

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG BERDASARKAN SNI 2847-2002 DAN SNI 2847-2013 (Studi Kasus: Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak “Rona” Pangkalpinang)

Sartika¹, Indra Gunawan,S.T.,M.T.², Endang S Hisyam,S.T.,M.T.³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

email: sartikat2@gmail.com

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Email: gunawanindra15@yahoo.co.id

³Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Email: hisyam.endang@gmail.com

ABSTRAK

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya. Bangunan gedung yang berupa gedung bertingkat pada umumnya direncanakan dengan struktur beton bertulang. Di Indonesia standar tata cara perencanaan struktur beton bertulang mengalami pembaharuan, sehingga yang berlaku secara resmi saat ini adalah SNI 2847-2013. Akan tetapi masih banyak perencana struktur gedung beton bertulang yang menggunakan SNI 2847-2002 sebagai standar perencanaannya. Terdapat beberapa perbedaan antara SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 diantaranya adalah pada pembagian kategori penampang struktur lentur dan faktor reduksinya. Oleh karena itu, dilakukan analisis terhadap struktur gedung beton bertulang (pelat, balok dan kolom) berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 serta kemudian dilengkapi dengan desain ulang berdasarkan SNI 2847-2013. Adapun analisis tersebut dilakukan dengan studi kasus pada Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak “Rona” Pangkalpinang. Berdasarkan hasil analisis diperoleh hasil analisis untuk SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 pada pelat dan balok tidak memenuhi persyaratan rasio penulangan ($\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$) dan memenuhi persyaratan kekuatan momen ($M_r > M_u$), analisis pada kolom dengan pembuatan diagram interaksi kolom berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 diperoleh hasil memenuhi persyaratan, dan dari segi tulangan geser untuk balok dan kolom diperoleh hasil memenuhi syarat. Hasil perbandingan analisis berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 untuk rasio penulangan maksimum diperoleh persentase selisih untuk pelat 30% dan balok 16,667%, serta untuk momen rencana pelat maupun balok 11,111% sedangkan untuk gaya geser rata-rata balok 1,093%. Untuk kolom diperoleh persentase untuk gaya aksial maupun momen rencana 6,667% dan gaya geser rata-rata 1,199%. Hasil desain ulang berdasarkan SNI 2847-2013 untuk pelat dengan ketebalan 120 mm digunakan tulangan daerah lapangan dan tumpuan arah sumbu x Ø10-140 serta daerah lapangan dan tumpuan sumbu y Ø10-150. Hasil desain balok B1 direncanakan sebagai balok dengan tulangan tunggal yaitu untuk daerah tumpuan 6D16 serta tulangan begel Ø8-150 dan untuk daerah lapangan 5D16 serta tulangan begel Ø8-210. Hasil desain balok B2 direncanakan sebagai balok dengan tulangan tunggal yaitu untuk daerah tumpuan 3D16 serta tulangan begel Ø8-170 dan untuk daerah lapangan 2D16 serta tulangan begel Ø8-210. Hasil desain kolom K1 direncanakan sebagai kolom langsing dengan tulangan 10D16 dan tulangan geser Ø8-170. Hasil desain ulang kolom (K2) direncanakan sebagai kolom langsing dengan tulangan 6D16 dan tulangan geser Ø8-170.

Kata kunci: analisis, SNI 2847-2002, SNI 2847-2013.

PENDAHULUAN

Bangunan gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu

dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi

sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya maupun kegiatan khusus (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.29/PRT/M/2006). Di Indonesia standar tata cara perencanaan struktur beton bertulang mengalami pembaharuan sehingga yang berlaku untuk saat ini yaitu SNI 2847-2013. Salah satu hal yang mengalami perubahan adalah pada penampang struktur lentur yang dikategorikan menjadi tiga kategori yaitu penampang terkendali tarik, penampang terkendali tekan, dan penampang yang berada dalam zona transisi antara tarik dan tekan. Penentuan kriteria penampang tersebut didasarkan pada regangan tarik *netto* et yang terjadi pada tulangan baja terluar. Hal tersebut sedikit berbeda dengan SNI 2847-2002 yang mengkategorikan menjadi dua macam yaitu aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur (penampang terkendali tarik) dan aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur (penampang terkendali tekan).

Perbedaan tersebut tentunya juga berpengaruh terhadap faktor reduksi kekuatannya. Pada SNI 2847-2013 faktor reduksi untuk penampang terkendali tarik sebesar 0,9 dan penampang terkendali tekan sebesar 0,75. Sedangkan pada SNI 2847-2002 nilainya lebih kecil, yaitu aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur (penampang terkendali tarik) sebesar 0,8 dan aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur (penampang terkendali tekan) sebesar 0,7. Mempertimbangkan perbedaan yang ada, perencanaan struktur gedung sebaiknya menggunakan peraturan terbaru demi kelayakan dan keamanan strukturnya. Akan tetapi masih banyak perencanaan gedung yang merencanakan

struktur gedungnya menggunakan standar (SNI) yang lama. Salah satu contoh gedung yang menggunakan SNI 2847-2002 dalam perencanaannya adalah Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak "Rona" Pangkalpinang. Gedung tersebut direncanakan pada tahun 2015, dimana SNI perencanaan struktur beton bertulang yang berlaku adalah SNI 2847-2013. Oleh karena itu, dalam hal ini dilakukan analisis terhadap struktur Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak "Rona" Pangkalpinang tersebut yang merupakan gedung 3 lantai dengan struktur beton bertulang. Bangunan gedung rumah sakit tersebut direncanakan dengan ukuran utama 12,00 m x 20,50 m. Analisis ini dilakukan dengan berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 yang kemudian membandingkan hasilnya. Selain itu, setelah analisis juga dilakukan desain (perencanaan) ulang terhadap elemen struktur yang dianalisis.

