

PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG KANTOR OTORITAS JASA KEUANGAN SURAKARTA MENGGUNAKAN BAJA KONVENSIONAL

Muhammad Firdaus Willy
Pratama^[1]
Eka Faisal Nur Hidayatullah^[2]

Universitas Teknologi Yogyakarta

^[1]mfirmaduswillyp.mfwpp@gmail.com

^[2]eka.faisal@staff.uty.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan pembangunan gedung dan infrastruktur di Indonesia terus berkembang dengan pesat. Untuk mengimbangi perkembangan dan pertumbuhan yang pesat ini dibutuhkan pula waktu yang singkat dalam pelaksanaan konstruksi sehingga dapat menghasilkan bangunan yang memenuhi persyaratan dengan waktu pelaksanaan yang singkat. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di sektor konstruksi sangat menunjang pembangunan fisik di suatu negara, salah satunya adalah penggunaan sistem struktur baja konvensional pada pembangunan struktur bangunan. Struktur baja adalah struktur ringan yang memiliki banyak kelebihan dibandingkan beton bertulang, di antaranya adalah struktur baja memiliki kuat tarik yang tinggi, waktu pelaksanaan, dan mutu bisa lebih terkendali. Pada penelitian ini Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta yang menggunakan struktur beton bertulang didesain ulang menggunakan struktur baja konvensional. Diharapkan dengan desain struktur baja konvensional ini diperoleh hasil analisis struktur yang aman dan tahan gempa yang memenuhi konsep SCWB (*Strong Column Weak Beam*).

Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta terdiri atas 4 lantai dan 1 *basement*. Balok dan kolom menggunakan struktur baja konvensional. Lantai yang ditinjau ulang menggunakan struktur beton bertulang adalah lantai 1-4. Perhitungan baja dan perencanaan sambungan menggunakan SNI 1729:2015 dan SNI 7860:2015. Analisis menggunakan bantuan *software* yaitu SAP2000 v14.0.0. Beban gempa berupa beban gempa statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726:2019. Analisis simpangan dan stabilitas menggunakan pedoman SNI 1726:2019.

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan ulang menunjukkan bahwa struktur baja Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta memenuhi konsep SCWB (*Strong Column Weak Beam*). Diperoleh profil yang digunakan pada komponen balok sebanyak 7 jenis yaitu balok yaitu balok B1 (IWF 350.350.14.22), B2 (IWF 350.350.19.19), B3 (IWF 350.350.12.19), B4 (IWF 350.350.16.16), B5 (IWF 300.300.10.15), B6 (IWF 300.300.9.14), dan B7 (IWF 250.250.14.14) serta komponen kolom sebanyak 8 jenis yaitu kolom K1 (IWF 400.400.20.35), K2 (IWF 400.400.18.28), K3 (IWF 400.400.16.24), K4 (IWF 400.400.21.21), K5 (IWF 350.350.10.16), K6 (IWF 350.350.13.13), K7 (IWF 300.300.11.17), dan K8 (IWF 300.300.15.15) yang mempunyai jenis penampang kompak dan memenuhi syarat rasio momen dan geser, kontrol lentur dan geser, serta *safety factor* yang sesuai dengan persyaratan. Perencanaan sambungan pada Tugas Akhir ini menggunakan sambungan antar kolom, sambungan antar balok, sambungan balok kolom (*end plate*), dan sambungan *base plate*. Pada penelitian Tugas Akhir ini juga membahas mengenai analisis simpangan dan stabilitas struktur pada bangunan.

Kata kunci: *baja konvensional, perancangan ulang, sambungan.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan pembangunan gedung dan infrastruktur di Indonesia terus berkembang dengan pesat. Untuk mengimbangi perkembangan dan pertumbuhan yang pesat ini dibutuhkan pula waktu yang singkat dalam pelaksanaan konstruksi sehingga dapat menghasilkan bangunan yang memenuhi persyaratan dengan waktu pelaksanaan yang singkat. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di sektor konstruksi sangat menunjang pembangunan fisik di suatu negara, salah satunya adalah penggunaan sistem struktur baja konvensional pada pembangunan struktur bangunan. Struktur baja sendiri memiliki keunggulan bila dibandingkan dengan beton bertulang, di antaranya adalah struktur baja memiliki kuat tarik yang tinggi, waktu pelaksanaan dan mutu bisa lebih terkendali. Selain itu, baja memiliki keunikan tersendiri yaitu meskipun baja memiliki berat jenis yang lebih besar 7,850 T/m³ dibandingkan dengan berat jenis beton 2,4 T/m³, tetapi struktur baja lebih ringan dibandingkan dengan struktur beton bertulang. Hal ini bisa didasari dengan 1 kg kapas dan 1 kg besi, keduanya memiliki berat yang sama, tetapi volumenya lebih besar kapas karena berat jenis kapas jauh lebih kecil dari berat jenis besi, sama halnya dengan beton dan baja.

Dalam perancangan struktur baja harus berpedoman pada peraturan yang berlaku. Perancangan struktur baja gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta dirancang menggunakan peraturan yaitu SNI 1729:2015 (Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural), SNI 7860:2015 (Ketentuan Seismik untuk Struktur Baja Bangunan Gedung), SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung), dan SNI 1727:2013 (Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain). Berdasarkan hal tersebut, pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan ulang gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta menggunakan baja konvensional dengan pedoman dan peraturan yang berlaku saat ini.

Prinsip dari perencanaan struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta adalah menghasilkan suatu bangunan yang aman, nyaman, kuat, efisien, dan ekonomis. Suatu konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi itu sendiri, sehingga bangunan atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

- Bagaimana dimensi profil baja struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta?
- Bagaimana sambungan struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta?
- Bagaimana simpangan struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta?
- Bagaimana stabilitas struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat diambil tujuan dari tugas akhir ini antara lain yaitu:

- Mengetahui dimensi profil baja struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
- Mengetahui sambungan struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
- Mengetahui simpangan struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
- Mengetahui stabilitas struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan tujuan di atas, maka dapat diperoleh batasan masalah sebagai berikut:

- Bangunan yang ditinjau adalah gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
- Perancangan struktur gedung menggunakan peraturan di dalam SNI 1729:2015, SNI 7860:2015, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2013.
- Struktur yang ditinjau pada tugas akhir ini hanya struktur atas gedung yaitu balok dan kolom menggunakan baja konvensional, sedangkan untuk pelat lantai menggunakan beton bertulang.
- Desain sambungan yang ditinjau adalah sambungan baut antara balok-balok, kolom-kolom, balok-kolom, dan *base plate*.

