

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR BAJA MENGGUNAKAN SPESIFIKASI
BANGUNAN GEDUNG BAJA STRUKTURAL (SNI 1729:2015)**

Studi Kasus Proyek Pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP

Inees Kusuma W¹, Bagus Soebandono², M. Ibnu Syamsi³

¹Mahasiswa (20120110022), ²Dosen Pembimbing I, ³Dosen Pembimbing II

ABSTRAK

Proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP yang terletak di Desa Endah, kecamatan paengenan, kabupaten Cirebon dengan fungsi bangunan yang difungsikan sebagai gudang ataupun pabrik produksi dimana sangat dianjurkan menggunakan struktur baja. Proyek pembangunan ini akan direncanakan ulang dengan membuat pemodelan 2D pada *Structure Analisis Progame SAP2000 V.14* dengan menganalisis kapasitas portal yaitu struktur kolom dan balok baja dan menganalisis perhitungan sambungan baut.

Dalam *redesain* ini mengacu pada *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)*, *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013)*, dan *Pedoman Perencanaan untuk Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987* pada proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP dengan pemodelan 2D pada *Structure Analisis Progame SAP2000 V.14* serta merencanakan sambungan pada bangunan strukturalnya.

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan ulang pada proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP ditentukan bahwa penampang kolom menggunakan kolom (KB2 IWF 400×400×13×21, KB3 IWF 350×350×12×19), komponen penampang balok (BB1 IWF 500×200×10×16, BB2 IWF 450×200×9×14), dan pada rafter menggunakan (R1 IWF 500×200×10×16). Perencanaan sambungan dilakukan perubahan desain terhadap jumlah baut pada sambungan PD2 dan sambungan KB2 dengan KB3 yaitu dengan menambahkan jumlah baut. Karakteristik sambungan yang digunakan yaitu (PD2A 4 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD2 6 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD3 4 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD3A 4 M 25 dengan panjang angkur 400).

Kata kunci : *re-design*, struktur baja, gempa.

A. PENDAHULUAN

Seiring bejalannya waktu dan perkembangan zaman di Indonesia manusia dapat berinovasi merancang bangunan-bangunan dengan beberapa gaya bangunan yang lebih modern. Selain itu dalam merancang sebuah bangunan struktur, kita membutuhkan beberapa material yang dapat digunakan sebagai bahan pelaksanaannya. Material struktural yang dapat digunakan diantaranya kayu, bambu, beton bertuang, baja, ataupun material pendukung lainnya.

Proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP yang terletak di Desa Ender, kecamatan Peangenan, Kabupaten Cirebon dengan menggunakan konstruksi baja, sesuai dengan fungsi bangunan tersebut yaitu bangunan yang difungsikan sebagai gudang ataupun pabrik produksi dimana sangat dianjurkan menggunakan struktur baja dikarenakan dengan bentang yang panjang serta luasan yang sangat besar akan lebih efektif dan efisien serta dapat menanggung beban konstruksi yang telah direncanakan.

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu perencanaan ulang struktur baja dengan mengkaji ulang pemodelan struktur baja 2D dengan menggunakan *Structure Analisis Progame* (SAP 2000 V.14), menganalisis kapasitas portal yaitu struktur kolom dan balok baja dan menganalisis perhitungan sambungan baut dengan mengacu pada *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural* (SNI 1729:2015), *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain* (SNI 1727:2013), dan *Pedoman Perencanaan untuk Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987*.

B. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

1. Tinjauan pustaka

Dalam perencanaan konstruksi bangunan saat ini perencanaan dituntut untuk merencanakan bangunan yang *daktail*, yaitu bangunan yang dapat menahan *respons spektrum* yang diakibatkan oleh beban gempa yaitu yang dikenal sebagai rangka pemikul momen. Dalam zona 5 yaitu wilayah dengan tingkat kegempaan yang tinggi sehingga analisis strukturnya dapat direncanakan dengan metode sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Penelitian ini menggunakan sistem output program *ETABS* pada bangunan gedung BPJN XI berupa model struktur, dimensi penampang struktur serta gaya dalam yang diperlukan untuk diperiksa terpenuhinya kriteria perencanaan sambungan agar terciptanya *strong column weak beam*. (**Jasuka Jan Sampakang, 2013**).

