

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri dan bisnis telah berkembang secara pesat sehingga permintaan akan gedung perkantoran yang efisien semakin meningkat. Dengan tujuan memenuhi kebutuhan ruang kantor dengan lahan yang terbatas di daerah perkotaan yang padat, maka gedung perkantoran dibuat bertingkat. Efisiensi juga dapat dilihat dari banyaknya ruang bebas yang dapat dijadikan ruang kerja dalam gedung perkantoran. Oleh karena itu, diperlukan gedung bertingkat dengan bentang yang cukup besar untuk dapat dimaksimalkan fungsinya sebagai gedung perkantoran.

Dalam hal ini, Rangka Momen Rangka Batang Khusus (RMRBK) memiliki peranan yang penting dalam meningkatkan efisiensi dari segi bentang dengan tetap mempertahankan kekakuan struktur gedung perkantoran. Rangka Momen Rangka Batang Khusus (RMRBK) adalah struktur rangka biasa seperti *truss* (rangka batang) atau bentuk *Vierendeel* elemen horizontal nya (Dewobroto, 2016). Balok rangka (*truss beam*) merupakan salah *element* struktural yang berfungsi mendistribusikan beban dengan efisien khususnya dalam bentang bangunan yang cukup besar. Dengan berkembangnya teknologi, berbagai jenis model panel balok rangka telah muncul. Keuntungan menggunakan sistem RMRBK adalah bahwa rangka ini dapat digunakan pada bentang yang lebih panjang dengan jumlah material baja yang lebih sedikit, dan kekakuan struktural keseluruhan yang lebih besar dapat dicapai dengan menggunakan gelagar yang lebih dalam (Cao and Goel, 2008).

Sistem RMRBK dengan diagonal-X dikembangkan oleh Itani dan Goel (1991). Basha dan Goel (1994) mengembangkan sistem RMRBK tanpa X-diagonal. Mereka juga melakukan studi eksperimental dan analitis sistem RMRBK dengan segmen khusus menggunakan panel *Vierendeel*, dan menemukan bahwa dengan menghemat material baja kurva *load factor* terhadap *vertical displacement* meningkat dibandingkan dengan sistem panel berbreis X.

Penelitian ini akan berfokus pada balok rangka dengan panel berbreis-X dan balok rangka dengan panel *Vierendeel*. *Truss beam* dengan panel berbreis-X memberikan kekakuan ekstra pada *truss beam*, memungkinkan struktur untuk menahan beban lateral seperti angin atau gempa dengan lebih efisien. Namun di sisi lain, *truss beam* dengan panel *Vierendeel* memiliki panel bingkai persegi panjang yang memungkinkan ruang terbuka yang lebih besar di dalamnya dan terlihat lebih hemat.

Dalam mendesain gedung perkantoran *mid rise*, pemilihan jenis panel dalam *truss beam* menjadi salah satu hal yang penting dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti efisiensi, biaya konstruksi, dan kinerja struktur saat terjadi gempa. Maka diperlukan kajian yang lebih mendalam lagi tentang perbandingan antara *truss beam* dengan panel berbreis-X dan panel *Vierendeel*.

Panel breising-X biasanya hanya digunakan pada bagian segmen khusus saja dimana dikombinasikan dengan panel *Vierendeel* pada segmen non-khususnya. Sangat jarang ditemukan sistem balok rangka yang menggunakan panel breising-X pada segmen non-khusus. Penelitian kali ini akan memodelkan panel breising-X serta panel *Vierendeel* pada segmen non-khusus balok rangka. Dari pemodelan tersebut akan dilanjutkan dengan menganalisis perbedaan perilaku struktur pada masing-masing jenis model panel.

Dengan demikian, studi komparatif yang diusulkan dapat membandingkan kinerja serta efisiensi masing-masing jenis panel dalam *truss beam* untuk gedung 8 lantai dan bentang 12 meter. Hasil dari penelitian tersebut juga diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan desain struktur untuk menghasilkan desain yang semakin efisien guna membangun infrastruktur serupa di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan masalah

Penelitian tersebut meneliti beberapa permasalahan yang akan dibahas pada bagian selanjutnya, yaitu antara lain :

1. Bagaimana pengaruh panel berbreis-X dan balok rangka dengan panel *Vierendeel* terhadap perilaku struktur pada bangunan 8 lantai?
2. Bagaimana perbedaan performa ditinjau dari *displacement* dan *drift ratio* terhadap berat struktur rata-rata panel berbreis-X dan balok rangka dengan panel *Vierendeel* pada bangunan 8 lantai?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tersebut bertujuan sebagai berikut :

