

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan kekuatan pada elemen struktur akibat temperatur tinggi dari kebakaran menyebabkan peningkatan luas tulangan longitudinal untuk beberapa elemen struktur balok dan kolom di lokasi yang terbakar. Pada lokasi yang tidak terbakar, ada beberapa balok yang memerlukan retrofit karena kekakuan struktur berubah.
2. Tulangan geser pada balok dan kolom tidak memerlukan penambahan tulangan sehingga tidak perlu dilakukan *retrofit* pada tulangan geser.
3. Peralihan antar lantai dengan analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu menunjukkan hasil yang baik, dimana peralihan seluruh model tidak melewati batas yang diizinkan pada SNI 1726:2019. Oleh karena itu, peningkatan kekakuan struktur tidak diperlukan sehingga metode *retrofit* yang digunakan adalah *Near Surface Mounted Rod*.
4. Berdasarkan hasil analisis respons spektrum, pada model 1 retrofit dilakukan pada balok T dan balok anak. Sedangkan pada model 4, retrofit diberikan pada elemen balok T, balok anak, dan kolom struktur.
5. Berdasarkan hasil analisis respons spektrum, pada model 2 retrofit dilakukan pada balok L, Balok T, dan balok anak. Sedangkan pada model 5, retrofit diberikan pada elemen balok L, balok T, balok anak, dan kolom struktur. Retrofit yang dilakukan pada balok L berada di daerah diluar kebakaran karena kekakuan struktur pasca kebakaran berubah sehingga gaya diterima oleh elemen yang lebih kaku.
6. Berdasarkan hasil analisis respons spektrum, pada model 3 dan 6, retrofit dilakukan pada balok anak saja.
7. Temperatur kebakaran yang lebih tinggi menyebabkan elemen struktur yang perlu diretrofit semakin banyak.

8. Ketidakberaturan horizontal sudut dalam menyebabkan elemen struktur yang perlu diretrofit berdasarkan analisis respons spektrum banyak yang berlokasi di ujung sisi panjang dan sudut dari struktur.
9. Elemen struktur yang paling terdampak ketika kebakaran terjadi adalah kolom struktur karena kebakaran sangat mempengaruhi f_c' material beton sehingga kolom sebagai elemen penahan tekan mengalami penurunan kapasitas yang signifikan. Pada model 1-3 dengan suhu kebakaran 400°C , seluruh kolom struktur masih memenuhi kapasitasnya. Pada model 4-6, beberapa kolom struktur di daerah yang mengalami kebakaran memerlukan retrofit.
10. Kolom yang berada di tingkat paling rendah akan paling terdampak jika mengalami penurunan kekuatan akibat kebakaran.
11. Berdasarkan hasil analisis riwayat waktu, seluruh kolom di model 1-6 memerlukan penambahan tulangan di lantai 1 karena melebihi rasio *demand/capacity* untuk taraf kinerja *collapse prevention*.
12. Faktor kuat lebih (Ω_0) hasil perbandingan gaya geser dasar pada analisis riwayat waktu dengan analisis respons spektrum pada model 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 berturut-turut sebesar 3,82, 3,56, 3,61, 3,60, 3,55, dan 3,60. Faktor kuat lebih seluruh model memiliki nilai yang lebih besar daripada yang tertera pada SNI 1726:2019 untuk SRPMK yaitu $\Omega_0 = 3$.
13. Faktor Pembesaran Defleksi (C_d) hasil perbandingan peralihan struktur pada analisis riwayat waktu dengan analisis respons spektrum pada model 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 berturut-turut sebesar 6,25, 6,43, 6,28, 6,50, 6,40, dan 6,38. Faktor pembesaran defleksi yang terjadi pada seluruh model melebihi nilai yang tertera pada SNI 1726:2019 untuk SRPMK yaitu $C_d = 5.5$.
14. Taraf kinerja gedung yang telah diretrofit dipilih dari yang terburuk berdasarkan hasil analisis seluruh rekaman gempa. Berdasarkan hasil analisis, seluruh kasus kebakaran memiliki taraf kinerja terburuk yaitu *Life Safety*.

5.2 Saran

1. Dalam melakukan retrofit, diperlukan analisis terlebih dahulu untuk menentukan metode retrofit yang paling optimal dan ekonomis. Jika

peralihan antar lantai struktur tidak memenuhi, maka retrofit global menggunakan dinding geser atau *bracing* baja merupakan solusi yang tepat. Jika peralihan antar lantai sudah terpenuhi syaratnya sesuai SNI 1726:2019, memilih retrofit lokal akan lebih ekonomis.

2. Nilai faktor kuat lebih (Ω_0) perlu diperhatikan ketika mendesain pondasi karena hasil analisis riwayat waktu menunjukkan bahwa faktor kuat lebihnya telah melampaui yang diatur sesuai dengan SNI 1726:2019 untuk SRPMK. Perlu dianalisis lebih lanjut apakah pondasi perlu diretrofit atau tidak berdasarkan faktor kuat lebih yang melampaui 3.



DAFTAR PUSTAKA

- Abel, M. (2022). *Direct Integration Time-History Analysis*. Dari <https://wiki.csiamerica.com/display/kb/Direct-integration+time-history+analysis>
- ACI 216R-89. (1994). *Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements*. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- ACI 318M-14. (2015). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-14) and Commentary (ACI 318RM-14)*. American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
- Apsari, A.S. (2022). Studi Kasus Retrofitting Struktur Rangka Gedung Beton Bertulang Pasca Kebakaran dengan Breising Baja Konsentris Eksternal. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan
- ASCE 41-17. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.
- Bangash, M.Y.H., Al-Obail M.Y.H, Bangash, F.N. (2014). *Fire Engineering of Structures*. Berlin: Springer Heidelberg.
- Buchanan, A.H., Abu, A.K. (2017). *Structural Design for Fire Safety*. 2nd ed. University of Canterbury, New Zealand.
- Csiamerica. *Hysteresis Types*. Dari https://docs.csiamerica.com/help-files/sap/Menu/Assign/Hysteresis_Types.htm
- Hidayati, N., Priyosulistyo, H., Triwiyono, B. (2021). Evaluasi dan *Retrofit* Struktur Gedung Beton Bertulang Akibat Kebakaran. *Jurnal Inersia*, Vol. 17, No. 1, Mei 2021, 58-67
- Lorenzis, D., Teng, J.G. (2006). *Near-Surface Mounted FRP Reinforcement: An Emerging Technique for Strengthening Structures*. *Composites: Part B* 38 (2007) 119-143.
- SNI 1726:2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia
- SNI 1727:2020. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.

- SNI 2847:2019. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Wight, J.K., MacGregor J.G. (2008). *Reinforced Concrete Mechanics & Design*. 5th ed. Pearson College Div.