Dengan banyaknya gempa yang terjadi di Indonesia maka perencanaan struktur gedung tahan gempa menggunakan baja menjadi salah satu solusi untuk mengurangi korban jiwa. Dalam perencanaan struktur gedung baja di daerah zona gempa tinggi menggunakan peraturan-peraturan baja (SNI 03-1729-2002) dan gempa (SNI 03-1726-2002) dengan menggunakan *software* SAP 2000 dan SCIA ENGINEER. Perencanaan atap dalam zona gempa tinggi digunakan profil WF 100×50×5×7, balok induk direncanakan menggunakan WF 350×250×9×14, balok anak menggunakan WF 350×175×7×11 serta kolom direncanakan menggunakan WF 400×400×15×15. (**Makshal Faray Kuddah, 2012**)

Kota Yogyakarta yang berkembang pesat baik dari segi bisnis maupun *infrastruktur*, oleh sebab itu akan di rencanakan sebuah gedung apartemen 3 lantai +1 *basement* dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) di wilayah tersebut. Struktur gedung yang direncanakan harus mempertimbangkan aspek keamanan,

arsitektural dan ekonomi. Perencanaan gedung apartemen ini mengacu pada standar peraturan (SNI) terbaru yang telah diterbitkan, yaitu SNI-1726:2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung). Perencanaan gedung ini mengacu pada struktur utama (struktur atas balok kolom dan struktur bawah) serta struktur atap baja dan struktur plat (plat lantai, dinding *basement* dan tangga). Perhitungan klasifikasi situs tanah termasuk kategori *SD* (tanah sedang), maka diperoleh nilai S_{DS} dan S_{D1} adalah 1,226 dan 0,448 sehingga klasifikasi Kategori Desain Seismik (KDS) untuk perencanaan ini termasuk KDS D (resiko gempa besar). Untuk kebutuhan perencanaan beban gempa pada gedung SRPMM, dipakai faktor keutamaan bangunan I_e dan nilai 1,0 (hunian, kategori resiko II) faktor modifikasi respons (R) sebesar 5, faktor perbesaran defleksi (C_d) bernilai 2,5. Mutu beton yang dipakai f_c' 25 MPa, serta tulangan baja BJTB 400 MPa dan BJTB 240 MPa. Balok struktur direncanakan dengan dimensi 350/700 untuk lantai 1 dan 2, 300/600 untuk lantai 3 sampai dengan 4. Sedangkan untuk kolom direncanakan dengan dimensi 450/600 untuk lantai *basement* sampai dengan lantai 2 dan 300/500 untuk lantai 3 sampai dengan 4. Struktur bawah direncanakan memakai pondasi telapak dengan kedalaman 1 m. (Andy Rosyulianta Irfan, 2015)

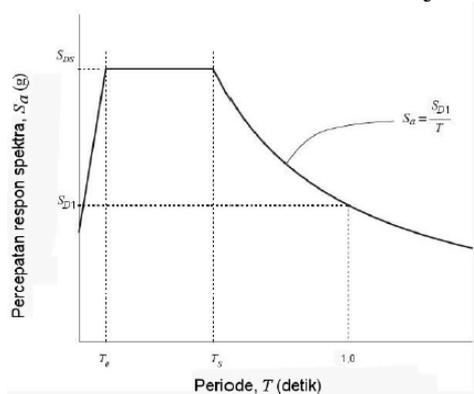
2. Landasan Teori

a. Pembebanan struktur

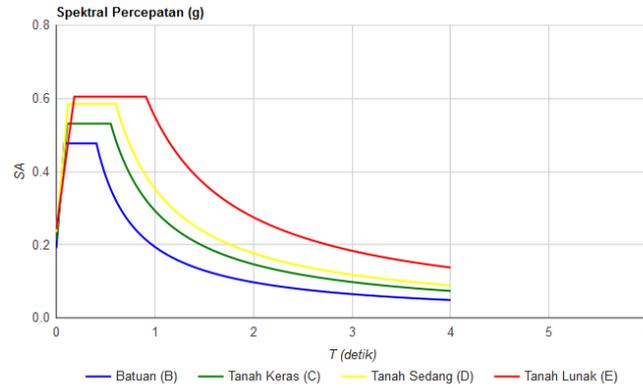
Perencanaan struktur pada konstruksi bangunan harus memperhitungkan pembebanan seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin, beban hujan, serta suatu struktur harus memenuhi kekuatan rencana dengan menggunakan kombinasi sebagai berikut :