1. Membandingkan *displacement*, *drift ratio* dan tingkat kerusakan masing-masing struktur dengan balok rangka antara yang menggunakan panel berbreis-X dengan panel *Vierendeel* pada segmen non-khusus dan segmen khusus.
2. Menganalisis balok rangka dengan jenis panel yang lebih unggul ditinjau dari *displacement* dan *drift ratio* terhadap berat struktur antara panel berbreis-X dan panel *Vierendeel*, pada bangunan bertingkat 8 dengan bentang 12 meter.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Bagi konsultan dan kontraktor
Diharapkan penelitian ini akan membantu dalam memilih sistem panel *truss beam* yang paling efisien dalam menghadapi berbagai beban struktural dan gempa. Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu mengidentifikasi pilihan *truss* yang memberikan keseimbangan optimal antara kekuatan dan biaya.
2. Bagi institusi pendidikan
Diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan dalam memperluas pengetahuan tentang karakteristik dan keunggulan antara *truss* berbreis-X dan *truss Vierendeel* pada bangunan bertingkat 8 lantai.
3. Bagi peneliti selanjutnya
Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam teknologi dan desain struktural.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Bangunan didesain menggunakan sistem tunggal.
2. Sistem penahan lateral dalam penelitian ini adalah *Special Truss Moment Frame* (STMF) atau Rangka Momen Rangka Batang Khusus (RMRBK)
3. Balok Induk menggunakan *Truss-Beam* (balok rangka baja) untuk setiap lantainya.
4. Plat lantai menggunakan plat lantai beton bertulang.
5. Jenis balok adalah *truss beam* dengan menggunakan profil baja konvensional.
6. Mutu baja yang digunakan terbatas antara ASTM A36 ($f_y=248$ MPa), ASTM A992 Gr. 55 ($f_y=345$ MPa), dan ASTM A913 Gr. 60 ($f_y= 415$ Mpa).
7. Bangunan menggunakan *truss beam* dengan panel berbreis-X.
8. Bangunan menggunakan *truss beam* dengan panel *Vierendeel*.
9. Bangunan 8 lantai terdiri dari 3 bentang arah x dan 3 bentang arah y.
10. Panjang bentang arah x dan y adalah 12 m di setiap bentangnya.
11. Tinggi setiap lantai adalah tipikal 5.5 m.
12. Tebal plat lantai beton bertulang adalah 120 mm dan tebal plat atap beton adalah 100 mm.
13. Jarak balok anak dengan balok induk adalah 4 m untuk arah x dan y.
14. Bangunan terletak di Kota Jayapura.

15. Fungsi gedung sebagai perkantoran.
16. Desain bangunan menggunakan program SAP2000 sebagai bantuan.
17. Perencanaan baja dilakukan dengan menggunakan *Load and Resistance Factor Design* (LRFD).
18. Perencanaan bangunan mengacu pada SNI 1726-2019, SNI 1729-2020, SNI 7860-2020, SNI 1727-2020, AISC 341-16, dan FEMA 356-2000.

