

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini menyoroti pentingnya variasi susunan perkuatan transversal pada kolom beton terhadap perilaku struktural di bawah pembebanan aksial, lateral, dan siklik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. Ditinjau dari pengaruh pembebanan aksial, semua spesimen dirancang dengan kekuatan tekan beton yang sama (30 MPa), tetapi hasil pengujian memperlihatkan perbedaan yang signifikan pada kapasitas beban maksimal (P_o) dan regangan (ϵ_o). Spesimen dengan perkuatan spiral dan melingkar, khususnya "S85L" dan "C85L", menunjukkan performa terbaik dengan kapasitas beban tertinggi dan regangan terbesar, dibandingkan dengan spesimen lainnya.
2. Ditinjau dari pengaruh lapisan pengekangan, penambahan lapisan pengekang, baik melingkar maupun spiral, meningkatkan kekuatan puncak dan regangan puncak.
3. Ditinjau dari pengaruh rasio proksimitas, pengurangan jarak antar lapisan pengekang meningkatkan kapasitas beban puncak dan regangan, memperlihatkan deformasi yang lebih terkendali dan meningkatkan stabilitas spesimen.
4. Ditinjau dari penambahan tulangan longitudinal yang terdistribusi merata dan terikat dengan baik pada spesimen beton dengan pengekangan ganda berkontribusi signifikan terhadap efisiensi pengekangan.

5. Penampang persegi menunjukkan distribusi tekanan pengekanan yang lebih merata dan kapasitas beban aksial yang lebih tinggi sebelum mengalami penurunan. Sebaliknya, penampang lingkaran memiliki kapasitas yang lebih rendah namun memiliki distribusi tekanan yang baik, cocok untuk aspek aerodinamis dan estetika.
6. Berdasarkan hasil pengujian, kolom dengan pengekanan melingkar menunjukkan kekakuan awal yang tinggi dan stabilitas yang lebih baik dalam mempertahankan kekakuan dan disipasi energi, terutama pada kondisi *perfect bonding*. Sebaliknya, konfigurasi spiral cenderung memiliki kapasitas disipasi energi yang lebih tinggi saat dikombinasikan dengan efek *bond-slip*, meskipun kekakuannya lebih rendah dan fluktuatif.
7. Model *perfect bonding* cenderung menghasilkan karakteristik kekakuan yang lebih kaku dan respon yang lebih stabil pada awal pembebanan, tetapi berkurang secara signifikan seiring siklus meningkat. Disipasi energi pada model ini juga menunjukkan tren meningkat, tetapi kurang fleksibel dibanding model *bond-slip* yang mampu menyerap energi lebih efektif melalui mekanisme slip
8. Pemodelan numerik mengindikasikan bahwa sengkang melingkar memiliki kapasitas beban aksial sedikit lebih tinggi dibandingkan spiral pada regangan serupa, yang kemungkinan dipengaruhi oleh mekanisme penyaluran gaya, tekanan lateral, ketiadaan detail penambatan sesuai ACI 318M-19 Pasal 25.7.3.4, serta potensi penyederhanaan geometri akibat proses impor dari AutoCAD ke ABAQUS.

B. Saran

Berdasarkan penelitian numerik yang telah dilakukan pada pemodelan kolom bersengkang ganda, terdapat beberapa saran agar dapat memperoleh hasil yang lebih akurat dan dapat dikembangkan, yaitu:

1. Terkait optimalisasi jarak antar pengekangan, mengurangi jarak antar lapisan pengekang dapat meningkatkan stabilitas dan ketahanan struktur terhadap beban aksial dan lateral. Oleh karena itu, jarak antar pengekang perlu diperhitungkan secara tepat untuk meningkatkan performa struktural.
2. Terkait aplikasi dalam struktur seismik, spesimen dengan pengekangan ganda, seperti spiral atau melingkar, menunjukkan peningkatan performa dalam disipasi energi dan daktilitas, sehingga direkomendasikan untuk digunakan pada struktur yang berada di zona seismik tinggi.
3. Terkait pengujian lanjutan, untuk mengoptimalkan performa kolom beton, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan variasi material dan konfigurasi pengekangan yang lebih luas, serta uji lapangan untuk verifikasi hasil numerik tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute. (2019). Building code requirements for structural concrete (ACI 318M-19) and commentary. *American Concrete Institute*.
- ASTM International. (2022). A615/A615M-22: Standard specification for deformed and plain carbon-steel bars for concrete reinforcement. *ASTM International*.
- Dassault Systèmes. (2016). Abaqus/CAE User's Guide ABAQUS 2016.
- Dassault Systèmes. (2021). Introduction to Abaqus/CAE. www.3ds.com
- Filaj, E., Seranaj, A., & Leka, E. (2016). Confined concrete behavior influencing factors. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- Hognestad, E. (1951). A study of combined bending and axial load in reinforced concrete members. *University of Illinois Bulletin*, 49(22).
- Kumar, M., Kaleem, S., Zaidi, A., Jain Emeritus, S. C., & Krishna, K. V. S. M. (2019). Double layered stirrups: An experimental study. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCET)*, 10(1), 1081–1096. <http://iaeme.com/Home/journal/IJCET1081editor@iaeme.com>
<http://iaeme.com/Home/issue/IJCET?Volume=10&Issue=1>
<http://iaeme.com>
- Lam, L., & Teng, J. G. (2003). Design-oriented stress–strain model for FRP-confined concrete. *Construction and Building Materials*, 17(6–7), 471–489. [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(03\)00045-X](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(03)00045-X)

- Mander, J. B., Priestley, M. J. N., & Park, R. (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete. *Journal of Structural Engineering*, 114, 1804-1825.
- Mohemmi, M., Broujerdian, V., & Rajaeian, P. (2020). An equivalent method for bar slip simulation in reinforced concrete frames. *International Journal of Civil Engineering*, 18(8), 851–863.
<https://doi.org/10.1007/s40999-020-00507-6>
- Nilson, A. H., Darwin, D., & Dolan, C. W. (2010). Design of Concrete Structures (14th ed.). *McGraw-Hill Education*.
- Park, R., & Paulay, T. (1975). Reinforced concrete structures. *Wiley*.
<https://doi.org/10.1002/9780470172834>
- Saatcioglu, M., & Razvi, S. R. (1992). Strength and ductility of confined concrete. *Journal of Structural Engineering*, 118(6), 1590–1607.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1992\)118:6\(1590](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(1992)118:6(1590)
- Sheikh, S. A., & Uzumeri, S. M. (1980). Strength and ductility of tied concrete columns. *Journal of the Structural Division*, 106(5), 1079–1102.
<https://doi.org/10.1061/JSDEAG.0005416>
- SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung-1. (n.d.).
- Sun, L. Z., Yang, F., Zhou, Y. G., & Xie, Z. L. (2011). Study on load-bearing characteristics of double layer stirrup confined concrete square columns. *Advanced Materials Research*, 243–249, 1466–1476.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.243-249.1466>

- Sun, L.-Z., Wu, D.-Y., Zhao, J.-L., Yang, F., & Li, W. (2017). Behavior of circular RC columns with two layers of spirals. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 21(3), 955–963. <https://doi.org/10.1007/s12205-016-0928-0>
- Susantha, K. A. S., Ge, H., & Usami, T. (2001). A capacity prediction procedure for concrete-filled steel columns. *Journal of Earthquake Engineering*, 5(4), 483–520. <https://doi.org/10.1080/13632460109350403>
- Wu, D.-Y., Sun, L.-Z., Yang, F., Zhao, J.-L., & Li, W. (2016). Axial compressive behavior of square reinforced concrete columns confined using two layers of stirrups. *Advances in Structural Engineering*, 19(8), 1345–1356. <https://doi.org/10.1177/1369433216643897>
- Yang, F., Sun, L., Zhao, J., Wu, D., & Li, W. (2015). Behavior of a novel circular HSC column with double high strength spirals. *Advances in Structural Engineering*, 18(9), 1371–1382. <https://doi.org/10.1260/1369-4332.18.9.1371>