TINJAUAN PUSTAKA

Andini Paramita, 2016, melakukan studi komparasi perancangan struktur gedung berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 dengan SNI 1726-2012. Studi komparasi tersebut dilakukan dengan studi kasus pada Gedung Apartemen 11 Lantai Malioboro City Yogyakarta.

Sutrizal Hartawan, 2015, melakukan perencanaan ulang struktur portal gedung dengan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 studi kasus Hotel *Yellow Star* di Jl. Adi Sucipto, Sleman Yogyakarta. Pada penelitiannya ini dilakukan dengan merencanakan ulang struktur portal dengan SNI 2002 dan SNI 2013 dan kemudian membandingkannya.

Agus Setiawan, 2015, melakukan kajian persyaratan komponen struktur lentur beton bertulangan tunggal antara SNI 2847-2002 dengan SNI 2847-2013. Tujuan kajian ini adalah untuk membandingkan

konsep desain komponen struktur lentur balok beton bertulang berdasarkan SNI 2847-2002 dengan SNI 2847-2013, ditinjau dari perbandingan rasio tulangan beton (ρ), terhadap kapasitas momen ultimit dari penampang, serta untuk mengetahui rasio tulangan maksimum (ρ_{maks}) yang diijinkan untuk berbagai mutu beton berdasarkan SNI 2847-2013. Selain itu, dalam penelitian ini juga mengkaji hubungan antara rasio tulangan terhadap regangan tarik neto, ϵ_t , yang terjadi pada tulangan baja tarik terluar.

Priscillia, 2015, melakukan studi komparasi perhitungan struktur bangunan dengan menggunakan SNI 2847-2013 dan *British Standard* 8110-1-1997. Metode analisisnya meliputi penyusunan,

Pelat

Pelat beton bertulang merupakan suatu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus bidang struktur tersebut (Asroni, 2010). Berdasarkan sistem penulangannya pelat terdiri dari penulangan pelat satu arah dan penulangan pelat dua arah.

Balok

Balok merupakan salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal, sedangkan portal merupakan kerangka utama dari struktur bangunan khususnya bangunan gedung. Beban yang bekerja pada balok biasanya berupa beban lentur, beban geser maupun torsi (momen puntir), sehingga perlu baja tulangan untuk menahan beban-beban tersebut. Tulangan tersebut berupa tulangan memanjang atau tulangan longitudinal yang menahan beban lentur serta tulangan geser/ begel yang menahan beban geser dan torsi (Asroni, 2010). Berdasarkan penulangan untuk menahan beban lentur balok terdiri dari balok

perhitungan dan kesimpulan dengan tahap-tahap prosedur perhitungan berdasarkan SNI 2847-2013 dan *British Standard* 8110-1-1997. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa dari hasil perhitungan balok, kolom dan pelat diperoleh dimensi tulangan yang berbeda dengan metode SNI menghasilkan desain yang lebih ekonomis dibandingkan dengan metode *British Standard*.

Eddy Ristanto, 2015, melakukan analisis joint balok kolom dengan metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R-2002 pada Hotel Serela Lampung. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, yaitu hasil penelitian yang dilakukan berupa angka atau bilangan.

LANDASAN TEORI

bertulangan tunggal dan balok bertulangan rangkap.

Kolom

Pada suatu konstruksi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat untuk diteruskan ke tanah dasar melalui fondasi. Beban dari balok dan pelat ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Sehingga dapat didefinisikan kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan/ tanpa momen lentur (Asroni, 2010). Berdasarkan panjang kolom atau kelangsingan kolom terdiri dari kolom panjang (langsing) dan kolom pendek (tidak langsing).

Gambaran Umum Perbedaan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013

Berdasarkan analisis gambaran umum terhadap perbedaan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 yang digunakan untuk pelat, balok dan kolom sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013

