

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada studi kasus Jembatan Cisomang ini dilakukan analisis kinerja struktur jembatan pada khususnya elemen pier jembatan terhadap nilai beban dinamik dengan menggunakan metode DDBD, Analisis Beban Dorong Statik dan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier. Dari analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai perpindahan metode DDBD pada saat gaya gempa rencana terjadi sebesar 0.3692 meter untuk arah longitudinal dan 0.314 meter untuk arah transversal. Hasil nilai gaya geser dan momen masing-masing arah memberikan hasil yang cukup mendekati perpindahan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier. Nilai perbandingan parameter-parameter dapat dilihat pada **Tabel 4.33**.
2. Metode DDBD menghasilkan kinerja struktur yang termasuk kategori dalam *Fully Operasional*, dimana drift pada pier kritis 0.00862 untuk arah longitudinal dan 0.00735 untuk arah transversal. Nilai drift tersebut bernilai kurang dari drift izin untuk kinerja *Fully Operasional* ($<1\%$ ($\theta_{perform} = 0.01$)). Hasil ini sama seperti pada hasil Analisis Beban Dorong Statik dimana kinerja struktur yang dicapai adalah *Fully Operasional*.
3. Karakteristik DDBD yaitu penggunaan konsep *substitute structure*, dimana respons inelastik diwakili dengan parameter efektif, yaitu nilai

kekakuan efektif, periode efektif, massa efektif, damping efektif, dan juga konsep *first yield displacement* memberikan nilai perpindahan yang berbeda dengan hasil Analisis Beban Dorong Statik dan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier, serta memberikan nilai daktilitas yang berbeda untuk setiap elemen pier. Namun, perbedaan ini masih memberikan level kinerja struktur yang memuaskan, dimana hasil perhitungan dengan metode DDBD mempunyai nilai baik perpindahan maupun gaya geser dasar desain, yang dekat dengan hasil Analisis Riwayat Waktu Nonlinier. Perbaikan penentuan parameter DDBD dalam proses analisis memungkinkan analisis ini menghasilkan hasil yang lebih baik, terutama dalam menentukan Redaman Ekuivalen dan Faktor Modifikasi sehingga hasilnya mendekati dengan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier.

4. Seperti telah dibahas sebelumnya, perhitungan parameter ξ_{eq} kemudian diikuti oleh perhitungan Faktor Modifikasi, R . Dari **Gambar 4.19** sampai **Gambar 4.22** dapat disimpulkan bahwa perpindahan dengan pendekatan parameter Redaman Ekuivalen dan parameter Faktor Modifikasi sistem Priestley, 2007 pada metode DDBD menghasilkan nilai yang paling mendekati dengan perpindahan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier. Nilai perpindahan DDBD arah longitudinal yaitu 0.415m dan Nilai perpindahan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier arah longitudinal 0.4463 m. Nilai perpindahan DDBD arah transversal yaitu 0.351 m dan Nilai perpindahan Analisis Riwayat Waktu Nonlinier arah transversal 0.3385 m. Dengan demikian untuk mendapatkan pendekatan yang lebih baik, sebaiknya menggunakan pendekatan Priestley pada metode DDBD. **Tabel 4.42**

memperlihatkan perbandingan hasil analisis DDBD dengan parameter Redaman Ekuivalen dan Faktor Modifikasi sistem Priestley, Analisis Beban Dorong Statik dan Analisis Beban Dorong Nonlinier serta presentase error longitudinal 7.1% dan transversal -3.6%. Dengan memodifikasi parameter DDBD, Priestley untuk Faktor Modifikasi dan Redaman Ekuivalen diperlihatkan pada **Persamaan (4.1)** dan **(4.2)** maka didapat nilai perpindahan yang lebih mendekati nilai perpindahan analisis Riwayat Waktu Nonlinier dengan presentase error longitudinal dan transversal sebesar 5%.

5. Perhitungan dengan metode DDBD dapat menjadi suatu pilihan dalam hal desain ataupun *assessment* struktur eksisting, karena dengan menentukan perpindahan struktur terlebih dahulu, proses desain maupun *assessment* memberikan hasil yang lebih konsisten dengan alasan bahwa kerusakan struktur dipengaruhi oleh dilampauinya kapasitas daktilitas dibandingkan dengan dilampauinya kapasitas kekuatan struktur dimana kapasitas daktilitas ditentukan dengan nilai perpindahan struktur. Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode DDBD dapat memberikan gambaran hasil respons maksimum struktur ketika gempa rencana terjadi dengan cukup akurat dengan perbandingannya dengan hasil analisis *Nonlinear Time History*.

5.2 Saran

1. Dalam menganalisis parameter kinerja struktur dengan menggunakan metode DDBD sebaiknya disimulasikan pada jembatan lainnya dengan berbagai macam konfigurasi, agar dapat disimpulkan perilaku jembatan pada umumnya, serta menggunakan pembanding analisis seperti NLTH.