- e. Analisis gaya menggunakan *software* SAP2000 versi 14 sedangkan untuk menghitung penulangan menggunakan *software* Excel.
- f. Perencanaan hanya membahas struktural dan tidak membahas manajemen konstruksi, analisis biaya, maupun segi arsitektural.
- g. Tidak memperhitungkan sistem utilitas bangunan, instalasi air bersih dan air kotor, instalasi listrik, *finishing*, dan sebagainya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang struktur baja yang dilakukan Gunawan Edi W. dan Maulin Dwi Septyani P. (2017) berjudul “Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan SNI 1729-2015 dan SNI 7972-2013”. Struktur GKU sendiri menggunakan beton bertulang, penggunaan beton bertulang hampir menyeluruh kecuali pada rangka atap. Sedangkan pada penelitian ini menerapkan struktur baja pada perencanaan GKU Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Penggunaan struktur baja pada bangunan bertingkat masih jarang dilakukan di Indonesia. Sedangkan struktur baja memiliki beberapa kelebihan dibandingkan struktur beton, yaitu baja lebih daktail dan lebih cepat dalam proses pemasangannya. Perencanaan struktur baja pada GKU yang akan kami lakukan menggunakan peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia (SNI) yang diterbitkan oleh BSN.

Pedoman utama pada penelitian struktur GKU dalam perencanaan mengacu pada SNI 1729-2015 Baja, SNI 7972-2013 Sambungan Terpraktualifikasi dan SNI 1726-2012 Gempa. Pemodelan struktur dirancang dengan menggunakan *software* Structure Analysis Program (SAP2000) dan AutoCAD. Pemilihan profil awal dilakukan berdasarkan ukuran profil yang tersedia di pasaran. Kemudian setiap elemen dan profil dihitung berdasarkan gaya-gaya dalam yang harus dipikul. Begitu pula dengan sambungan-sambungan baik sambungan las maupun baut. Digunakan sendi plastis dengan tipe Penampang Balok Tereduksi untuk desain ketahanan terhadap gaya gempa.

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan pada struktur GKU, maka dapat diambil kesimpulan yaitu Gedung Kuliah Umum Universitas Diponegoro termasuk dalam kategori desain seismik tipe D dengan ketinggian lebih dari 10 m, maka harus menggunakan desain Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), jenis SRPMK yang digunakan adalah PBT, perhitungan kapasitas balok juga harus memperhatikan desain kapasitas dari PBT, gaya geser dasar dan partisipasi massa harus memenuhi persyaratan SNI 1726-2012 agar mendapatkan beban gempa yang mencukupi, pemilihan profil dan elemen sebaiknya menggunakan ukuran yang ada di pasaran sehingga penyediaan material lebih mudah tersedia, anggaran biaya yang telah direncanakan untuk Gedung Kuliah Umum Universitas Diponegoro adalah sebesar Rp 11.412.610.000,00, dan gambar rencana dibuat berdasarkan analisis perhitungan.

Penelitian dari Inees Kusuma Wardanai (2016) berjudul “Perencanaan Ulang Struktur Baja Menggunakan Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)” yaitu tentang Proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP yang terletak di Desa Endah, kecamatan paengenen, kabupaten Cirebon dengan fungsi 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 juga ekonomis serta dapat menanggung beban konstruksi yang telah direncanakan.

Proyek pembangunan New Noodle Factory PT. Indofood CBP akan direncanakan ulang dengan membuat pemodelan 2D pada 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 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).

Pada penelitian Muhammad Khafis (2009) yang berjudul “Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Tujuh Lantai Sebagai Hotel”. Indonesia terletak pada daerah rawan gempa, untuk mengurangi risiko bencana perlu konstruksi bangunan tahan gempa. Perencanaan ini bertujuan untuk merencanakan suatu struktur bangunan tingkat tinggi sebagai gedung hotel dengan 7 (Tujuh) lantai, yang stabil, cukup kuat, mampu layan, awet dan memenuhi tujuan lainnya seperti ekonomis dan kemudahan pelaksanaan.

Pada penelitian Muhammad Khafis dilakukan perencanaan dengan menganalisis metode analisa statik ekuivalen. Hasil dari analisis berupa Aksial, Momen, Geser. Analisis beban dorong statik pada struktur gedung, dengan menggunakan cara analisis statik 2 dimensi linier dan non linier, dimana pengaruh Gempa Rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban-beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elastik plastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan. Kemudian menentukan pemilihan dimensi balok portal utama pada portal dan balok anak terhadap momen pada balok portal akibat gaya-gaya yang bekerja pada struktur Gedung Hotel tersebut.

Berdasarkan analisis data dan pembahasan pada bangunan hotel mengenai pengaruh penambahan kombinasi beban angin dan beban gempa diperoleh kesimpulan yaitu balok anak menggunakan profil W 6x12 dan W 12x53 profil aman terhadap momen, geser, defleksi. Dari kombinasi pembebanan aksial dan lateral (beban angin) profil masih aman digunakan tetapi waktu menggunakan kombinasi pembebanan aksial dan lateral (beban gempa) ada beberapa profil yang tidak aman untuk digunakan, tetapi dapat diatasi dengan redesign atau membesarkan profil. Dari perhitungan kontrol masing-masing elemen aksial, geser, momen memenuhi syarat dan aman digunakan untuk portal gedung enam lantai.

