisis Perbandingan Metode Desain Pelat Beton Konvensional terhadap Slab Steel Deck Komposit

Muhammad Sofyan¹; Abdul Rokhman²; Ade Okvianti Irlan³

^{1,2}Sekolah Tinggi Teknik PLN

³Universitas Trisakti

¹m.sofyan@sttpln.ac.id

ABSTRACT

Like other structures, floor slabs also develop over time. The shorter time demands of work with lower costs are one reason for the development of structures in the construction of houses. Floor plate work can be done with two methods the conventional floor tiles of many multilevel buildings use reinforcement to bear the positive moment. While for carrying positive reinforcement, other materials can be used, namely Steel Deck Slab which will cause a composite action on the plate. The research has been conducted on the design of composite steel decks in Indonesia. The purpose of this study was to find out and compare the Capacity Efficiency of the conventional plate design and the composite Composite Steel Deck Slab with variations in plate thickness 8, 10 and 12 cm and compare the nominal moment of the cross section. By comparing these two types of plates the design engineer can determine the optimal dimensions.

Keywords: Conventional Plates, Steel decks, Composites

ABSTRAK

Seperti struktur lainnya, pelat lantai juga mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Tuntutan waktu pekerjaan yang lebih singkat dengan biaya yang lebih murah menjadi salah satu alasan terjadinya perkembangan struktur dalam pembangunan rumah. Pekerjaan plat lantai dapat dilakukan dengan dua metode Pelat lantai konvensional bangunan beton bertingkat banyak yang menggunakan tulangan untuk memikul momen positifnya. Sementara untuk memikul tulangan positif tersebut dapat digunakan bahan lain yaitu Slab Steel deck yang akan menimbulkan aksi komposit pada pelat. Telah penelitian yang dilakukan mengenai desain steel deck komposit di indonesia Tujuan penelitian ini ialah Mengetahui dan membandingkan Efisiensi Kapasitas Desain pelat konvensional dan Slab Steel Deck Komposit yang optimal dengan variasi tebal pelat 8, 10 dan 12 cm serta Membandingkan Momen nominal Penampangnya. Dengan membandingkan kedua jenis pelat ini engineer desain dapat menentukan dimensi yang optimal.

Kata kunci: Pelat Konvensional, Steel deck, Komposit

1. PENDAHULUAN

Dalam mendesain suatu bangunan, keekonomisan merupakan hal yang selalu ingin dicapai semaksimal mungkin. Pemilihan material, metode pelaksanaan, hingga dimensi komponen – komponen bangunan menjadi pertimbangan dalam pencapaian tingkat keekonomisan suatu bangunan. Tanpa mengesampingkan hal kekuatan bangunan, kestabilan bangunan, efisiensi bangunan, serta waktu pelaksanaan, keekonomisan suatu bangunan dapat dicapai dengan perencanaan yang matang. Salah satu alternatif pemecahannya adalah pemilihan material bangunan pada pelat lantai. Suatu konstruksi bangunan, terutama yang terbuat dari beton, baja, atau keduanya tidak terlepas dari elemen – elemen pelat, kolom maupun balok kolom. Masing – masing elemen tersebut akan memikul gaya – gaya seperti momen, normal, lintang, walaupun persentasenya berbeda antara satu dengan yang lain.

Struktur yang memikul momen pada umumnya adalah kolom, balok dan pelat lantai. Selain akibat beban sendiri struktur tersebut, beban yang menambah besar momen yang harus dipikul adalah beban mati dan beban hidup yang pada umumnya berada di atas pelat lantai. Jika diamati, pelat lantai bangunan beton bertingkat banyak yang menggunakan tulangan untuk memikul momen positifnya. Sementara untuk memikul tulangan positif tersebut dapat digunakan bahan lain yaitu Slab Steel deck yang akan menimbulkan aksi komposit pada pelat tersebut. Penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengetahui dimensi yang efisien dalam perencanaan pelat beton. Beberapa diantaranya meneliti tentang perbandingan metode konstruksi plat lantai sistem double wire mesh dengan sistem half slab [1]. Dalam kasus yang lain dilakukan studi tentang Perbandingan Efisiensi Penggunaan Hollow Core Slab (HCS) Dibandingkan Dengan Pelat Konvensional In Situ Pada Proyek Pembangunan Gudang Ciwastra Bandung [2]. Serta studi mengenai mendesain pelat konvensional dua arah beton bertulang [3].