	SNI 2847-2002	SNI 2847-2013
Selimit beton untuk batang tulangan D16, kawat M-16 ulir atau polos dan yang lebih kecil (pada pelat)	15	13
Batas β_1	1. $f_c' \leq 30$ MPa, $\beta_1 = 0,85$ 2. $f_c' > 30$ MPa, $\beta_1 = 0,85 - (0,05 \cdot (f_c' - 30) / 7) \geq 0,65$	1. $f_c' 17 - 28$ MPa, $\beta_1 = 0,85$ 2. $f_c' > 28$ MPa, $\beta_1 = 0,85 - (0,05 \cdot (f_c' - 28) / 7) \geq 0,65$
Penampang struktur lentur dan faktor reduksi (ϕ)	1. Aksial tarik $\phi = 0,8$ 2. Aksial tekan $\phi = 0,7$	1. Terkendali tarik $\phi = 0,9$ 2. Terkendali tekan $\phi = 0,75$ 3. Transisi ($0,002 < \epsilon_t < 0,004$)
Rasio tulangan maksimum (ρ_{maks}), untuk pelat dan balok	$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b$	$\rho_{maks} = \frac{0,003 + \frac{f_y}{E_s}}{0,008} \rho_b$
Gaya geser	$A_{v,u} = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y}$ $A_{v,u} = \frac{75 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot S}{1200 \cdot f_y}$ Balok: $V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$ Kolom: $V_c = \left(1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$	$A_{v,u} = \frac{0,35 \cdot b \cdot S}{f_y}$ $A_{v,u} = \frac{0,062 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot S}{f_y}$ Balok: $V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$ Kolom: $V_c = 0,17 \cdot \left(1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g}\right) \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$

METODE PENELITIAN

Tempat/lokasi dan Waktu Penelitian

tempat : Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak “Rona” Pangkalpinang (alamat : Jl. KH. Hasan Basri Sulaiman No.20, RT. 01/RW. 01, Batin Tikal, Taman Sari Pangkalpinang).

waktu : lama penelitian terhitung sejak ujian proposal sampai dengan ujian

pendadaran/ sidang akhir.

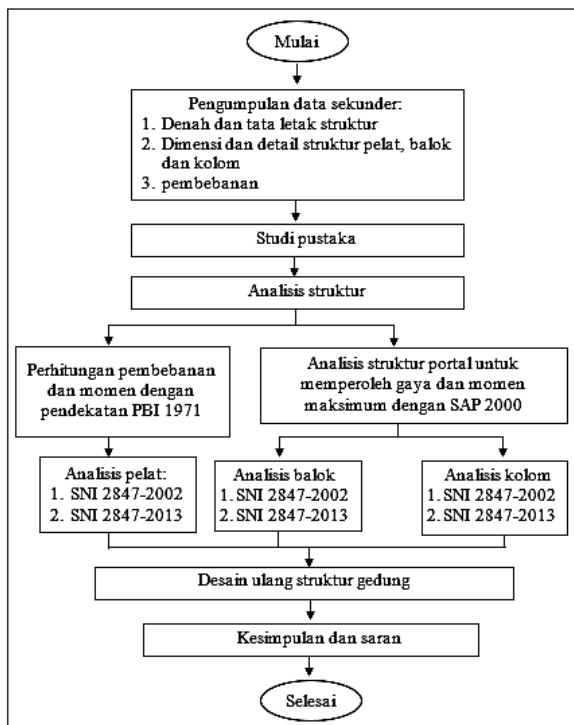
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa data-data pendukung untuk analisis struktur gedung. Data yang digunakan tersebut adalah data sekunder yang diperoleh dari perencanaan awal struktur gedung yang terdiri dari:

1. Denah dan tata letak struktur (geometri atau bentuk bangunan).

2. Dimensi dan detail struktur pelat, balok dan kolom.
 3. Pembebanan atap.
- Alat atau *software* tersebut terdiri dari:
1. Program SAP 2000 yang digunakan untuk analisis pembebanan untuk memperoleh gaya-gaya dan momen-momen maksimum pada analisis balok dan kolom.
 2. *Microsoft Office* yang terdiri dari *Microsoft Office Excel* dan *Microsoft Office Word*. *Microsoft Office Excel* digunakan untuk analisis elemen-elemen struktur secara manual, sedangkan *Microsoft Office Word* digunakan untuk penulisan laporan.
 3. Program AutoCAD yang digunakan untuk pembuatan gambar-gambar atau desain yang diperlukan.

Langkah Atau Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan

Pembebanan untuk pelat diperhitungkan dengan metode pendekatan PBI 1971 (menggunakan tabel PBI 1971) dan dipilih momen terbesar terhadap beberapa momen yang ditinjau. Sedangkan pembebanan untuk balok dan kolom diperhitungkan dengan menggunakan bantuan *software* SAP 2000. Berdasarkan hasil analisis pembebanan dengan SAP 2000 tersebut dipilih nilai yang terbesar untuk balok maupun kolom. Hasil pembebanan pelat sebagaimana pada Tabel 2 dan hasil pembebanan balok dan kolom pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil momen pelat

	Pelat A (kNm)	Pelat B (kNm)	Pelat C (kNm)	Pelat D (kNm)	Momen (kNm)
$M_x^{(+)}$	2,069	1,342	0,950	1,227	2,069
$M_y^{(+)}$	1,185	1,342	0,422	0,846	1,185
$M_x^{(-)}$	4,527	3,324	2,023	2,786	4,527
$M_y^{(-)}$	3,643	3,324	1,475	2,406	3,643

Tabel 3. Hasil analisis pembebanan balok dan kolom

Elemen struktur	batang	P_u (kN)	V_u (kN)	M_u (kNm)
B1	128	-	Tumpuan : 119,339 Lapangan : 100,263	\ominus 160,677 138,182
B2	165	-	Tumpuan : 57,525 Lapangan : 24,895	\ominus 49,844 33,150
K1	56	1178,431	33,213	66,192
K2	78	331,148	18,402	32,742

Hasil analisis

Analisis dengan berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 terhadap Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak “Rona” Pangkalpinang dilakukan terhadap elemen struktur pelat, balok dan kolom. Hasil analisis pelat sebagaimana pada Tabel 4, hasil analisis balok pada Tabel 5 dan Tabel 6. Sedangkan untuk kolom sebagaimana pada Gambar 2. dan Gambar 3. diagram interaksi kolom untuk hasil analisis kolom.