2.2 Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengambil topik tentang perancangan struktur baja konvensional yang mana penelitian-penelitian serupa juga pernah dilakukan. Namun demikian penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian sebelumnya, adapun perbedaan dengan penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya

No	Penelitian Terdahulu	Perbedaan	
		Terdahulu	Sekarang
1	Gunawan E.W., dkk., (2017). Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan SNI 1729-2015 dan SNI 7972-2013.	Perancangan gedung mengacu pada: a. SNI 1729:2015 b. SNI 7972:2013	Perancangan gedung mengacu pada: a. SNI 1729:2015 b. SNI 7860:2015 c. SNI 1726:2019 d. SNI 1727:2013
2	Wardanai, I.K., (2016). Perencanaan Ulang Struktur Baja Menggunakan Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015).	Perencanaan gedung menggunakan penampang balok, kolom, dan rafter.	Perencanaan gedung menggunakan penampang balok dan kolom.
3	Khafis, M., (2009). Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Tujuh Lantai Sebagai Hotel.	Objek penelitian yang ditinjau adalah hotel.	Objek penelitian yang ditinjau adalah gedung perkantoran.

3. Landasan Teori

3.1 Bangunan Gedung

Perencanaan suatu struktur perlu acuan standar yang berlaku agar struktur tersebut nyaman, awet, serta ekonomis. Persyaratan tersebut di antaranya adalah persyaratan material yang akan digunakan, metode

analisis sebagai pedoman dalam perhitungan, dan beban-beban beserta kombinasinya yang akan dibebankan ke dalam suatu struktur.

Bangunan gedung bertingkat merupakan struktur portal yang terdiri dari elemen-elemen balok dan kolom. Tinjauan dasar yang digunakan dalam perencanaan struktur adalah kekuatan dan kestabilan struktur dalam menahan beban. Oleh karena itu, sebelum melakukan perencanaan suatu bangunan, peneliti harus meninjau terlebih dahulu beban-beban apa saja yang bekerja pada bangunan tersebut sehingga kegagalan struktur dapat dihindari.

3.2 Penggunaan Struktur Baja pada Bangunan Gedung

Baja struktur adalah suatu jenis baja yang berdasarkan pertimbangan ekonomi, kekuatan sifatnya, cocok untuk pemikul beban. (Padosbajoyo, 1994). Baja struktur banyak dipakai untuk kolom serta balok bangunan bertingkat, sistem penyangga atap, hanggar, jembatan, menara antena, penahan tanah, fondasi tiang pancang, dan lain-lain. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari baja sebagai bahan struktur yaitu baja mempunyai kekakuan cukup tinggi serta merata, menurut Kozai Club (1983) kekakuan baja terhadap tarik ataupun tekan tidak banyak berbeda dan bervariasi dari 300 MPa sampai 2000 MPa. Kekuatan yang tinggi ini mengakibatkan struktur yang terbuat dari baja mempunyai ukuran yang lebih kecil jika dibandingkan dari struktur lainnya. Oleh karena itu struktur cukup ringan sekalipun berat jenis baja tinggi.

3.3 Pembebanan

3.3.1 Beban Mati

Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur bangunan bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki fungsi struktural menahan beban dan beban-beban mati tambahan yang membebani struktur utama.

3.3.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang terjadi karena adanya aktivitas manusia di suatu bangunan tertentu. Beban hidup diambil berdasarkan dari fungsional bangunan sesuai dengan SNI 1727:2013. Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir dan beban mati menurut SNI 1727:2013.

3.3.3 Beban Gempa

Setiap merencanakan suatu struktur bangunan baik baja maupun beton harus mempertimbangkan beban gempa. Hal itu didasarkan atas ketidakpastian waktu dan besarnya gempa yang akan terjadi. Akibat yang ditimbulkan apabila suatu struktur bangunan tidak direncanakan untuk menahan gempa, maka kegagalan struktur akan terjadi bahkan bangunan dapat mengalami keruntuhan.

3.4 Analisis Penampang Struktur Baja

3.4.1 Perencanaan Balok

Balok merupakan komponen struktur yang menahan beban dinding, distribusi beban plat lantai, distribusi beban hidup, ataupun beban lainnya. Komponen struktur ini mengalami tegangan tarik atau tekan ketika dibebani. Balok yang berada di daerah tengah bentang, pada bagian atas balok mengalami tekan dan bagian bawah balok akan mengalami tarik, tetapi untuk di daerah tepi tidak demikian. Komponen balok merupakan struktur yang mengalami lentur dan geser, sehingga dalam analisis nantinya, balok akan dianggap sebagai sebuah struktur lentur dan geser.

3.4.2 Perencanaan Kolom

Kolom adalah suatu elemen tekan dan merupakan struktur utama dari bangunan yang berfungsi untuk memikul beban vertikal. Pada umumnya kolom tidak mengalami lentur secara langsung.

3.4.3 Kontrol Strong Column Weak Beam (SCWB)

Strong Column Weak Beam merupakan prinsip desain pada saat kolom didesain lebih kuat dari balok. Apabila terjadi kerusakan, maka balok akan mengalami rusak terlebih dahulu dibandingkan dengan kolomnya, sehingga bangunan tidak langsung mengalami keruntuhan.

3.5 Sambungan

3.5.1 Sambungan Balok-Kolom

Sambungan balok-kolom adalah sambungan yang menahan momen, sehingga diperlukan perencanaan gaya tarik pada baut untuk menahan gaya momen dan gaya geser pada baut untuk menahan gaya geser yang terjadi.

3.5.2 Sambungan Balok-Balok

Sambungan balok dengan balok mempunyai prinsip yang hampir sama dengan sambungan yang terjadi pada balok kolom yaitu menahan gaya geser, tetapi tidak dapat menahan momen. Pada sambungan balok dengan balok, jumlah baut yang dihasilkan hanya satu sisi, sehingga untuk mendapatkan jumlah baut total harus dikalikan dua.

3.6 Simpangan

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung defleksi di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya.

3.7 Stabilitas

Beban gempa yang akan ditanggung oleh struktur atau elemen struktur tidak selalu diramalkan dengan tepat sebelumnya, maka seorang perencana dituntut dalam mendesain gedung harus sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban. (Schodek, 1999).

4. Metode Penelitian

4.1 Data Perancangan

Data yang digunakan diambil dari pembangunan Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta yang berlokasi di Jalan Brigjen Slamet Riyadi, Sriwedari, Laweyan, Surakarta tepatnya di seberang jalan Bank Mandiri dan sebelah timur Solo Grand Mall. Gedung ini dibangun 4 lantai dan 1 *basement* dengan biaya Rp 132.103.059.405,05.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

(Sumber: Google Maps, diakses pada tanggal 24 Juni 2019)

Waktu yang digunakan untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya izin penelitian dalam kurun waktu dari bulan Februari – April 2020.