1.6 Metodologi Penelitian

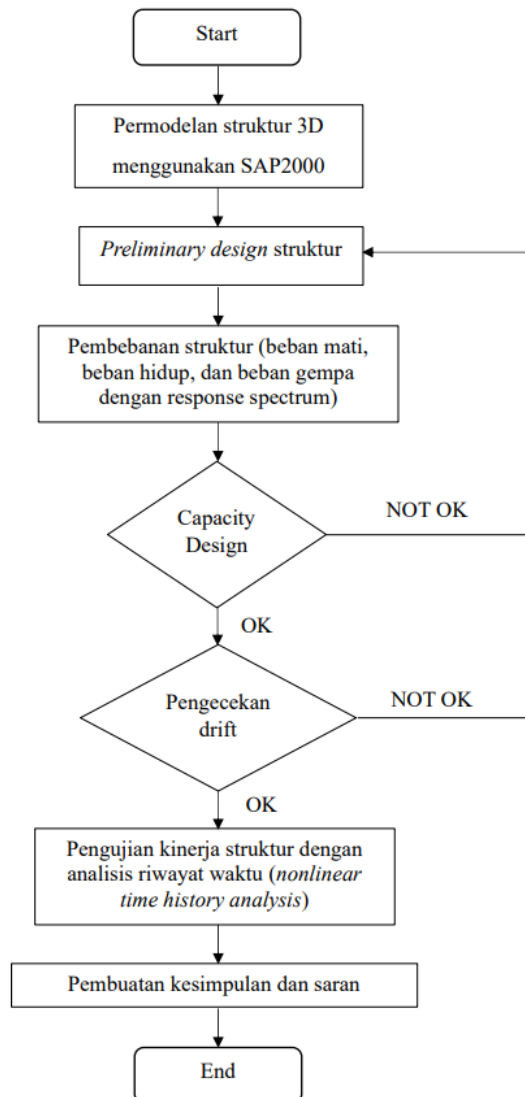
Penelitian dimulai dengan langkah awal *preliminary design* dalam perencanaan untuk berbagai jenis bangunan. Setelah menyelesaikan tahap perencanaan awal, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan perangkat lunak SAP2000. Setelah itu, dilakukan identifikasi beban yang akan diterapkan pada struktur, termasuk beban mati, beban hidup, dan beban lateral akibat gempa. Setelah menyelesaikan pemodelan dan pemberian beban pada struktur, langkah berikutnya adalah mengevaluasi besar gaya geser dasar (*base shear*). Kemudian, berdasarkan pedoman yang tercantum dalam SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.4.1, dilakukan penyesuaian gaya agar memenuhi persyaratan 100% statik ekuivalen. Setelah menyelesaikan penyesuaian gaya, dilakukan pemeriksaan profil elemen struktur untuk memastikan kepatuhan terhadap persyaratan kekuatan dan daktilitas, serta dilakukan pemeriksaan terhadap syarat *story drift*.

Setelah bangunan memenuhi semua persyaratan tersebut, penelitian berlanjut dengan tahap *capacity design*. Sebuah segmen khusus pada tengah bentang balok rangka diidentifikasi sebagai *fuse element* dalam rangka eksentris. Untuk mencapai mekanisme pelelehan ini, elemen selain segmen khusus didesain agar memiliki kekuatan lebih tinggi dari kapasitas geser yang dapat dipikul oleh segmen khusus. Pada tahap desain kapasitas, dilakukan pemeriksaan kapasitas profil elemen terhadap beban tersebut.

Setelah menyelesaikan tahap desain kapasitas, penelitian melanjutkan dengan pemasangan sendi plastis pada elemen struktural, seperti yang terletak di dekat sambungan di bagian atas *chord* pada segmen khusus dan di dasar kolom. Pemasangan sendi plastis ini diperlukan untuk analisis *nonlinear time history*, dengan tujuan memahami mekanisme pelelehan pada elemen struktur. Hasil analisis mencakup lokasi pembentukan sendi plastis, waktu terjadinya, dan tingkat kerusakan yang terjadi pada sendi plastis tersebut. Selain itu, kinerja struktur dievaluasi berdasarkan nilai *drift ratio* bangunan, dengan menggunakan kriteria kinerja yang mengacu pada FEMA 356-2000 Tabel C1-3.

Gambar 1.6 menjelaskan alur penelitian ini.

1.7 Flowchart Penelitian



Gambar 1.1. Flowchart Penelitian

1.8 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan pada penelitian ini dibagi menjadi lima bab, berikut merupakan penjelasan isi dari masing-masing bab:

- Bab 1: Pendahuluan

Bab ini menjabarkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

- Bab 2: Landasan Teori

Bab tersebut berisikan perihal tinjauan pustaka, konsep desain *Load and Resistance Factor Design* (LRFD), syarat komponen struktur daktail sedang (MD) dan tinggi (HD), *Direct Analysis Method* (DAM), Rangka Momen Rangka Batang Khusus (RMRBK), kinerja batas *ultimate, performance based design*, dan analisis struktur dinamis.

- Bab 3: Rancangan Penelitian

Bagian ini menjelaskan mengenai informasi perencanaan, prosedur perencanaan, analisis pembebanan struktur, pemodelan struktur pada SAP2000, analisis perhitungan gempa, perhitungan persentase *base shear* pada sistem rangka, pemeriksaan simpangan antar tingkat, contoh perhitungan untuk desain kekuatan profil, serta penjelasan evaluasi *nonlinear time history analysis* dengan SAP2000.

- Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Bagian tersebut memaparkan hasil dari desain bangunan, profil yang digunakan, berat struktur, evaluasi performa bangunan terhadap lokasi pembentukan sendi plastis, pengecekan *displacement* dan *drift*, analisis perbandingan kinerja struktur beserta pembahasan hasil.

- Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bagian tersebut menjabarkan kesimpulan dari hasil penelitian beserta saran untuk penelitian selanjutnya.