Tabel 4. Hasil analisis pelat

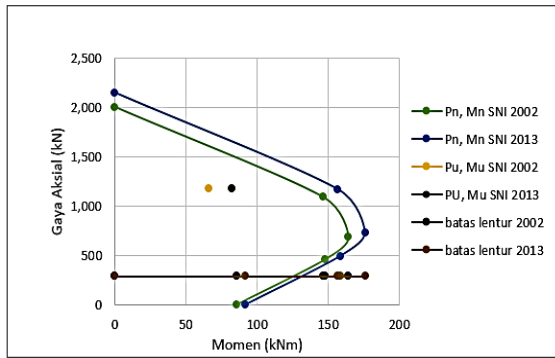
	Daerah lapangan			
	Arah sumbu x		Arah sumbu y	
	SNI 2002	SNI 2013	SNI 2002	SNI 2013
M_u , (kNm)	2,069	2,069	1,185	1,185
$\phi_{tulangan}$, (mm)	10	10	10	10
s (mm)	200	200	200	200
$A_{s,u}$ (mm ²)	392,699	392,699	392,699	392,699
ρ	0,00413	0,00413	0,00413	0,00413
ρ_{min}	0,00583	0,00583	0,00583	0,00583
ρ_{maks}	0,02886	0,02020	0,02886	0,02020
Syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
$A_{s,min}$ (mm)	240	240	240	240
Syarat susut dan suhu	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
M_u , (kNm)	8,662	8,662	7,719	7,719
M_c , (kNm)	6,929	7,795	6,175	6,947
Syarat $M_c > M_u$	Memenuhi	memenuhi	Memenuhi	memenuhi
ϵ_c	0,000100	0,000100	0,000113	0,000113
Daerah tumpuan				
M_u , (kNm)	4,527	4,527	3,643	3,643
$\phi_{tulangan}$, (mm)	10	10	10	10
s (mm)	200	200	200	200
$A_{s,u}$ (mm ²)	392,699	392,699	392,699	392,699
ρ	0,00413	0,00413	0,00462	0,00462
ρ_{min}	0,00583	0,00583	0,00583	0,00583
ρ_{maks}	0,02886	0,02020	0,02886	0,02020
Syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
$A_{s,min}$ (mm)	240	240	240	240
Syarat susut dan suhu	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
M_u , (kNm)	8,662	8,662	7,719	7,719
M_c , (kNm)	6,929	7,795	6,175	6,947
Syarat $M_c > M_u$	Memenuhi	memenuhi	Memenuhi	memenuhi
ϵ_c	0,000100	0,000100	0,000113	0,000113

Tabel 5. Hasil analisis balok B1

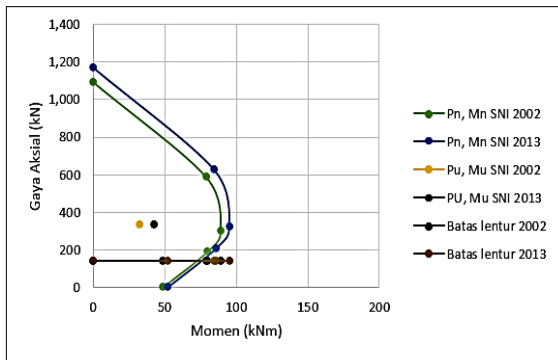
	Tumpuan		Lapangan	
	SNI 2002	SNI 2013	SNI 2002	SNI 2013
M_u , (kNm)	160,677	160,677	138,182	138,182
$\phi_{tulangan}$, (mm)	16	16	16	16
g tul. tarik	7	7	7	7
g tul. tekan	5	5	5	5
A_s (mm ²)	1407,434	1407,434	1407,434	1407,434
A_s' (mm ²)	1005,31	1005,31	1005,31	1005,31
ρ	0,00310	0,00310	0,00310	0,00310
ρ_{min}	0,00350	0,00350	0,00350	0,00350
ρ_{maks}	0,01454	0,01212	0,01454	0,01212
Syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
a_s (mm)	35,254	35,254	35,254	35,254
a_{min} lebih, (mm)	184,620	184,620	184,620	184,620
$a < a_{min}$ lebih	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh
c_s (mm)	101,058	101,058	101,058	101,058
e_t	0,010	0,010	0,010	0,010
$e_t > 0,005$	Tarik	Tarik	Tarik	Tarik
M_u , (kNm)	214,148	214,148	214,148	214,148
M_c , (kNm)	171,319	192,733	171,319	192,733
Syarat $M_c > M_u$	Memenuhi	memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
V_u , (kN)	119,339	119,339	100,263	100,263
$\phi_{sengkang}$, (mm)	8	8	8	8
s_s (mm)	150	150	200	200
A_{sv} , (mm ²)	100,531	100,531	100,531	100,531
V_c , (kN)	91,427	93,256	91,427	93,256
V_s , (kN)	69,533	69,533	52,150	52,150
$\phi.(V_c+V_s)$, (kN)	120,720	122,092	107,683	109,054
$\phi.(V_c+V_s) > V_u$	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi

Tabel 6 Hasil analisis balok B2

	Tumpuan		Lapangan	
	SNI 2002	SNI 2013	SNI 2002	SNI 2013
M_u , (kNm)	49,844	49,844	33,15	33,15
$\phi_{tulangan}$, (mm)	16	16	16	16
g tul. tarik	3	3	3	3
g tul. tekan	3	3	3	3
A_s (mm ²)	603,186	603,186	603,186	603,186
A_s' (mm ²)	603,186	603,186	603,186	603,186
ρ	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
ρ_{min}	0,00350	0,00350	0,00350	0,00350
ρ_{maks}	0,01454	0,01212	0,01454	0,01212
Syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi	Tidak memenuhi
a_s (mm)	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
a_{min} lebih, (mm)	142,8	142,8	142,8	142,8
$a < a_{min}$ lebih	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh	Tulangan belum leleh
c_s (mm)	68,23	68,23	68,23	68,23
e_t	0,012	0,012	0,012	0,012
$e_t > 0,005$	Tarik	Tarik	Tarik	Tarik
M_u , (kNm)	74,25	74,25	74,25	74,25
M_c , (kNm)	59,4	66,825	59,4	66,825
Syarat $M_c > M_u$	Memenuhi	memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
V_u , (kN)	57,525	57,525	24,895	24,895
$\phi_{sengkang}$, (mm)	8	8	8	8
s_s (mm)	150	150	200	200
A_{sv} , (mm ²)	100,531	100,531	100,531	100,531
V_c , (kN)	48,503	49,473	48,503	49,473
V_s , (kN)	55,332	55,332	41,499	41,499
$\phi.(V_c+V_s)$, (kN)	77,877	78,604	67,502	68,229
$\phi.(V_c+V_s) > V_u$	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi



Gambar 2 Diagram interaksi kolom K1 hasil analisis SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013



Gambar 3 Diagram interaksi kolom K2 hasil analisis SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013

Berdasarkan diagram interaksi kolom pada Gambar 2. untuk kolom K1 dan Gambar 3. untuk kolom K2, titik perpotongan antara P_u dan M_u berada didalam grafik P_n dan M_n untuk SNI 2847-2002 maupun SNI 2847-2013. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kolom K1 maupun kolom K2 aman atau mampu menahan beban berdasarkan analisis SNI 2847-2002 maupun SNI 2847-2013.

Perbandingan Hasil Analisis

Perbandingan hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 7 Perbandingan hasil analisis pelat

	lapangan		tumpuan	
	sumbu x	sumbu y	sumbu x	sumbu y
ρ_{maks}				
SNI 2002	0,02886	0,02886	0,02886	0,02886
SNI 2013	0,02020	0,02020	0,02020	0,02020
% selisih	30	30	30	30
Momen rencana (kNm)				
SNI 2002	6,929	6,175	6,929	6,175
SNI 2013	7,795	6,947	7,795	6,947
% selisih	11,111	11,111	11,111	11,111

Tabel 8 Perbandingan hasil analisis balok

	B1		B2	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
ρ_{maks}				
SNI 2002	0,014543	0,014543	0,014543	0,014543
SNI 2013	0,012119	0,012119	0,012119	0,012119
% selisih	16,667	16,667	16,667	16,667
Momen rencana, kNm				
SNI 2002	171,319	171,319	59,400	59,400
SNI 2013	192,733	192,733	66,825	66,825
% selisih	11,111	11,111	11,111	11,111
$\phi \cdot (V_c + V_s)$, kN				
SNI 2002	120,720	107,683	77,877	67,502
SNI 2013	122,092	109,054	78,604	68,229
% selisih	1,123	1,258	0,926	1,066
1,093				

Tabel 9 Perbandingan hasil analisis kolom

	K1		K2	
	ϕP_n (kN)	ϕM_n (kNm)	ϕP_n (kN)	ϕM_n (kNm)
Beban sentris				
SNI 2002	2000,254	0	1092,193	0
SNI 2013	2143,129	0	1170,207	0
% selisih	6,667	0	6,667	0
Beton tekan menentukan				
SNI 2002	1090,014	146,3065	587,568	78,77937
SNI 2013	1167,872	156,7569	629,5371	84,40647
% selisih	6,667	6,667	6,667	6,667
Keadaan seimbang				
SNI 2002	681,634	164,243	306,085	88,923
SNI 2013	730,322	175,975	327,948	95,275
% selisih	6,667	6,667	6,667	6,667
Tulangan tarik menentukan				
SNI 2002	459,625	148,205	194,908	80,351
SNI 2013	492,456	158,791	208,830	86,090
% selisih	6,667	6,667	6,667	6,667
Keadaan P = 0				
SNI 2002	0	85,796	0	48,633
SNI 2013	0	91,924	0	52,106
% selisih	0	6,667	0	6,667
$\phi \cdot (V_c + V_s)$, kN				
SNI 2002	144,253		89,042	
SNI 2013	146,353		89,908	
% selisih	1,435		0,963	
1,199				

Berdasarkan hasil analisis dengan berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 jika dibandingkan diperoleh selisih sebagaimana pada Tabel 7 untuk pelat, Tabel 8 untuk balok dan Tabel 9 untuk kolom.

Berdasarkan tabel tersebut tampak bahwa hasil analisis dari segi kekuatan (gaya aksial, momen dan gaya geser) dengan menggunakan SNI 2847-2013 memiliki

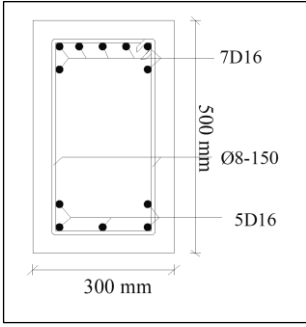
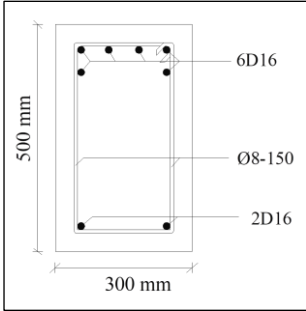
nilai yang lebih besar dibandingkan dengan SNI 2847-2002. Hal tersebut menjelaskan bahwa untuk elemen dan material yang sama, SNI 2847-2013 mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan SNI 2847-2002. Perbedaan hasil momen antara SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 terjadi karena nilai faktor reduksi untuk SNI 2847-2013 lebih besar dari pada SNI 2847-2002. Sedangkan jika dari segi penulangannya, SNI 2847-2013 menghasilkan rasio penulangan maksimum (ρ_{maks}) yang lebih kecil dibandingkan dengan SNI 2847-2002. Rasio penulangan menjelaskan

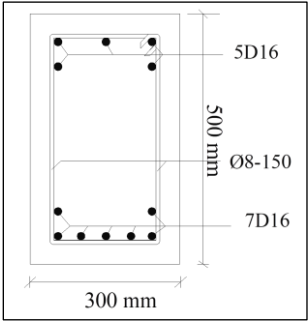
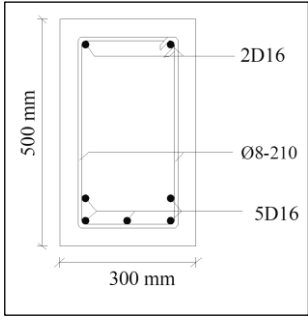
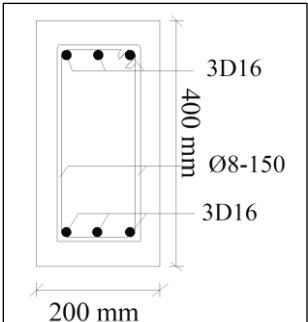
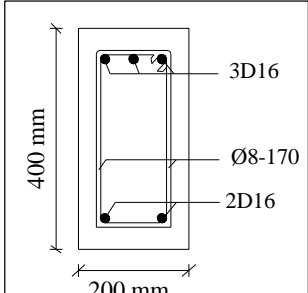
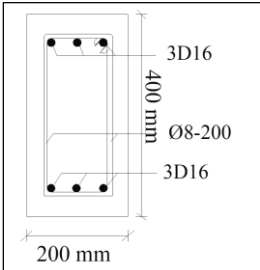
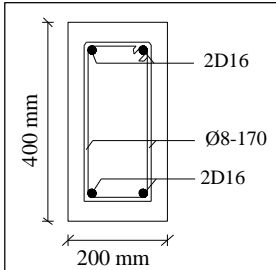
tentang ketersediaan atau jumlah pemakaian tulangan dalam elemen struktur tersebut. Rasio penulangan maksimum untuk SNI 2847-2013 persamaannya bernilai lebih kecil jika dibandingkan dengan persamaan untuk SNI 2847-2002. Sehingga dengan rasio tulangan yang kecil dan kemampuan menahan beban atau momen rencana yang besar artinya untuk perencanaan struktur beton bertulang yang aman akan lebih efisien dari segi jumlah penampang tulangannya dengan SNI 2847-2013 dibandingkan dengan SNI 2847-2002.