4.2 Metode Analisis Data

Dalam perancangan struktur baja konvensional pada Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta ini terdapat tahapan yang dilakukan antara lain:

4.2.1 Studi Pustaka

Studi literatur dilakukan oleh penulis dengan mengacu pada peraturan terbaru yang berlaku di Indonesia sebagai pedoman dalam perancangan yakni SNI 1729:2015, SNI 1729:2002, SNI 7860:2015, SNI 7972:2013, SNI 2847:2013, SNI 1726:2012, SNI 1727:2013, SNI 03-1727-1989, beberapa penelitian dan literatur terkait perancangan struktur baja juga digunakan sebagai bahan pembelajaran oleh penulis dan dicantumkan di dalam daftar pustaka.

4.2.2 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh oleh penulis berupa *Shop Drawing* Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta. Dari data tersebut diperoleh denah, sistem struktur, dimensi struktur, dan data material yang digunakan pada struktur eksisting, sehingga dapat dilakukan pemodelan 3D dan analisis dengan bantuan perangkat lunak SAP2000.

4.2.3 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini terdapat 3 tahapan antara lain:

a. Pemodelan struktur

Pemodelan struktur dilakukan secara 3D dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000. Pemodelan struktur dilakukan sesuai dengan data sekunder yang telah diperoleh sebelumnya. Setelah itu dilakukan *input* pembebanan sesuai dengan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Dari analisis struktur dapat diperoleh gaya-gaya dalam yang akan digunakan dalam perancangan baja konvensional.

b. Analisis gaya-gaya dalam komponen struktur

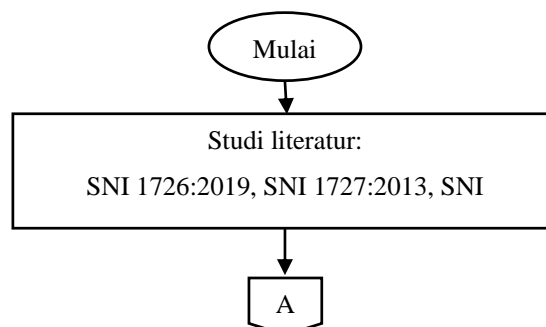
Perencanaan ulang pada Tugas Akhir ini, peneliti menggunakan alat bantu berupa *software* SAP2000. Hasil analisis dan perhitungan dari *software* SAP2000, menghasilkan gaya-gaya dalam pada setiap komponen balok dan kolom. Gaya-gaya dalam tersebut dianalisis secara manual dengan menggunakan peraturan yang berlaku. Analisis gaya-gaya ini bertujuan untuk mengetahui apakah komponen-komponen struktur yang ditinjau (komponen yang menerima gaya terbesar dari masing-masing tipe) mampu memenuhi batas-batas ketentuan yang telah ditetapkan.

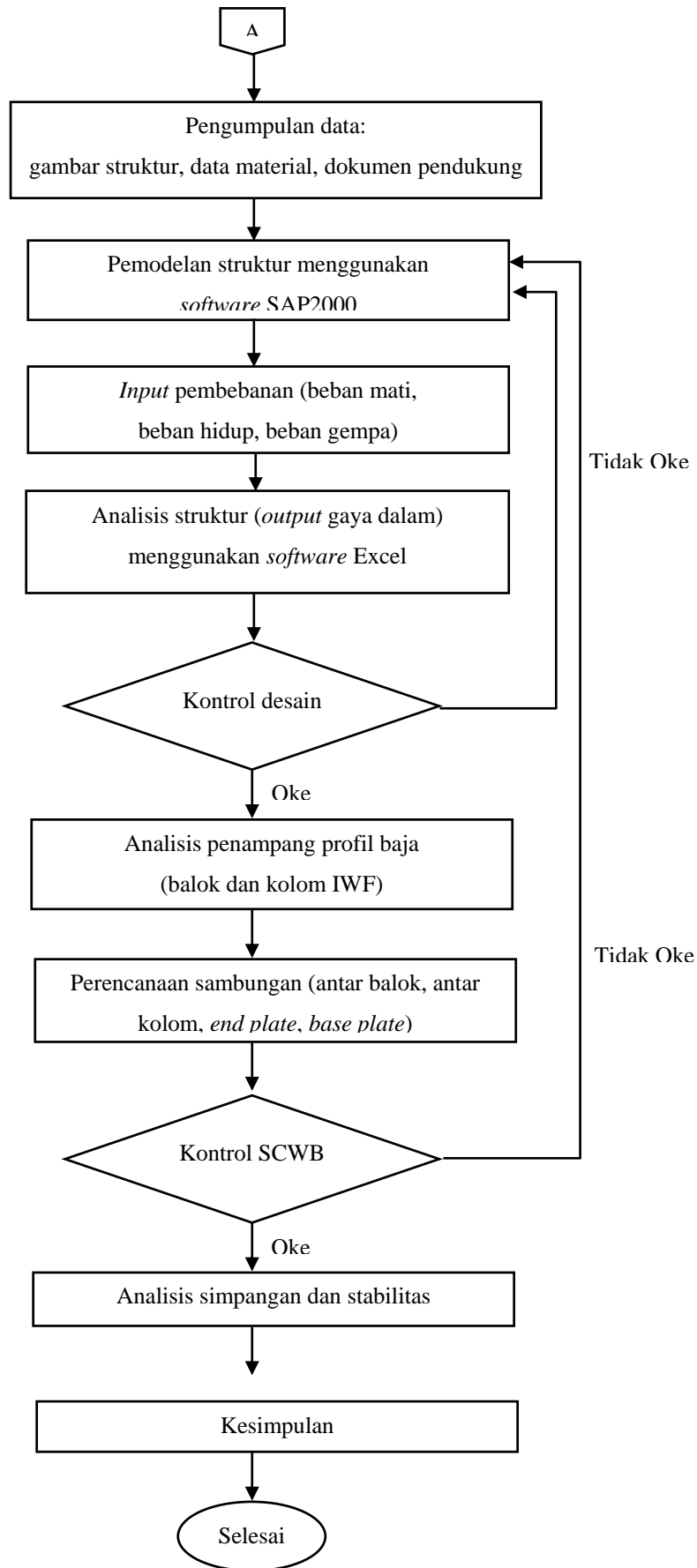
c. Penulisan naskah

Hasil dari penelitian ini dituliskan dalam sebuah laporan. Laporan tersebut menjadi salah satu bukti konkret setelah penelitian selesai dilakukan. Selain itu, dari sebuah laporan dapat diketahui secara garis besar penelitian tersebut, mulai dari latar belakang hingga kesimpulan yang bisa didapat bagi para pembaca.