Berdasarkan beberapa hal yang melatar belakangi usulan penelitian ini, tujuan utama yang dapat dicapai adalah Mengetahui dan membandingkan Efisiensi Kapasitas Desain pelat konvensional dan Slab Steel Deck Komposit yang optimal dengan variasi tebal pelat 8, 10 dan 12 cm serta membandingkan Kekuatan Momen Nominal Pelat konvensional dan Slab Steel Deck Komposit.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1 Gambaran Umum

Jenis penelitian merupakan Tinjauan desain system Pelat Beton dan Pelat Komposit pada proyek Gedung Kantor Otoritas Bandara Udara Wilayah V Makassar. Teori dan rumus yang menunjang penelitian ini berdasarkan atas sejumlah jurnal ilmiah dan dokumen yang diterbitkan oleh SNI maupun ANSI. Dalam Penelitian ini akan Didesain Kapasitas Penampang Pelat Beton Konvensional dan Slab Steel deck Komposit kemudian dibandingkan momen nominalnya.

Alat bantu yang digunakan dalam desain dan analisis struktur adalah program komputer Auto Cad 2016 yang akan digunakan untuk menggambar detail lay out, desain dan Program Komputer Analisis Struktur untuk menghitung gaya dalam pelat secara otomatis.

2.2 Lay Out Struktur pelat

Dalam Penelitian Ini akan ditinjau pelat pada Gedung Kantor Otoritas Bandara Udara Wilayah V Makassar. panjang dan lebar pelat yang akan ditinjau adalah 8.4x6.3 m. Secara umum lay out Gedung dapat dilihat pada gambar 1. Area yang ditandai garis putus-putus merupakan area tinjauan pelat.



Tabel 1. Labeling Pelat

No.	Label Model	Tebal (cm)
1	Pelat C1	8
2	Pelat C2	10
3	Pelat C3	12
4	Pelat SD1	8
5	Pelat SD2	10
6	Pelat SD3	12

2.3 Design Pelat 1 Arah

As tulangan pelat 1 arah dapat dihitung dengan persamaan 1 [4].

$$A_s = \frac{1000A_b}{s} \quad (1)$$

Dimana A_b merupakan luas penampang tulangan yang dipakai. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan rasio tulangan dengan menggunakan persamaan 2.

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} \quad (2)$$

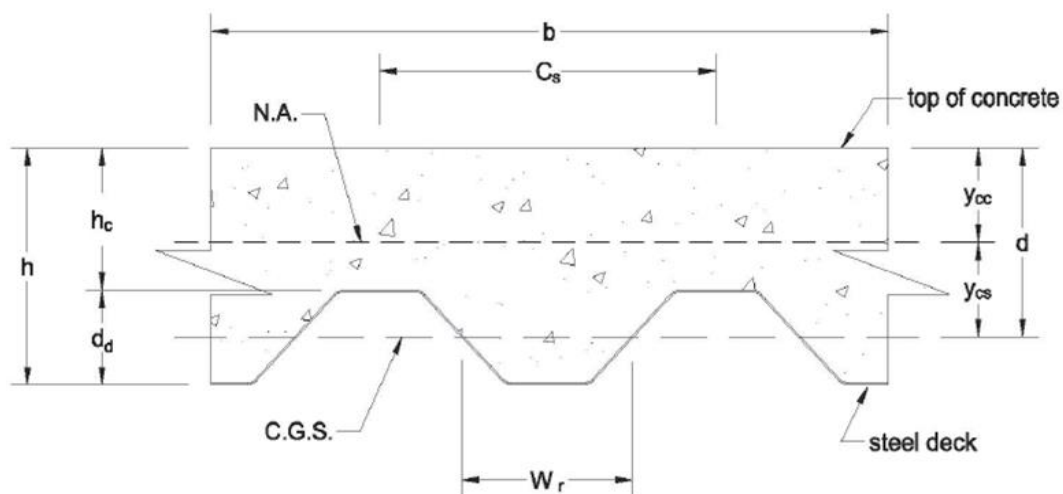
Dengan mengetahui angka rasio tulangan dan A_s Tulangan maka momen nominal pelat M_n dengan persamaan 3.

$$M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (3)$$

Dimana a dihitung dengan persamaan 4

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad (4)$$

2.4 Design Pelat Steel deck



Gambar 2. Penampang pelat steel deck Komposit

Momen nominal atau momen tahanan merupakan tolak ukur kekuatan penampang pelat steel deck komposit dalam memikul beban momen. Langkah awal perhitungan dengan menentukan data-data propertis penampang yang tertera pada gambar 2.