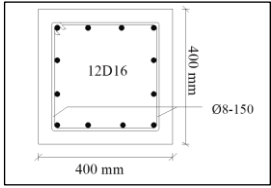
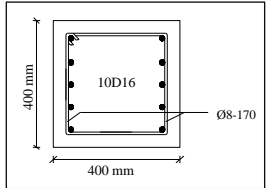
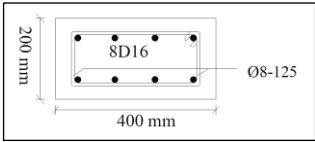
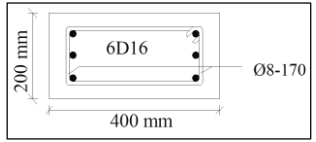
Hasil Desain Ulang

Desain ulang dilakukan berdasarkan SNI 2847-2013 dan diperoleh hasil sebagaimana pada Tabel 10 berikut:

Tabel 10 Hasil desain ulang

	Perencanaan awal	Hasil desain ulang
Pelat		
Penulangan sumbu x	Ø10-200	Ø10-140
Penulangan sumbu y	Ø10-200	Ø10-150
Balok B1		
Tumpuan	$A_s = 7D16$ $A_s' = 5D16$ $A_v = \text{Ø}8-150$ 	$A_s = 6D16$ $A_s' = 2D16$ $A_v = \text{Ø}8-150$ 
Lapangan	$A_s = 7D16$ $A_s' = 5D16$	$A_s = 5D16$ $A_s' = 2D16$

	Perencanaan awal	Hasil desain ulang
	$A_v = \text{Ø}8\text{-}200$ 	$A_v = \text{Ø}8\text{-}210$ 
Balok B2		
Tumpuan	$A_s = 3\text{D}16$ $A_s' = 3\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8\text{-}150$ 	$A_s = 3\text{D}16$ $A_s' = 2\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8\text{-}170$ 
Lapangan	$A_s = 3\text{D}16$ $A_s' = 3\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8\text{-}200$ 	$A_s = 3\text{D}16$ $A_s' = 2\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8\text{-}170$ 
Kolom K1		
Tumpuan = lapangan	$A_1 = 6\text{D}16$ $A_2 = 6\text{D}16$	$A_1 = 5\text{D}16$ $A_2 = 5\text{D}16$

	Perencanaan awal	Hasil desain ulang
	$A_v = \text{Ø}8-150$ 	$A_v = \text{Ø}8-170$ 
Kolom K2		
Tumpuan = lapangan	$A_1 = 4\text{D}16$ $A_2 = 4\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8-125$ 	$A_1 = 3\text{D}16$ $A_2 = 3\text{D}16$ $A_v = \text{Ø}8-170$ 

Berdasarkan hasil desain ulang yang dilakukan dengan berdasarkan SNI 2847-2013 sebagaimana pada Tabel 10, tampak bahwa terdapat perubahan jumlah tulangan longitudinal maupun jarak (s) tulangan geser/ begel dibandingkan dengan perencanaan awalnya. Untuk penulangan pelat pada analisis tidak memenuhi rasio penulangan, sehingga hasil desain ulang diperoleh hasil jarak antar tulangnya lebih kecil dari pada perencanaan awalnya. Hasil desain balok B1 maupun B2 didesain sebagai balok dengan penulangan tunggal dan diperoleh jumlah tulangan lebih sedikit daripada jumlah tulangan awal, sedangkan untuk tulangan geser/ begel pada daerah tumpuan B1 tidak ada perubahan dan daerah lapangan B1 serta daerah tumpuan B2 jarak tulangnya lebih besar daripada perencanaan awal. Sedangkan untuk tulangan geser lapangan B2 jaraknya lebih kecil yang diperoleh berdasarkan persyaratan jarak maksimum sehingga jarak tulangan geser perencanaan awal