4.2.4 Kesimpulan

Tahap terakhir dari penelitian ini yaitu membuat kesimpulan yang menjawab tujuan akhir dari penelitian berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang dilakukan serta saran yang disampaikan berdasarkan kelemahan dan halangan selama penelitian. Uraian sebelumnya telah menjelaskan alur penelitian yang akan dilakukan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat bagan alir pada gambar berikut.





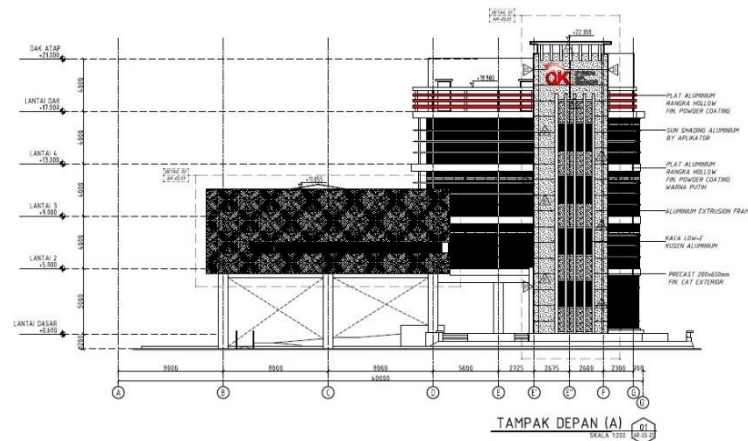
Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

5. Analisis dan Pembahasan

5.1 Data Penelitian

Data penelitian merupakan data-data yang digunakan untuk keperluan penelitian yang diolah dan analisis sesuai kebutuhan tugas akhir. Bab ini menjelaskan analisis perhitungan dari penelitian. Data-data yang didapatkan sebagai berikut:

- Shop Drawing* Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
 - Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta.
- Untuk data umum dan teknis pada Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta antara lain:
- Nama bangunan = Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta
 - Lokasi = Jalan Brigjen Slamet Riyadi, Sriwedari, Laweyan, Surakarta
 - Fungsi bangunan = Usaha (Perkantoran)
 - Luas bangunan = $\pm 5.000 \text{ m}^2$
 - Jumlah lantai = 4 lantai dan 1 *basement*
 - Jenis struktur = struktur baja konvensional untuk kolom dan balok dan struktur beton bertulang untuk pelat
 - Mutu profil baja (f_y) = BJ-37
 - Mutu beton (f_c) = 29 MPa
 - Tinggi gedung = 21 m



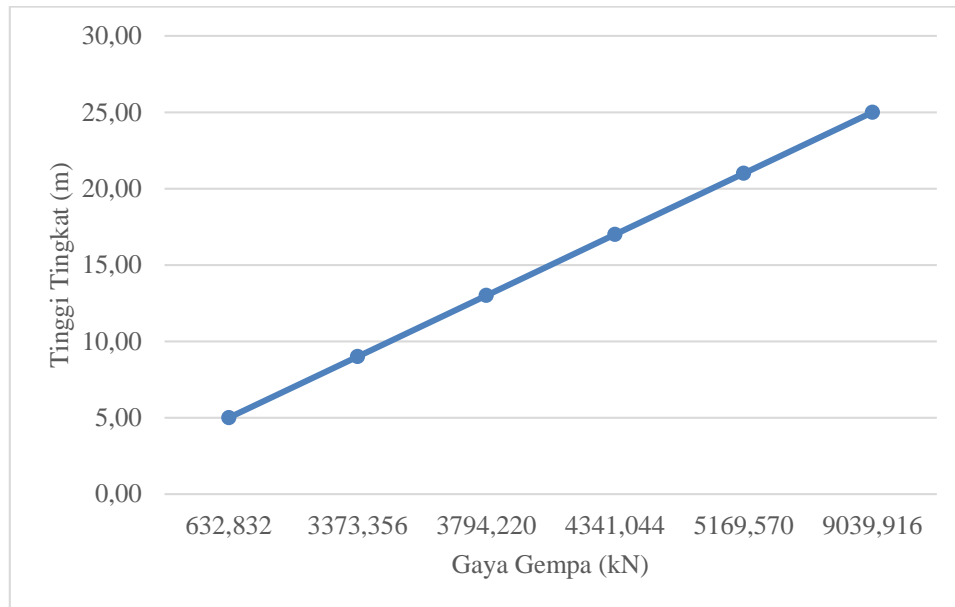
Gambar 3. Tampak Depan Gedung Kantor OJK Surakarta
(Sumber: Dokumen Proyek, 2019)

5.2 Analisis Pembebanan

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

Tabel 2. Gaya Gempa Statis Ekuivalen

Lantai (W_i)	H_i (m)	W_{eff} (kN)	H_i^k (m)	$W_{eff}^*(H_i^k)$ (kNm)	F_i (kN)
Dak Atap	25,00	632,832	57,34	36288,68	191,48
Dak	21,00	3373,356	46,05	155344,20	819,70
4	17,00	3794,220	35,30	133941,92	706,77
3	13,00	4341,044	25,19	109354,00	577,02
2	9,00	5169,570	15,86	81998,44	432,68
1	5,00	9039,916	7,57	68455,09	361,21
Total (Σ)				585382,33	3088,86



Gambar 4. Grafik Gaya Gempa Statis Ekuivalen

5.3 Hasil Analisis Struktur

Hasil analisis struktur yang akan diambil yaitu gaya geser ultimit (V_u), momen ultimit (M_u), dan gaya tekan ultimit (P_u). Untuk baja berbeda dengan beton bertulang, penampang yang digunakan dari ujung ke ujung sehingga yang diambil momen, gaya geser, dan aksial.

