

**STUDI NUMERIK PERILAKU DINDING GESER PELAT BAJA  
BERPERFORASI LINGKARAN DENGAN KONFIGURASI  
SELANG SELING AKIBAT BEBAN STATIK MONOTONIK**

**TUGAS AKHIR**



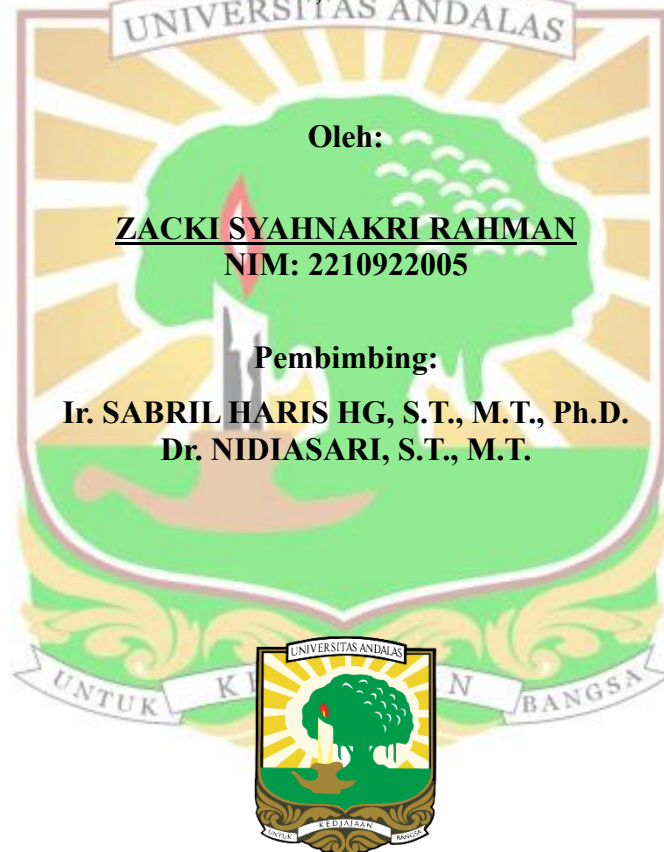
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS**

**PADANG  
2026**

# STUDI NUMERIK PERILAKU DINDING GESER PELAT BAJA BERPERFORASI LINGKARAN DENGAN KONFIGURASI SELANG SELING AKIBAT BEBAN STATIK MONOTONIK

## TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
Program Strata-1 pada Departemen Teknik Sipil,  
Fakultas Teknik, Universitas Andalas



