

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dibahas kesimpulan yang sudah dicapai dari skripsi ini serta saran untuk penelitian lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dicapai dari skripsi ini mencakup pembangunan perangkat lunak simulasi, model CPN, dan verifikasi model CPN. Selain itu ada juga proses analisis terhadap *multiple elevators system* sehingga dihasilkan aturan-aturan yang digunakan pada *multiple elevators system*. Berikut kesimpulan yang telah dicapai dari skripsi ini:

1. Cara kerja dari *multiple elevators system* telah dibahas pada bab 3. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan pada sistem di dunia nyata, diperoleh gambaran mengenai cara kerja dari *multiple elevators system*. Cara kerja dari *multiple elevators system* diantaranya adalah:
 - Elevator tidak akan menerima input (*hall calls*) yang memiliki arah gerak berbeda.
 - Elevator akan merubah arah gerak ketika sudah mencapai lantai dasar atau lantai puncak.
 - Elevator hanya akan bergerak jika pintu elevators sudah tertutup.
2. Pada skripsi ini telah dibangun perangkat lunak simulasi *multiple elevators system* dengan bahasa pemrograman Java dan menggunakan kaskas Greenfoot. Perangkat lunak simulasi yang dibangun memiliki 1 halaman antarmuka yang dapat digunakan oleh pengguna untuk melakukan simulasi. Bagian dari antarmuka perangkat lunak simulasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu, bagian *controller* dan bagian simulator. Pada bagian *controller*, pengguna dapat mengirimkan masukan berupa lantai awal dan lantai tujuan aktor penumpang. Pada bagian simulasi, perangkat lunak akan melakukan visualisasi terhadap masukan yang dikirimkan oleh pengguna. Perangkat lunak yang dibangun tidak menggambarkan interaksi antara penumpang dengan sistem elevator, perangkat lunak menggambarkan cara kerja sistem elevator menanggapi masukan-masukan dengan cara divisualisasikan.
3. Telah dibangun model CPN dari perangkat lunak simulasi yang sebelumnya sudah dibangun. Model CPN yang dibangun memiliki komponen-komponen berdasarkan objek yang ada pada perangkat lunak simulasi. Objek-objek pada perangkat lunak simulasi yang menjadi komponen dalam model CPN antara lain adalah objek orang yang direpresentasikan sebagai token, objek lift yang direpresentasikan sebagai token, objek lantai yang direpresentasikan sebagai *place*, dan aksi-aksi dalam perangkat lunak yang direpresentasikan sebagai transisi.
4. Verifikasi model CPN dilakukan dengan teknik *state space analysis* dan *model checking*. *State space analysis* adalah salah satu teknik untuk melakukan analisis terhadap model CPN. Dengan menggunakan *state space analysis*, mampu diobservasi kondisi-kondisi yang mungkin terjadi dalam sistem secara menyeluruh. Proses verifikasi dilakukan dengan teknik *model checking* dengan memanfaatkan ASK-CTL. Dengan *model checking* ini, dapat diverifikasi tingkat kebenaran dari sistem yang sudah dimodelkan. Setelah dilakukan verifikasi dengan memanfaatkan *state space analysis* dan *model checking*, dapat dipastikan bahwa sistem yang dibangun sudah memenuhi properti-properti yang sebelumnya sudah didefinisikan.

6.2 Saran

Coloured petri nets merupakan salah satu metode pemodelan yang baik untuk digunakan dalam memodelkan suatu sistem. CPN mampu memodelkan sistem yang kompleks secara detail, selain itu CPN mampu memeriksa seluruh kemungkinan kondisi dari sistem yang sudah dimodelkan. Model CPN yang dikembangkan pada skripsi ini masih menggunakan teknik verifikasi *default* (bawaan dari kakas) yaitu *state space analysis*. Berikut adalah saran penulis untuk penelitian lebih lanjut:

1. Modifikasi model CPN agar mampu memodelkan sistem elevator yang lebih kompleks. Serta menggunakan teknik verifikasi yang lebih baik daripada *state space analysis*.
2. Modifikasi perangkat lunak simulasi agar mampu melakukan simulasi pada kasus-kasus yang lebih kompleks dari kasus yang dicantumkan pada pengujian eksperimental pada skripsi ini.
3. Modifikasi perangkat lunak simulasi agar mampu menggambarkan interaksi antara penumpang dengan sistem elevator, karena pada skripsi ini perangkat lunak simulasi yang dibangun hanya menggambarkan cara kerja dari sistem elevator.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Lamport, L. (1978) Time, clocks, and the ordering of events in a distributed system. *Operating System*, **21**, 558–565.
- [2] Silberschatz, A., Galvin, P. B., dan Gagne, G. (2012) Threads. Bagian dari lang Golub, B. (ed.), *Operating System Concepts*. Wiley, New York, United States of America.
- [3] Liu, J., Wu, C., Wang, X., Wang, W., dan Zhang, T. (2010) A hybrid control for elevator group system. *Third International Workshop on Advanced Computational Intelligence*, Suzhou, Jiangsu, China, 25-27 Agustus, pp. 491–495. IEEE.
- [4] Botting, R. J. (2008) An example of formal analysis: The lift problem. Working paper dari Richard J. Botting. <http://www.csci.csusb.edu/dick/papers/rjb0xa.lift.html>. 04 Februari 2018.
- [5] Markon, S. (2015) A solvable simplified model for elevator group control studies. *2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, Osaka, Japan, 27-30 Oktober, pp. 56–60. IEEE.
- [6] Huth, M. dan Ryan, M. (2004) *Logic in Computer Science: Modelling and Reasoning about Systems*, 2nd edition. Cambridge University Press, New York.
- [7] Jensen, K. dan Kristensen, L. M. (2009) *Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems*, 1st edition. Springer-Verlag, Berlin.
- [8] Saputra, A. B., Basuki, T. A., dan Tirtawangsa, J. (2014) Verifying uml-based interaction using coloured petri nets. *2014 International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE)*, Bandung, Indonesia, 26-27 November, pp. 1–6. IEEE.
- [9] Jensen, K. (1997) *Coloured Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use, Monographs on Theoretical Computer Science, vol.2:Analysis Methods*, 2nd edition. Springer-Verlag, Berlin.