- 1) $1,4D$
- 2) $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- 3) $1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
- 4) $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
- 5) $1,2D + 1,0E + L$
- 6) $0,9D + 1,0W$
- 7) $0,9D + 1,0E$

Beban gempa yang bekerja pada struktur dihitung berdasarkan analisis beban gempa statik *ekivalen*. Dengan klasifikasi situs tanah dengan kategori E (tanah lunak) maka dapat menentukan respons spektrum seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2 ataupun dengan menggunakan aplikasi desain spektra Indonesia yang diakses melalui internet dengan membuka website Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman – Kementerian Pekerjaan Umum.



Gambar 1. Spektrum respons desain



Gambar 2. Spektrum respon desain wilayah Cirebon

Hasil tersebut dapat digunakan untuk menghitung distribusi vertikal gaya gempa.

b. Analisis struktur

Struktur portal didesain berdasarkan kebutuhan gaya dalam yang bekerja. Dengan adanya konsep desain kapasitas balok, kolom sesuai yang direncana.

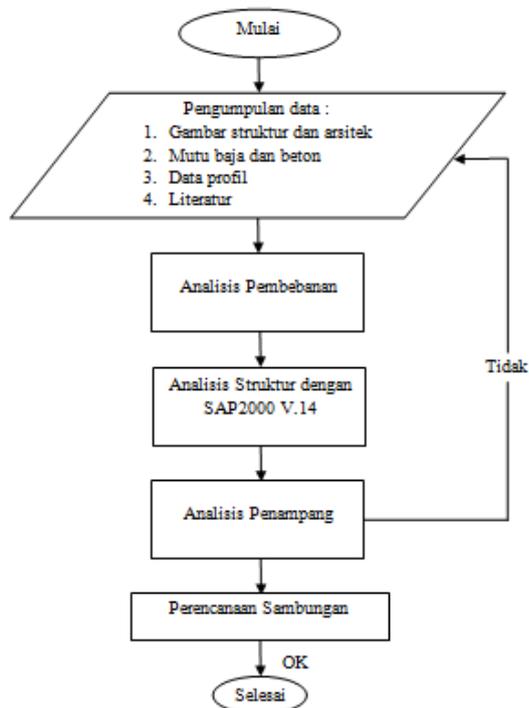
$$\text{Rasio shear} = \frac{V_u}{\Phi_s \times V_n} \dots(1)$$

$$\text{Rasio axial} = \frac{P_u}{\Phi P_n} \dots(2)$$

Pada perencanaan sambungan harus dirancang sesuai dengan kekuatan desain ΦR_n .

C. METODE PENELITIAN

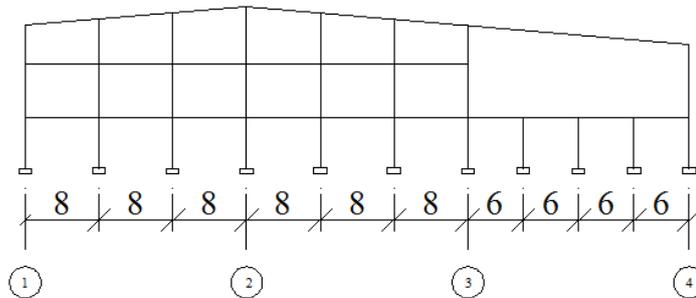
Model struktur direncanakan terletak di kota Cirebon dengan jenis tanah lunak. Struktur ini memiliki 3 lantai dan fungsi gedung sebagai gudang ataupun pabrik produksi. Data-data yang telah diperoleh kemudian diolah. Tahapan perencanaan ulang seperti bagan alir pada gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir proses perencanaan

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tugas akhir ini, yaitu perencanaan struktur pada bangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP. Struktur dimodelkan dua dimensi dengan tinjauan portal terbesar dengan menggunakan *Struktur Analisis Program SAP2000 V.14*.