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG  
2026

## ABSTRAK

Elemen struktur penahan gaya lateral merupakan komponen penting dalam perancangan bangunan tahan gempa, khususnya di wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi seperti Indonesia. Salah satu sistem yang banyak digunakan adalah dinding geser pelat baja (Steel Plate Shear Wall/SPSW) karena memiliki kekakuan tinggi, kapasitas beban besar, serta kemampuan disipasi energi yang baik melalui mekanisme *tension field action* setelah mengalami tekuk awal. Namun, penggunaan pelat baja solid seringkali menghasilkan kapasitas yang berlebihan terhadap kebutuhan desain serta kurang efisien dari sisi penggunaan material. Salah satu pendekatan yang dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi sistem ini adalah dengan memberikan perforasi pada pelat baja. Pemberian perforasi berbentuk lingkaran dengan konfigurasi selang-seling diharapkan mampu mengurangi berat struktur, menyesuaikan kekakuan, serta tetap mempertahankan stabilitas dan kapasitas struktur dalam menahan beban lateral. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi secara numerik perilaku dinding geser pelat baja berperforasi lingkaran dengan konfigurasi selang-seling akibat pembebanan statik monotonik. Analisis dilakukan menggunakan metode elemen hingga berbasis pemodelan tiga dimensi dengan bantuan perangkat lunak MSC Patran sebagai pre-processor dan MSC Nastran sebagai solver analisis. Pembebanan diterapkan dengan metode displacement control hingga mencapai drift ratio sebesar 4% ( $\Delta = 36$  mm) untuk memperoleh respons beban-perpindahan, kapasitas leleh awal, kapasitas maksimum, serta kekakuan elastis dari setiap model. Penelitian ini menganalisis enam pemodelan yang terdiri dari dua variasi ketebalan pelat yaitu 1 mm dan 2 mm serta tiga variasi diameter lubang yaitu 47 mm, 66 mm, dan 78 mm dengan jumlah lubang masing-masing 188, 94, dan 68 buah sehingga rasio luasan perforasi relatif sama yaitu sekitar 40%. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun persentase perforasi relatif seragam, variasi diameter lubang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas dan stabilitas struktur. Pada pelat dengan ketebalan 1 mm, model dengan diameter lubang 66 mm menunjukkan performa paling optimal dengan kapasitas beban sebesar 37,19 kN pada drift ratio 4% serta degradasi kekakuan yang lebih terkendali dibandingkan model dengan diameter 47 mm dan 78 mm. Pada pelat dengan ketebalan 2 mm, konfigurasi diameter 66 mm kembali menghasilkan respons terbaik dengan kapasitas maksimum sebesar 81,13 kN, sedangkan model dengan diameter 78 mm mengalami instabilitas lokal lebih awal sehingga analisis terhenti sebelum mencapai drift ratio yang ditargetkan. Distribusi tegangan menunjukkan bahwa diameter lubang sedang mampu menghasilkan aliran tegangan yang lebih merata dan mengurangi konsentrasi tegangan di sekitar tepi perforasi. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa optimasi ukuran dan pola perforasi memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap kinerja struktur dibandingkan hanya mempertimbangkan rasio luasan bukaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem struktur baja yang lebih efisien dan adaptif dalam menghadapi beban lateral.

**Kata kunci:** analisis elemen hingga, distribusi tegangan, kekakuan elastis, kapasitas ultimit, kontrol perpindahan

## ABSTRACT

*Lateral force resisting structural elements play a crucial role in earthquake-resistant building design, particularly in regions with high seismic activity such as Indonesia. One structural system widely used is the Steel Plate Shear Wall (SPSW), which is known for its high stiffness, significant load-bearing capacity, and excellent energy dissipation capability through the tension field action mechanism after initial buckling. However, the use of solid steel plates often results in excessive structural capacity and inefficient material utilization. One approach developed to improve the efficiency of this system is by introducing perforations in the steel plate. Circular perforations arranged in a staggered configuration are expected to reduce structural weight, adjust stiffness, and maintain structural stability and load-bearing capacity under lateral loading. This study aims to numerically evaluate the behavior of perforated steel plate shear walls with staggered circular openings subjected to monotonic static loading. The analysis was conducted using a three-dimensional finite element method with MSC Patran as the pre-processor and MSC Nastran as the analysis solver. Displacement-controlled loading was applied until a drift ratio of 4% ( $\Delta = 36$  mm) was reached to obtain the load-displacement response, initial yielding capacity, ultimate capacity, and elastic stiffness of each model. A total of six numerical models were analyzed, consisting of two plate thickness variations (1 mm and 2 mm) and three hole diameters (47 mm, 66 mm, and 78 mm) with 188, 94, and 68 openings respectively, maintaining an approximately constant perforation ratio of about 40%. The results indicate that although the perforation ratio remained relatively similar, variations in hole diameter significantly influenced structural capacity and stability. For the 1 mm thick plate, the model with a 66 mm hole diameter demonstrated the most optimal performance with a load capacity of 37.19 kN at a 4% drift ratio and more controlled stiffness degradation compared to the 47 mm and 78 mm diameter models. For the 2 mm thick plate, the 66 mm diameter configuration again provided the best response with a maximum load capacity of 81.13 kN, while the 78 mm diameter model experienced early local instability causing the analysis to terminate before reaching the target drift ratio. Stress distribution patterns showed that medium-sized perforations allowed a more uniform stress flow and reduced stress concentration around hole edges. Therefore, it can be concluded that optimizing perforation size and arrangement has a more significant effect on structural performance than merely controlling the perforation area ratio. This study contributes to the development of more efficient and adaptive steel structural systems for resisting lateral loads.*

**Keywords:** *finite element analysis, stress distribution, elastic stiffness, ultimate capacity, displacement control*