Tabel 3. Hasil Analisis Struktur Baja

Struktur	P_u		V_u		M_u	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
B1			120,527	115,786	184,8228	280,8116
B2			108,993	105,54	195,2781	264,0415
B3			362,167	346,663	251,2057	374,4634
B4			299,333	257,416	358,6659	380,6865
B5			86,073	72,498	58,11	107,3863
B6			117,805	109,105	145,2687	164,4314
B7			208,752	139,977	198,9373	269,7094
K1	373,756	2414,637	149,747	144,019	329,5368	308,7544
K2	111,236	1158,711	95,554	111,694	261,0408	252,753
K3	623,358	1036,833	67,859	64,919	159,558	162,3799
K4	773,279	1630,355	101,722	133,768	311,6433	276,9373
K5	359,207	618,737	59,485	67,925	161,4124	137,4574
K6	273,777	544,076	59,255	65,097	147,3154	152,129
K7	39,581	141,997	55,931	50,406	108,3844	136,8006
K8	210,288	427,99	72,716	83,69	182,2016	171,1168

5.4 Analisis Balok

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Perhitungan Balok

Jenis Balok	Jenis Penampang	Rasio Momen (≤ 1)	Rasio Geser (≤ 1)	Kontrol Lentur dan Geser ($\leq 1,375$)	SF Momen (> 1)	SF Geser (> 1)
B1 (IWF 350.350.14.22)	Kompak	0,31	0,19	0,43	3,186	2,172
B2 (IWF 350.350.19.19)	Kompak	0,53	0,35	0,41	3,415	1,768
B3 (IWF 350.350.12.19)	Kompak	0,42	0,42	0,37	2,147	2,654
B4 (IWF 350.350.16.16)	Kompak	0,39	0,27	0,35	1,458	2,981
B5 (IWF 300.300.10.15)	Kompak	0,48	0,33	0,33	2,176	1,789
B6 (IWF 300.300.9.14)	Kompak	0,42	0,31	0,29	2,548	2,768
B7 (IWF 250.250.14.14)	Kompak	0,32	0,22	0,25	1,765	2,378

5.5 Analisis Kolom

Tabel 5. Rekapitulasi Analisis Perhitungan Kolom

Jenis Kolom	Jenis Penampang	Rasio Momen (≤ 1)	Rasio Geser (≤ 1)	Kontrol Lentur dan Geser ($\leq 1,375$)	SF Momen (> 1)	SF Geser (> 1)
K1 (IWF 400.400.20.35)	Kompak	0,79	0,14	0,36	3,71	6,92
K2 (IWF 400.400.18.28)	Kompak	0,51	0,22	0,45	3,67	5,71
K3 (IWF 400.400.16.24)	Kompak	0,43	0,17	0,55	3,48	5,96
K4 (IWF 400.400.21.21)	Kompak	0,45	0,24	0,39	4,75	6,98
K5 (IWF 350.350.10.16)	Kompak	0,39	0,32	0,49	2,67	5,43
K6 (IWF 350.350.13.13)	Kompak	0,41	0,29	0,31	3,95	6,43
K7 (IWF 300.300.11.17)	Kompak	0,37	0,43	0,45	2,45	5,76
K8 (IWF 300.300.15.15)	Kompak	0,32	0,21	0,34	3,64	4,78

5.6 Analisis Sambungan

5.6.1 Sambungan Kolom-Kolom

Tabel 6. Sambungan Kolom-Kolom

Profil	IWF 400.400.20.35	
	Sambungan pada Badan Kolom	Sambungan pada Sayap Kolom
n (jumlah baut) pada badan/sayap	4	2
diameter baut (d_b) pada badan/sayap (mm)	15,875	15,875
jarak antar baut (S) (mm)	100	100
jarak tepi baut (L_c) (mm)	50	50
t pelat (mm)	10	10
Profil	IWF 400.400.18.28	
	Sambungan pada Badan Kolom	Sambungan pada Sayap Kolom
n (jumlah baut) pada badan/sayap	4	2
diameter baut (d_b) pada badan/sayap (mm)	13	13
jarak antar baut (S) (mm)	80	80
jarak tepi baut (L_c) (mm)	40	40
t pelat (mm)	10	10

5.6.2 Sambungan Balok-Balok

Tabel 7. Sambungan Balok-Balok

Profil	IWF 350.350.14.22	IWF 350.350.19.19	IWF 350.350.12.19
n (jumlah baut) pada badan/sayap	3	2	2
diameter baut (d_b) pada badan/sayap (mm)	15,875	15,875	11
jarak antar baut (S) (mm)	80	60	40
jarak tepi baut (L_c) (mm)	40	30	30
t pelat (mm)	7	7	5

5.6.3 Sambungan Base Plate

Tabel 8. Sambungan Base Plate

Profil	Dimensi Base Plate (mm)	Diameter Baut (mm)	Tebal Pelat (mm)	Dimensi Beton Tumpuan (mm)
K1 (IWF 400.400.20.35)	500 x 800	38,1	30	600 x 900
K2 (IWF 400.400.18.28)	400 x 700	38,1	25	500 x 800
K3 (IWF 400.400.16.24)	400 x 700	35	25	550 x 750