Gambar 4. Model portal

Data yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini yaitu profil ASTM A-36 dan baut ASTM A-307, A-325 dengan material seperti pada Tabel 1.

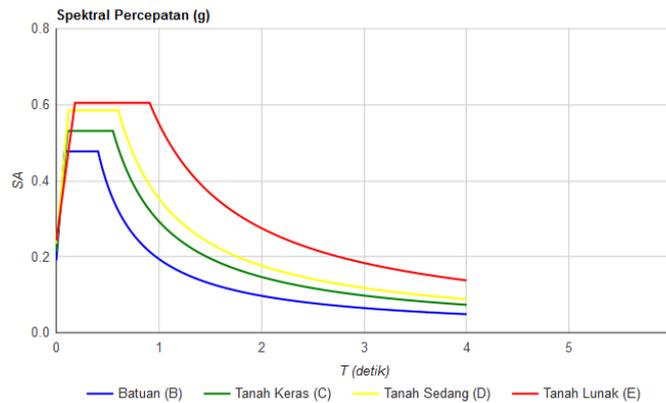
Tabel 1. Data material

No	Kode	Ukuran	Keterangan
1	KB2	WF 400X400X13X21	KOLOM
2	KB3	WF 350X350X12X19	
3	BB1	WF 500X200X10X16	BALOK
4	BB2	WF 450X200X9X14	
5	R1	WF 500X200X10X15	RAFTER
6	R3	WF 300X150X6,5X9	
7	BR4	PIPA 3"	BRACING
8	BR5	WF 300X150X6,5X9	

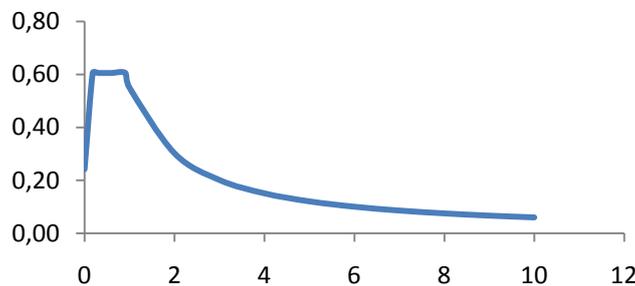
Sumber : Gambar Konstruksi Proyek Pembangunan New Noodle Factory

1. Perhitungan respons spektrum desain

Perhitung beban gempa pada proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP perhitungan respons spektrum desain menggunakan excel dan menggunakan program aplikasi aplikasi desain spektra Indonesia yang diakses melalui internet dengan membuka website Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman – Kementerian Pekerjaan (Umum) (Umum)Umum. <http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain Spektra Indonesia 2011/> dengan cara memasukan nama wilayah kemudian aplikasi akan menampilkan hasil.



Gambar 5. Hasil Spektrum respons



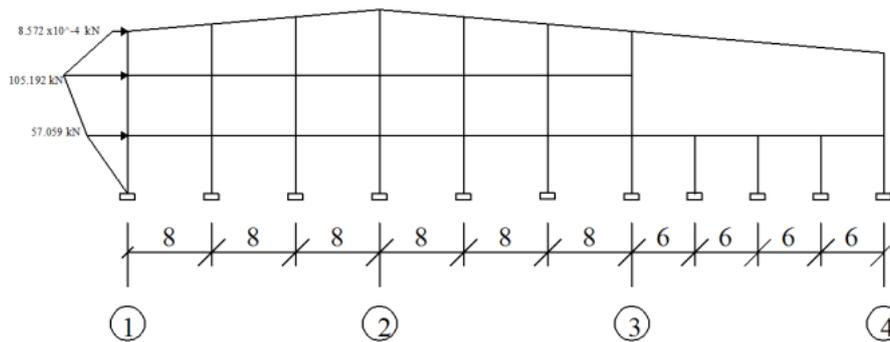
Gambar 6. Hasil Spektrum respon perhitungan excel

2. Distribusi gaya gempa

Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul disemua tingkat dan gaya gempa horizontal (V_x), geser tingkat desain gempa di semua tingkat harus ditentukan berdasarkan SNI 1726:2012.