yang digunakan tidak memenuhi persyaratan jarak maksimumnya. Hasil desain ulang kolom K1 maupun K2 didesain sebagai kolom langsing. Hasil desain kolom K1 dan K2 diperoleh hasil jumlah tulangan yang lebih kecil dari pada jumlah tulangan perencanaan awal. Kemudian untuk tulangan geser diperoleh jarak yang lebih besar dari pada perencanaan awal. Tentunya berdasarkan hasil desain ulang dapat dinyatakan bahwa SNI 2847-2013 lebih ekonomis atau lebih efisien dari segi jumlah penampang tulangan dalam perencanaan struktur gedung beton bertulang.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap struktur gedung beton bertulang Gedung C Rumah Sakit Ibu dan Anak “Rona” berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis berdasarkan SNI 2847-2002 untuk pelat dan balok (B1 dan B2) dari segi rasio penulangan tidak memenuhi persyaratan ($\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$) untuk daerah tumpuan maupun lapangan, sedangkan dari segi kekuatan ($M_r > M_u$) terpenuhi. Adapun hasil analisis pada kolom baik kolom K1 maupun K2 memenuhi syarat serta termasuk pada jenis keruntuhan tekan. Kemudian dari segi penulangan geser pada balok maupun kolom memenuhi persyaratan.
2. Hasil analisis berdasarkan SNI 2847-2013 untuk pelat dan balok (B1 dan B2) dari segi rasio penulangan tidak memenuhi persyaratan ($\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$) untuk daerah tumpuan maupun lapangan, sedangkan dari segi kekuatan ($M_r > M_u$) terpenuhi dengan selisih yang cukup jauh. Adapun hasil analisis pada kolom baik kolom K1 maupun K2 memenuhi syarat serta termasuk pada jenis keruntuhan tekan. Begitu juga untuk penulangan geser pada balok dan kolom diperoleh hasil memenuhi persyaratan.
3. Perbandingan hasil analisis berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 untuk pelat, balok dan kolom dari segi rasio penulangan maksimum SNI 2847-2013 lebih kecil dibandingkan SNI 2847-2002, sedangkan dari segi kekuatan SNI 2847-2013 lebih besar daripada SNI 2847-2002. Persentase selisih hasil analisis pelat yaitu untuk rasio penulangan maksimum 30% dan momen rencana 11,111%. Persentase selisih hasil analisis balok yaitu untuk rasio penulangan maksimum 16,667%, momen rencana 11,111% dan gaya geser rata-rata 1,093%. Persentase hasil analisis kolom yaitu untuk kekuatan baik gaya aksial maupun momen rencana 6,667% dan gaya geser rata-rata 1,199%.
4. Desain (perencanaan) ulang struktur gedung beton bertulang berdasarkan SNI 2847-2013 direncanakan untuk pelat, balok dan kolom. Hasil desain ulang untuk pelat dengan ketebalan 120 mm digunakan tulangan daerah lapangan dan tumpuan arah sumbu x $\emptyset 10$ -140 serta daerah lapangan dan tumpuan sumbu y $\emptyset 10$ -150. Hasil desain ulang balok (B1) direncanakan sebagai balok dengan tulangan tunggal yaitu untuk daerah tumpuan diperoleh tulangan tarik 6D16 dan ditambahkan tulangan tekan 2D16 dan tulangan begel $\emptyset 8$ -150 serta untuk daerah lapangan diperoleh tulangan tarik 5D16 dan ditambahkan tulangan tekan 2D16 dan tulangan begel $\emptyset 8$ -210. Hasil desain ulang balok (B2) direncanakan sebagai balok dengan tulangan tunggal yaitu untuk daerah tumpuan diperoleh tulangan tarik 3D16 dan ditambahkan tulangan tekan 2D16 dan daerah lapangan diperoleh tulangan tarik 2D16 dan ditambahkan tulangan tekan 2D16, serta untuk tulangan begel $\emptyset 8$ -170 untuk daerah tumpuan dan daerah lapangan. Hasil desain ulang kolom (K1) direncanakan sebagai kolom langsing dengan tulangan 10D16 dan tulangan geser $\emptyset 8$ -170. Hasil desain ulang kolom (K2) direncanakan sebagai kolom langsing dengan tulangan 6D16 dan tulangan geser $\emptyset 8$ -170.

Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu dalam analisis struktur gedung untuk penulisan tugas akhir selanjutnya dapat dilakukan analisis secara keseluruhan tidak hanya untuk struktur tertentu saja namun bisa lengkap untuk struktur atas dan struktur bawah gedung. Selain itu, untuk penelitian

selanjutnya analisis dengan menggunakan peraturan yang lain misalnya antara peraturan di Indonesia dan peraturan di luar negeri juga dapat dilakukan. Kemudian berdasarkan analisis yang pernah dilakukan, terkait untuk perencanaan struktur gedung beton bertulang sebaiknya mempertimbangkan persyaratan secara keseluruhan tidak hanya untuk memenuhi kekuatan atau momen.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (cetakan ke 7)*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan
- Anonim. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2002. SNI 07-2052-2002 *Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. 2002. SNI 2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Beta Version.
- Anonim. 2002. SNI 1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Anonim. 2006. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/M/2006. *Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*. Jakarta: Menteri Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2013. SNI 2847-2013 *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Asroni, A. 2010a. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Garaha Ilmu.
- Asroni, A. 2010b. *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang*. Yogyakarta: Garaha Ilmu.
- Aulia, M. 2014. *Tinjauan Perhitungan Struktur Gedung The 18 Office Park Jakarta*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2 No.3 September 2014 (ISSN:2355-374X), Universitas Sriwijaya.
- Hartawan, S. 2015. *Perencanaan Ulang Struktur Portal Gedung dengan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013*. Seminar Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Irfan, A. R. 2015. *Perencanaan Ulang Gedung Rumah Sakit An-Nur Yogyakarta dengan Beton Bertulang*. Naskah Publikasi Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Paramita, A. 2016. *Studi Komparasi Perancangan Struktur Gedung Berdasarkan SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013 dengan SNI 1726-2012*. Seminar Hasil Penelitian Tugas Akhir Agustus 2016, Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Purwono,R, dkk. 2007. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2002)*

- Dilengkapi dengan Penjelasan (S-2002)*. Surabaya: ITS Press.
- Ristanto, E. 2015. *Analisis Joint Balok Kolom dengan Metode SNI 2847-2013 dan ACI 352R:2002 pada Hotel Serela Lampung*. Jurnal JRSDD September 2015 Vol 3 No. 3 (ISSN:2303-0011), Universitas Lampung.
- Setiawan, A. 2015. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2846-2013*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, A. 2015. *Persyaratan Desain Komponen Struktur Lentur Beton Bertulangan Tunggal antara SNI 2847-2002 dan SNI 2847-2013*. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 04 No.14 Apr-Jun 2015, Universitas Pembangunan Jaya.
- Ticoalu, P. E. E. 2015. *Studi Komparasi Perhitungan Struktur Bangunan dengan Menggunakan SNI 2847-2013 dan British Standard 8110-1-1997*. Jurnal Sipil Statik Vol. 3 No.10 Oktober 2015 (ISSN:2337-6732), Universitas Sam Ratulangi Manado