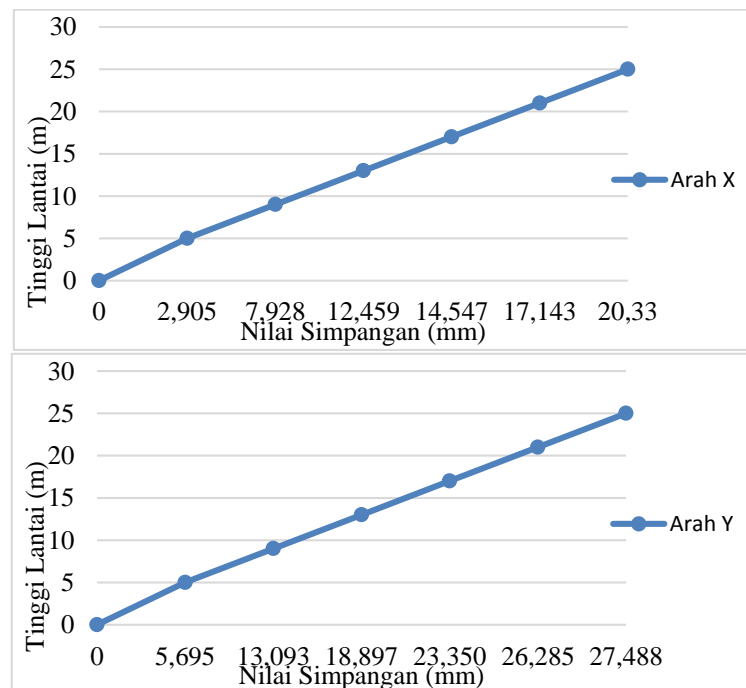
5.7 Simpangan

Tabel 9. Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	Elevasi (m)	Simpangan (mm)	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Story Drift Arah X (mm)	Story Drift Izin (Δa) (mm)	Story Drift \leq Story Drift Izin
Dak Atap	25	20,33	3,187	17,529	80	AMAN
Atap	21	17,143	2,596	14,278	80	AMAN
4	17	14,547	2,088	11,484	80	AMAN
3	13	12,459	4,531	24,921	80	AMAN
2	9	7,928	5,023	27,627	80	AMAN
1	5	2,905	2,905	15,978	100	AMAN
0	0	0	0,000	0	0	AMAN

Tabel 10. Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	Elevasi (m)	Simpangan (mm)	Simpangan Antar Tingkat (mm)	Story Drift Arah Y (mm)	Story Drift Izin (Δa) (mm)	Story Drift \leq Story Drift Izin
Dak Atap	25	27,488	1,203	6,617	80	AMAN
Atap	21	26,285	2,935	16,143	80	AMAN
4	17	23,350	4,453	24,492	80	AMAN
3	13	18,897	5,804	31,922	80	AMAN
2	9	13,093	7,398	40,689	80	AMAN
1	5	5,695	5,695	31,323	100	AMAN
0	0	0	0	0	0	AMAN



Gambar 5. Simpangan Arah X dan Y

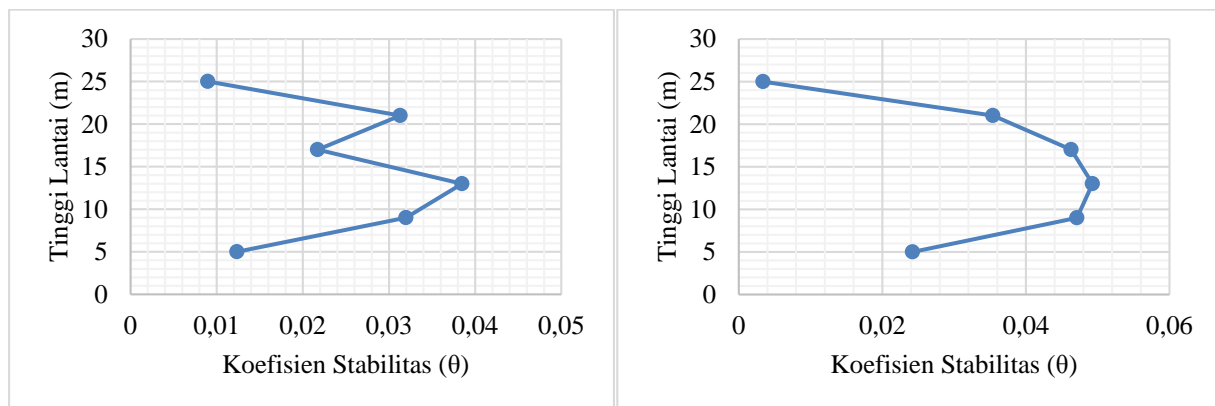
5.8 Stabilitas

Tabel 11. Stabilitas Arah Sumbu X

Lantai	Elevasi (m)	Simpangan Antar Tingkat (mm)	F_i (kN)	Koefisien Stabilitas (θ)
Dak Atap	25	3,187	191,48	0,00898017
Atap	21	2,596	819,7	0,031314012
4	17	2,088	706,77	0,021716393
3	13	4,531	577,02	0,038473706
2	9	5,023	432,68	0,031982256
1	5	2,905	361,21	0,012353072

Tabel 12. Stabilitas Arah Sumbu Y

Lantai	Elevasi (m)	Simpangan Antar Tingkat (mm)	F_i (kN)	Koefisien Stabilitas (θ)
Dak Atap	25	1,203	191,48	0,003389754
Atap	21	2,935	819,7	0,035403169
4	17	4,453	706,77	0,046313745
3	13	5,804	577,02	0,049283026
2	9	7,398	432,68	0,047104266
1	5	5,695	361,21	0,024217125



Gambar 6. Koefisien Stabilitas Arah Sumbu X dan Y

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perencanaan ulang dan perhitungan struktur, maka kesimpulan yang didapatkan dari penulisan laporan Tugas Akhir antara lain sebagai berikut.

- Perencanaan komponen struktur atas menggunakan baja konvensional pada gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta menggunakan 7 jenis balok yaitu balok B1 (IWF 350.350.14.22), B2 (IWF 350.350.19.19), B3 (IWF 350.350.12.19), B4 (IWF 350.350.16.16), B5 (IWF 300.300.10.15), B6 (IWF 300.300.9.14), dan B7 (IWF 250.250.14.14) serta menggunakan 8 jenis kolom yaitu kolom K1 (IWF 400.400.20.35), K2 (IWF 400.400.18.28), K3 (IWF 400.400.16.24), K4 (IWF 400.400.21.21), K5 (IWF 350.350.10.16), K6 (IWF 350.350.13.13), K7 (IWF 300.300.11.17), dan K8 (IWF 300.300.15.15) mempunyai jenis penampang kompak dan memenuhi syarat rasio momen dan geser, kontrol lentur dan geser, serta *safety factor* yang sesuai dengan persyaratan.
- Perencanaan sambungan pada gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta adalah sebagai berikut.