Untuk mengetahui posisi sumbu netral penampang dilakukan perhitungan y_{cc} terlebih dahulu dengan persamaan 4 berikut [5].

$$y_{cc} = d \left\{ \sqrt{2\rho n + (\rho n)^2} - \rho n \right\} \leq h_c \quad (5)$$

Dimana n adalah:

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad (6)$$

selanjutnya dilakukan perhitungan momen inersia penampang komposit dan momen yield dengan rumus berikut.

$$I_{cr} = \frac{b}{3n} y_{cc}^3 + A_s y_{cs}^2 + I_{sf} \quad (7)$$

$$M_y = \frac{F_y I_{cr}}{h - y_{cc}} \quad (8)$$

Sehingga dapat dihitung momen nominal dengan persamaan berikut

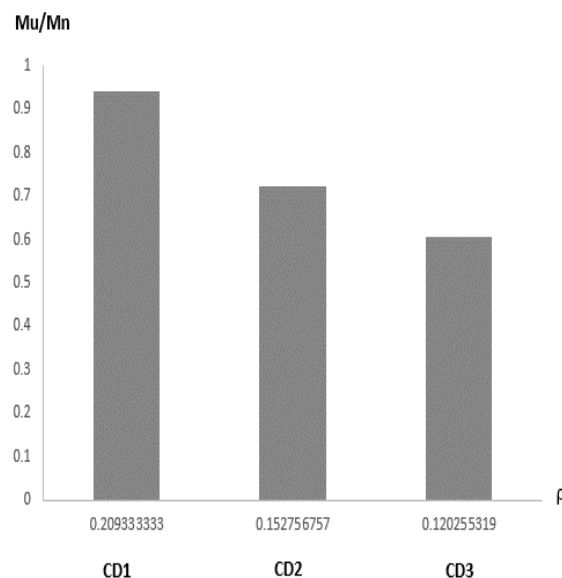
$$\phi_s M_{no} = \phi_s K M_y \quad (9)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Perhitungan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan diperoleh hasil rekapitulasi seperti pada tabel 2. Penjelasan tabel 2 disajikan secara grafis pada gambar 3.

Tabel 2. Tabel Rasio Tulangan dan Rasio beban/kapasitas pelat konvensional.

Pelat Konvensional	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rasio Tulangan(ρ)	Rasio Beban/Kapasitas (Mu/Mn)
CD1	10946502	11626365.18	0.209333333	0.941524013
CD2	11946690	16509693.18	0.152756757	0.723616718
CD3	12946878	21393021.18	0.120255319	0.60519166



Gambar 3. Hubungan antara Rasio tulangan terhadap Mu/Mn pelat konvensional

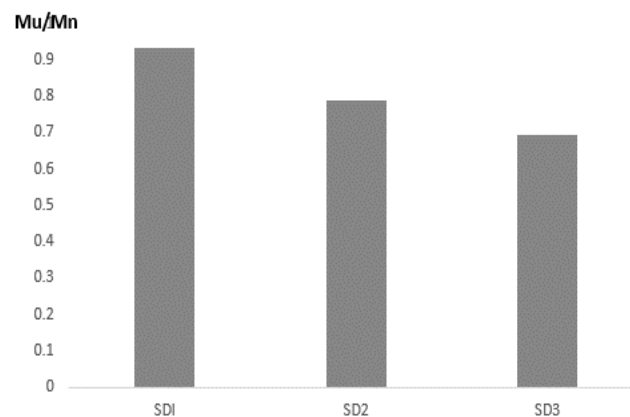
Pada gambar 5.8 terlihat bahwa dengan konfigurasi tulangan diameter 12 mm per jarak 100 mm rasio tulangan terbesar terdapat pada pelat CD1 yaitu sebesar 0.209. Rasio tulangan terkecil terdapat pada pelat CD3 yaitu sebesar 0.120. Efisiensi Penampang dapat dilihat dari rasio Mu/Mn, semakin mendekati nilai 1 maka semakin efisien penampang pelat yang digunakan. Pada Grafik tersebut terlihat nilai efisiensi Mu/Mn yang paling optimal terdapat pada pelat CD1 yaitu sebesar

0.94. Jika ditinjau angka rasio tulangan, semakin besar rasio tulangan yang dipakai semakin efisien kekuatan penampang pelat.

Pada Tabel 3. disajikan rekapitulasi rasio beban/kapasitas slab steel deck yang terdiri dari SD1, SD2 dan SD3. Data Grafis pada tabel 3 disajikan pada gambar 4.

