

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode numerik untuk pemodelan secara global akibat adanya kebakaran pada suatu elemen Gedung bertingkat rendah ini seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.13** menghasilkan beberapa kesimpulan yaitu.

1. Akibat dari adanya pengaruh peningkatan temperatur terhadap penampang struktur statis tak tentu, terjadi ekspansi termal yang membuat peningkatan gaya dalam yang terjadi pada penampang elemen struktur.
2. Untuk elemen beton bertulang mulai mengalami penurunan kekuatan pada kisaran suhu 400 °C sampai dengan 600 °C yaitu kondisi dimana batas leleh terjadi, sedangkan jika menggunakan batas ultimit maka nilai capaian suhu lebih tinggi yaitu pada kisaran suhu 800 °C sampai dengan 900 °C.
3. Material propertis akibat adanya peningkatan suhu ini menurun secara drastis ketika suhu sudah mencapai batas leleh dari material tersebut dimana penurunan yang terjadi sudah melebihi dari 50% kekuatannya sehingga membuat menurunnya kekuatan struktur dan dapat membuat struktur tersebut mengalami kegagalan. Sisa kekuatan material sampai dengan batas ultimit untuk material baja adalah 80% dari kekuatan awalnya dan untuk material beton menyisakan 16% dari kekuatannya jika pada kondisi ini elemen struktur tidak

mengalami keruntuhan dan diberikan perkuatan akan menghasilkan jumlah lapisan perkuatan yang banyak membuat perkuatan menjadi mahal.

4. Tidak hanya momen yang mengalami peningkatan akibat adanya pengaruh beban termal ini, tetapi lendutan yang terjadi pada balok terutama balok dengan bentang yang panjang. Peningkatan deformasi pada balok ini meningkat secara drastis seiring dengan peningkatan suhu yang terjadi, pada penelitian ini ketika suhu mencapai titik suhu 800 °C sampai dengan 900 °C lendutan yang terjadi sudah mendekati dan melebihi dari kapasitas batas lendutan ijin maksimum sebesar 12,5 mm.
5. Berdasarkan hasil akhir pada proses *retrofitting* bahwa untuk material beton yang terpapar api dengan suhu ultimitnya sudah tidak memiliki kekuatan yang sempurna lagi dikarenakan pada suhu ini sisa kekuatan beton sudah turun secara drastis yang membuat elemen struktur jika diberikan perkuatan tidak akan sebaik dan seefektif dibandingkan dengan material yang terpapar api dibawah suhu ultimitnya sesuai dengan pembahasan di bab 5 didapatkan suhu kritis pada 500°C hal ini sama dengan yang sudah banyak dilakukan oleh para peneliti bahwa pada suhu ini kekuatan material akan turun secara drastis.
6. Dari beberapa poin diatas bahwa jika suatu Gedung mengalami kebakaran dengan intensitas yang besar seperti yang diasumsikan pada penelitian ini maka selama elemen struktur tersebut tidak mencapai titik suhu ultimitnya maka elemen struktur tersebut masih dapat diberikan perkuatan, namun sebaliknya jika sudah melebihi dari batas ultimitnya maka saran perkuatan ini tidak akan

seefektif seperti yang diharapkan karena pada kondisi ini material sudah mencapai batas maksimumnya dan mulai merangkak pada keruntuhannya.

7. Tebal selimut beton sangat berpengaruh dan bertujuan untuk melindungi baja tulangan dari pengaruh ekspansi termal sehingga penurunan hanya akan terjadi pada selimut beton. Selain dari tebal selimut beton adalah dari mutu material itu sendiri karena semangkin tinggi mutu material yang dimiliki maka nilai capaian temperatur pada titik ultimitnya akan meningkat seiring dengan besarnya mutu yang digunakan, berbanding terbalik jika semakin kecil mutu yang digunakan maka besaran temperatur pada titik ultimitnya akan ikut menurun.

## **6.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode numerik untuk pemodelan secara global akibat adanya kebakaran pada suatu elemen gedung beton bertulang bertingkat rendah bahwa masih banyak hal yang diasumsikan. Sehingga untuk mencapai hasil penelitian yang baik, maka point-point dari saran di bawah ini dapat dipertimbangkan sebagai masukan penelitian selanjutnya tentang analisis pengaruh suhu akibat kebakaran. Hal-hal lain yang harus diperhatikan didalam analisis kebakaran ini adalah sebagai berikut:

1. Kondisi awal *strain* yang terjadi untuk setiap tahapan kenaikan suhu harus diperhitungkan. Residual *strain* yang terjadi paska kebakaran harus diperhatikan.

2. Deformasi yang terjadi adalah deformasi permanen yang besar saat melewati batas leleh harus diperhatikan untuk setiap kenaikan suhu.
3. Perubahan dari geometri akan terjadi setiap adanya pengaruh peningkatan suhu, hal ini penting untuk diperhitungkan saat analisis paska kebakaran.
4. Non-linier analisis dimodelkan lebih tepat terhadap faktor-faktor yang berpengaruh dimana kondisi awal harus ditambahkan dengan kondisi setiap kenaikan suhu (*Stage Analysis*)

## DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute (ACI). (2014). *Code Requirements for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Assemblies*. ACI/TMS 216.1-14. Farmington Hills, U.S.A : ACI.
- Bangash, M.Y.H, Y.F. Al-Obaid, dan F.N Bangash. (2014). *Fire Engineering of Structure analysis and Design*. London, United Kingdom.
- Feng, S.Z, Y.R. Tao, Z.J. Ma, Grzegorz Krolczyk, and Z.X. Li. (2020). *Transient Nonlinear Heat Transfer Analysis Using a Generic Grid Refinement for Structure Parameter Variations*. International Journal of Thermal Sciences, ELSEVIER 2020, Vol 153, 106357, 1-9.
- Georgali, B., Tsakiridis, P.E.: Microstructure of fire-damaged concrete. A case study. Cement Concr. Compos. 27(2), 255–259 (2005).
- Hertz, K.D.: Concrete strength for fire safety design. Mag. Concr. Res. 57(8), 445–453 (2005)
- Liu, L.: *Fire Performance of High Strength Concrete Materials and Structural Concrete*, pp. 1– 229. Faculty of The College of Engineering and Computer Science. Florida Atlantic University, Florida. Doctor of Philosophy (2009).
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2010). *Best Practice Guidelines for Structural Fire Resistance Design of Concrete and Steel Buildings*. NIST Technical Note 1681. United States of American : NIST.

- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2014). *Structural Design for Fire: A Survey of Building Codes and Standards*. NIST Technical Note 1842. United States of American : NIST.
- Obaidat, Yasmineen Taleb (2011). *Structural Retrofitting of Concrete Beams Using FRP*. Doctoral Thesis. Department of Construction Sciences Structural Mechanics. ISBN 978-91-7473-194-1.
- The Irish Concrete Federation (ICF). (2007). *Comprehensive Fire Protection and Safety with Concrete*. 8 Newlands Business Park, Clondalkin, Dublin 22, Ireland : The Irish Concrete Federation Ltd.
- Wang, Wei-Yong, Yue Xia, and Guo-Qiang Li. (2018). *Fire Resistance Studies on High Strength Steel Structures*. International Journal of Hoh-Rise Buldings, Vol 7, No 4, 287-298, 1-13.