Tabel 2. Hasil perhitungan distribusi vertikal gaya gempa

Lantai ke	Hi (m)	Wi (kN)	Hi x Wi (kg m)	$\frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k}$	Fi (kN)
atap	16,11	3,374	54,35514	2,690E-06	8,575E-04
lantai 2	11,34	1679,978	19050,95052	0,330	105,333
lantai 1	5,59	2510,894	14035,89746	0,179	57,176
Σ		4194,246	33141,20312		



Gambar 7. Analisis portal akibat beban gempa

3. Analisis pembebanan

Pada perencanaan struktur ini beban-beban yang bekerja sesuai dengan *Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain* (SNI 1727:2013) dan *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung* 1987. Beban yang direncanakan pada perencanaan ulang struktur baja ini diantaranya seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin, dan beban hujan. Beban-beban tersebut dihitung berdasarkan fungsi bangunan yang akan direncanakan untuk kemudian diinput kedalam SAP 2000 V.14. Beban-beban tersebut akan dianalisis apakah struktur baja tersebut mampu menahan beban-beban yang bekerja. Hasil perhitungan pembebanan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan pembebanan

	Hasil hasil perhitungan pembebanan
Beban Mati Plat Lantai	864,324 kg/m
Beban Mati Atap	16,96 kg/m
Beban Tambahan (SDL)	800 kg/m
Beban hidup	
1. Beban hidup plat lantai	6 kN/m ²
2. Beban hidup atap	100 kg
Beban hujan	36 kg/m
Beban angin	
1. Angin tekan	72kg/m
2. Angin hisap	96 kg/m

4. Analisis portal dan sambungan

Hasil analisis struktur dengan bantuan *Structure Analysis Progame* (SAP 2000 V.14) maka diperoleh gaya dalam untuk menghitung perencanaan portal dan sambungan dengan hasil perhitungan seperti pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil perhitungan portal

No	Profil	Kontrol	Cek	Ket
1	BB1 IWF 500×200×10×16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kelangsingan penampang balok 2. Pemeriksaan pengaruh tekuk lateral 3. Pemeriksaan kuat geser balok 4. Pemeriksaan interaksi lentur dan geser 	$6,250 \leq 10,97$ $50 \leq 70,725$ $Lb < Lbmax$ Rasio momen $0,265 < 1$ Rasio shear $0,260 < 1$ $0,428 < 1,375$	Kompak OK OK OK
2	BB2 IWF 450×200×9×14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kelangsingan penampang balok 2. Pemeriksaan pengaruh tekuk lateral 3. Pemeriksaan kuat geser balok 4. Pemeriksaan interaksi lentur dan geser 	$7,143 \leq 10,97$ $Lb < Lbmax$ Rasio momen $0,360 < 1$ Rasio shear $0,227 < 1$ $0,502 < 1,375$	Kompak OK OK OK
3	R1 IWF 500×200×10×16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kelangsingan penampang balok 2. Pemeriksaan pengaruh tekuk lateral 3. Pemeriksaan kuat geser balok 4. Pemeriksaan interaksi lentur dan geser 	$6,250 \leq 10,97$ $50 \leq 70,725$ $Lb < Lbmax$ Rasio momen $0,064 < 1$ Rasio shear $0,039 < 1$ $0,088 < 1,375$	Kompak OK OK OK
4	KB2 IWF 400×400×13×21	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemeriksaan kelangsingan penampang kolom 2. Pemeriksaan kelangsingan elemen kolom 3. Pemeriksaan kapasitas aksial kolom 	Sayap $9,524 \leq 10,97$ Badan $30,769 \leq 70,354$ $Lb < Lbmax$ Rasio aksial $6,629 \times 10^{-3} < 1$	Kompak Kompak OK