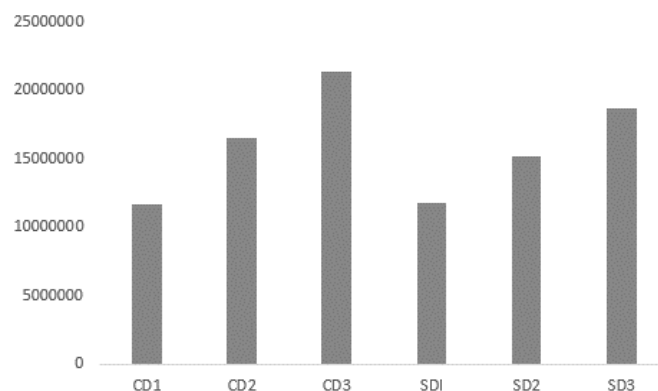
Tabel 3. Tabel Rasio Tulangan dan Rasio beban/kapasitas pelat Steel deck.

Pelat Steel deck	Mu	Mn	Rasio Beban/Kapasitas
SDI	10946502	11722834	0.933776082
SD2	11946690	15133913.07	0.789398614
SD3	12946878	18624814.4	0.695141316



Gambar 4. Hubungan antara Rasio tulangan terhadap Mu/Mn pelat Steel Deck

Pada Gambar 4 terlihat bahwa dengan penggunaan steel deck [5] Gage 2 Efisiensi terbesar terdapat pada pelat SDI yaitu sebesar 0.93. Semakin besar ketebalan penampang efisiensi penampang semakin kecil. Demikian Pula sebaliknya. Untuk Mengetahui kekuatan panampang yang optimal digunakan momen nominal pelat disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antara Rasio tulangan terhadap Mu/Mn pelat Steel Deck

Dari gambar 5 terlihat selisih dari pelat CD1 dengan Pelat SD1 diperoleh sebesar 0.8%. Untuk Pelat CD2 dan SD2 sebesar 8.33 % serta pelat CD3 dan SD3 sebesar 12.9 %. Berdasarkan angka tersebut diatas selisih kekuatan penampang dengan konfigurasi yang telah ditentukan tidak

ada melampaui 15%. Kekuatan Penampang baik pada pelat komposit maupun pelat steel deck kekuatannya tidak jauh berbeda jika memperhatikan angka rasio tulangan dan ketebalan penampang pelat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan konfigurasi tulangan diameter 12 mm per jarak 100 mm rasio tulangan terbesar terdapat pada pelat CD1 yaitu sebesar 0.209. Rasio tulangan terkecil terdapat pada pelat CD3 yaitu sebesar 0.120. terlihat nilai efisiensi μ/M_n yang paling optimal terdapat pada pelat CD1 yaitu sebesar 0.94. Jika ditinjau angka rasio tulangan, semakin besar rasio tulangan yang dipakai semakin efisien kekuatan penampang pelat. Penggunaan steel deck standar ANSI 2011 Gage 2 Efisiensi terbesar terdapat pada pelat SD1 yaitu sebesar 0.93. Semakin besar ketebalan penampang efisiensi penampang semakin kecil. Demikian Pula sebaliknya. Selisih dari pelat CD1 dengan Pelat SD1 diperoleh sebesar 0.8%. Untuk Pelat CD2 dan SD2 sebesar 8.33 % serta pelat CD3 dan SD3 sebesar 12.9 %. Berdasarkan angka tersebut diatas selisih kekuatan penampang dengan konfigurasi yang telah ditentukan tidak ada melampaui 15%. Kekuatan Penampang baik pada pelat komposit maupun pelat steel deck kekuatannya tidak jauh berbeda jika memperhatikan angka rasio tulangan dan ketebalan penampang pelat.

Adapun Saran-saran yang perlu dipertimbangkan sebaiknya Dilakukan Peninjauan yang lebih mendalam pada daerah tumpuan pelat. serta dilakukan Uji Experimental untuk memperoleh hasil analisis yang lebih Faktual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta (STT-PLN) yang telah memberi dukungan moril maupun materil yang membantu pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Michael Teja dkk. (2013). Perbandingan Metode Konstruksi Plat lantai system Double Wire Mesh dengan Sistem Half Slab. ComTech Vol.4 No. 2 Desember 2013: 888-895.
- [2] Fakhri Firdaus dkk. 2017. Perbandingan Efisiensi Penggunaan Hollow Core Slab (HCS) Dibandingkan Dengan Pelat Konvensional In Situ Pada Proyek Pembangunan Gudang Ciwastra Bandung.) e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/Desember 2017/1418
- [3] Patricia dkk. 2018. Desain pelat konvensional dua arah beton. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.9 September 2018 (705-714) ISSN: 2337-6732.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. BSN
- [5] ANSI. 2011. Composite Steel Floor Deck Slabs. Steel deck Institute.