1. Sambungan antar kolom pada kolom IWF 400.400.20.35 pada sambungan badan kolom menggunakan 4 buah jumlah baut, diameter baut 15,875 mm, jarak antar baut 100 mm, dan jarak tepi baut 50 mm. Pada bagian sayap kolom menggunakan 2 jumlah baut, diameter baut 15,875 mm, jarak antar baut 100 mm, dan jarak tepi baut serta pada sambungan antar kolom IWF 400.400.18.28 masih memenuhi persyaratan SNI 1729:2015.
2. Sambungan antar balok pada balok IWF 350.350.14.22 pada sambungan pada badan balok menggunakan 2 buah jumlah baut, diameter baut 15,875 mm, jarak antar baut 80 mm, dan jarak tepi baut 40 mm serta pada sambungan antar balok IWF 350.350.19.19 dan IWF 350.350.12.19 masih memenuhi persyaratan SNI 1729:2015.
3. Sambungan terprakualifikasi pada pertemuan balok IWF 350.350.14.22 dan kolom IWF 400.400.20.35 menggunakan sambungan tipe *end plate* dengan pengaku dan 4 baut (4ES). Sambungan tersebut menggunakan tebal pelat ujung 30 mm dan dimensi pengaku yaitu 15x135x250 mm. Sambungan baut menggunakan diameter baut 50 mm dengan mutu ASTM A325. Sambungan pada pertemuan balok IWF 350.350.19.19 dengan kolom IWF 400.400.18.28 menggunakan tipe sambungan *end plate* dengan pengaku dan 4 baut (4ES). Sambungan tersebut menggunakan tebal pelat ujung 40 mm dan dimensi pengaku 15x150x300 mm. Sambungan baut menggunakan diameter baut 60 mm dengan mutu ASTM A325.
4. Rasio momen kolom dan balok pada struktur baja gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta pada kontrol *Strong Column Weak Beam* memenuhi persyaratan SCWB ($\Sigma M_{pc}/\Sigma M_{pb} > 1$), sehingga struktur balok dan kolom masih aman dan profil kolom tidak perlu diperbesar.
5. Sambungan *base plate* menggunakan kondisi batas leleh, sehingga 3 profil yaitu profil K1 (IWF 400.400.20.35) diperoleh dimensi pelat B x N sebesar 500 x 800 dengan tebal pelat 30 mm, dan diameter baut 38,1 mm dengan mutu A325 serta profil K2 IWF (400.400.18.28) dan K3 (IWF 400.400.16.24).
- c. Berdasarkan analisis dan pembahasan, nilai simpangan arah x dan y mengalami peningkatan. Nilai simpangan arah x terkecil terletak pada lantai 1 dengan nilai 2,905 mm dan nilai simpangan arah x terbesar terletak pada lantai dak atap dengan nilai 20,33 mm. Nilai simpangan arah y terkecil terletak pada lantai 1 dengan nilai 5,695 mm dan nilai simpangan arah y terbesar terletak pada lantai dak atap dengan nilai 27,488 mm. Untuk kontrol *story drift* dengan *story drift* izin arah x dan arah y diperoleh hasil yang sesuai dengan persyaratan.
- d. Berdasarkan analisis dan pembahasan, stabilitas struktur gedung kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta hasil dari koefisien stabilitas dari semua data tidak ada yang melebihi θ_{max} yaitu 0,091 dan nilai dari θ_{max} tidak melebihi dari 0,25 atau persyaratan yang ditentukan. Jadi bisa disimpulkan bahwa struktur yang ditinjau dinyatakan stabil dan tidak perlu didesain ulang.

6.2 Saran

Berdasarkan penulisan laporan Tugas Akhir yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai suatu bahan perbaikan atau pelengkap dalam penulisan selanjutnya. Saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut.

- a. Sebelum merencanakan suatu struktur bangunan gedung hendaknya didahului dengan pemilihan jenis struktur yang akan digunakan. Untuk perencanaan struktur gedung, pemilihan sistem struktur sangat berpengaruh kepada hasil perencanaan. Maka hasil analisis dan desain struktur menjadi sangat penting. Agar pada perhitungan struktur nantinya diperoleh hasil perencanaan yang memuaskan baik dari segi kekuatan, kenyamanan, dan keindahan.
- b. Perencanaan struktur perlu dilakukan analisis ulang dengan meninjau beberapa struktur yaitu struktur bawah dan atas agar diperoleh hasil yang akurat.

Daftar Pustaka

- Amon, R., Knobloch, B., dan Mazunder, A. 1996. *Perencanaan Konstruksi Baja untuk Insinyur dan Arsitek*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Baskoro, I. A. 2019. *Perancangan Ulang Gedung Dinas Pendidikan Yogyakarta Menggunakan Struktur Baja dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

- Dewobroto, W. 2011. *Prospek dan Kendala pada Pemakaian Material Baja untuk Konstruksi Bangunan di Indonesia*. Tangerang: Universitas Pelita Harapan.
- Dewobroto, W. 2015. *Struktur Baja Perilaku, Analisis dan Desain AISC 2010*. Tangerang: Lumina Press.
- Google Inc. 2019. Google Maps: Peta Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Jasa Keuangan Surakarta. <http://maps.google.com>, diakses pada tanggal 24 Juni 2019 pukul 19:28 WIB.
- Gunawan, dkk. 2017. *Redesain Struktur Gedung Kuliah Umum Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Menggunakan Konstruksi Baja Berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 7972:2013*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Khafis, M. 2009. *Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan Tujuh Lantai sebagai Hotel*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Moestopo, M. 2012. *Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa*. Jakarta: Seminar dan Pameran HAKI.
- Pawirodikromo, W. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Salmon, Charles dan John E. Johnson. 1997. *Struktur Baja: Disain dan Perilaku*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, A. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.
- SNI 03:1727:1989. 1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG)*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03:1729:2002. 2002. *Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1726:2019. 2019. *Tata Cara Pelaksanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1727:2012. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1729:2015. 2015. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7860:2015. 2015. *Kekuatan Seismik untuk Struktur Baja Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 7972:2013. 2013. *Sambungan Terprakualifikasi untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja pada Aplikasi Seismik*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Wardanai, I. K. 2016. *Perencanaan Ulang Struktur Baja Menggunakan Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.