Naskah Seminar Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

5	KB3 IWF 350×350×12×19	1. Pemeriksaan kelangsingan penampang kolom	Sayap $9,211 \leq 10,97$ Badan $29,167 \leq 66,340$	Kompak
		2. Pemeriksaan kelangsingan elemen kolom	$L_b < L_{bmax}$	Kompak
		3. Pemeriksaan kapasitas aksial kolom	Rasio aksial $0,082 < 1$	OK

Tabel 5. Hasil perencanaan sambungan

No	Profil	Sambungan
1	PD2A	A-307 4 M 25
2	PD2	A-307 6 M 25
3	PD3	A-307 4 M 25
4	PD3A	A-307 4 M 25
5	R1 dengan R1	A-325 16 M 25
6	R1 dengan KB3	A-325 16 M 25
7	BB1 dengan KB2	A-325 16 M 25
8	BB2 dengan KB2	A-325 16 M 25
9	BB2 dengan KB3	A-325 16 M 25
10	KB2 dengan KB3	A-307 6 M 25

Perencanaan sambungan pada struktur baja proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP digunakan sambungan baut, dimana menggunakan 2 tipe baut yaitu A-307 dengan A-325. Baut tipe A-307 digunakan pada sambungan pedestal dan sambungan kolom dengan kolom, sedangkan pada tipe baut A-325 digunakan pada sambungan kolom dengan balok, ataupun balok dengan rafter. Perencanaan sambungan pada PD2 dan sambungan KB2 dengan KB3 menggunakan jumlah baut 6 M 25 perencanaan tersebut mengalami perubahan dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya dikarenakan pada saat cek kombinasi gaya geser dan gaya tarik tidak memenuhi spesifikasi.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan ulang dan perhitungan struktur pada proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP struktur baja, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. perencanaan komponen struktural balok-kolom stuktur baja 2D memenuhi persyaratan kekompakan dengan komponen penampang kolom (KB2 IWF 400×400×13×21, KB3 IWF 350×350×12×19), komponen penampang balok (BB1

IWF 500×200×10×16, BB2 IWF 450×200×9×14), dan pada rafter menggunakan (R1 IWF 500×200×10×16),

- b. perencanaan sambungan pada proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP ini dilakukan perubahan desain. Perubahan terhadap jumlah baut yang telah direncanakan sebelumnya pada sambungan PD2 dan sambungan KB2 dengan KB3 yaitu dengan menambahkan jumlah baut. Karakteristik baut yang digunakan pada sambungan pedestal yaitu, (PD2A 4 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD2 6 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD3 4 M 25 dengan panjang angkur 400), (PD3A 4 M 25 dengan panjang angkur 400).

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini yaitu :

- a. perencanaan struktur perlu dilakukan analisis ulang dengan meninjau beberapa portal pada bangunan depan ataupun bangunan belakang pabrik tersebut,
- b. perlu dilakukan analisis struktur dengan portal 3D sehingga mampu menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi akibat pembebanan secara langsung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya dilapangan,
- c. pada perencanaan sambungan perlu dilakukan perencanaan ulang dengan menggunakan peraturan baru yaitu SNI 1729:2015.

DAFTAR PUSTAKA

Irfan, Andy Rosyulianta. 2015. Perencanaan Ulang Gedung Rumah Sakit An-Nur Yogyakarta Dengan Beton Bertulang.

Kudah, Makshal Faray. 2012. Perencanaan Bangunan Baja Di Indonesia.

Sampakang, Jusak Jan. 2013. Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Komponen Balok-Kolom Dan Sambungan Struktur Baja Gedung BPJN XI. *Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 10, September 2013 (653-663) ISSN:2337-6732.*

SNI 1726:2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012. Dinas Pekerjaan Umum.

SNI 1727:2013. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727:2013. Dinas Pekerjaan Umum.

SNI 2847:2013. Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013. Dinas Pekerjaan Umum.

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/ (diakses 15 mei 2016 pukul 21.00 WIB)

*Naskah Seminar Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*