Percepatan gempa yang dipakai sebaiknya memiliki karakteristik yang lebih menyerupai spektrum respon struktur desain jembatan agar menghasilkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (2007), AASHTO Guide Specification for LRFD Seismic Bridge Design 4th Edition, USA.
- AASHTO, (2012), AASHTO Guide Specification for LRFD Seismic Bridge Design 2nd Edition, USA.
- Adhikari, Gopal., Petrini, Lorenza., Calvi, Gian Michele., (2008), “Is Direct Displacement Based Design Valid for Long Span Bridges?”, The 14th World Conference on Earthquake Engineering. Beijing, China.
- Adhikari, Gopal., Petrini, Lorenza., Calvi, Gian Michele., (2010), Application of Direct Displacement-Based Design to Long Span Bridges, Research Paper, Springer Science and Business Media, Bull Earthquake Engineering.
- Andriono, Takim., Tjong, Wong Foek. (2002), Aplikasi Konsep Berbasis Perpindahan Pada Perencanaan Pilar Beton Bertulang Untuk Struktur Jembatan. Dimensi Teknik Sipil, Vol:4 No.2. 51-59, Universitas Kristen Petra.
- ATC-18, (1995) Seismic Design Criteria for Bridges and Other Highway Structures: Current and Future, Federal Highway Administration National Center for Earthquake Engineering Research.
- ATC-55 Project, (2005), FEMA 440 Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, NEHRP, Washington, D.C.
- Bisadi, V, Head.M. (2011).”Evaluation of Combination Rules of Orthogonal Seismic Demands in Nonlinear Time History Analysis of Bridges”, Journal of Bridge Engineering, ASCE, 711-717, 2011
- Calvi, G.M., Priestley, M.J.N., Kowalsky, M.J. (2008), Displacement-Based Seismic Design of Structure,. Journal of Earthquake Engineering.
- Calvi, Gian Michele., Kingsley, G.R., (1994), Displacement Based Seismic Design of Multi-Degree-of-Freedom Bridge Structure, Second International Workshop on Seismic Design of Bridges, Queenstown, New Zealand.
- Calvi, Gian Michele., Sullivan, Timothy., (2009), Development of A Model Code For Direct Displacement Based Seismic Design. Research Line IV of the RELUIS Project. Napoli, Italy. Hal 141-171.
- Charney, Ph.D., P.E, Finley A., (2015), Seismic Loads – Guide to the Seismic Load Provisions of ASCE 7-10. ASCE Press, Unites States of America.

- Chen Wai –Fah & Duan Lian, (2014), *Bridge Engineering Handbook Second Edition*, CRC Press, Boca Raton.
- Claresta, A. (2009), *Analisis Beban Dorong Statik Terhadap Jembatan Pelengkung Tukad Melangit Bali*. Universitas Katolik Parahyangan. Bandung
- Dewobroto, Wiryanto.n.d. “Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover”, Universitas Pelita Harapan, Jakarta, Indonesia.
- Dwairi Hazim, Kowalsky M,J , (2004), *Inelastic Displacement Patterns in Support of Displacement-Based Design for Multi-Span Bridge*, 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, Canada.
- Dwairi Hazim. (2004), *Equivalent Damping In Support Of Direct Displacement-Based Design With Applications to Multi-Span Bridges*, Disertasi Program Doctor of Philosophy, North Carolina State University, America.
- Kowalsky M.J, Priestley M.J.N, MacRae G.A, (2010), *Displacement Based Design of RC Bridge Columns in Seismic Region*, UCSD-SSR, USA.
- Liao, Wen-Cheng. (2010), *Performance-Based Plastic Design of Earthquake Resistant Reinforced Concrete Moment Frames*, Disertasi Program Doctor of Philosophy, The University of Michigan, America.
- Mander, J.B., Priestley, M.J.N, and Park, R. (1988).” Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”, *J.Struct. Engrg.*, ASCE, 114, 1804-1826.
- Mo Y. L, Wong D.C, Maekawa K, (2003) *Seismic Performance of Hollow Bridge Columns*, *ACI Structural Journal – Technical Paper* Title no. 100-S37.
- Montoya, Zapata., Alejandro, Ricardo. (2008), *Direct Displacement-Based Design on Bridges With Foundation Flexibility*, Disertasi Program Master Degree, Universita Degli Studi di Pavia, Italy.
- Naeim, F. , dan Kelly, J. M. (1999). *Design of seismic isolated structures: From theory to practice*, Wiley, New York.
- NCHRP Synthesis 440, (2013), *Performance Based Seismic Bridge Design*, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Paulotto .C, Ayala, G, Taucer. F, (2007), *Displacement Based Design Methodologies for Bridges*, European Commission Joint Research Centre, Italy.
- Priestley M.J.N, Calvi G.M, (2010), *Displacement Based Seismic Design of Bridges*, Universita degli Studi di Pavia, Italy.

- Priestley M.J.N. (1993): Myth and Fallacies in Earthquake Engineering – Conflicts Between Design and Reality. Bulletin, NZSEE 26(3).
- Priestley, M.J.N., Calvi, G.M., Kowalsky, M.J. (2007): Displacement-Based Seismic Design Structures. IUSS Press. Pavia, Italy.
- Psycharis. I.N, (2012), Displacement Based Seismic Design. National Technical University of Athens, Greece.
- RSNI3 2833:201X, Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia.
- SNI3 1726:2012, Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, Badan Standardisasi Nasional, Indonesia.
- Suarez, Vinicio A., (2008), Implementation of Direct Displacement Based Design for Highway Bridges. Disertasi Program Doctor of Philosophy, North Caroline State University, America.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, (2010), Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010, ITB, Indonesia.
- Wang, D.S, Ai Q.H, Li H.N, Si B.J, Sun Z.G, (2008), Displacement based seismic design of RC bridge piers: Method and experimental evaluation. The 14th World Conference on Earthquake Engineering, China.
- Wulandari, A. (2013). Kajian Terhadap Kinerja Jembatan Cisomang Berdasarkan Metode Direct Displacement- Based Design. ITB. Bandung
- Xue Q, Wu C.W, (2004) Displacement Based Seismic Design of RC Bridge Columns, 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada.