

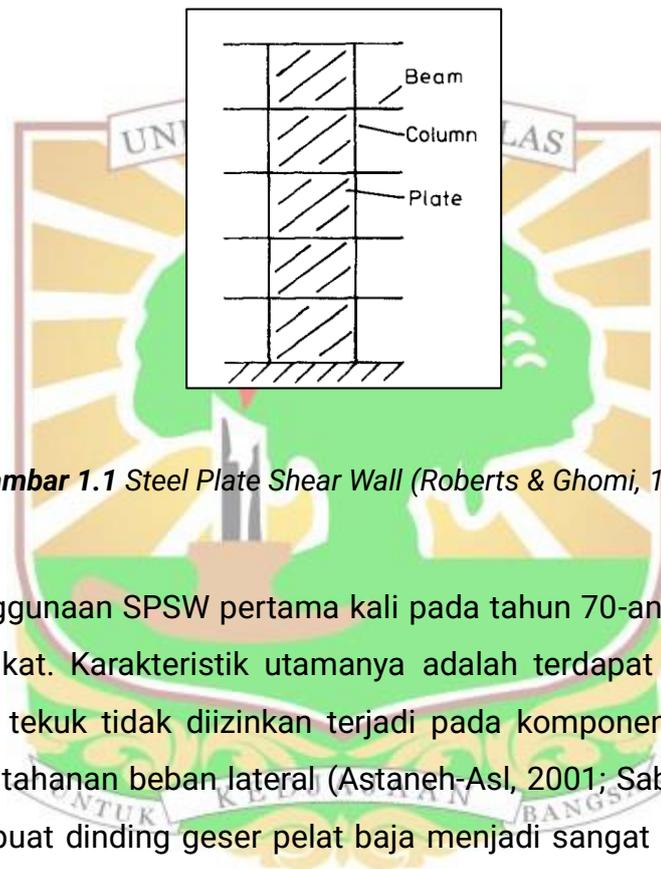
BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat dihindari. Intensitas gempa rendah pada umumnya tidak menyebabkan kerusakan. Beberapa hal yang dapat menimbulkan gempa bumi intensitas rendah antara lain pergerakan magma di dalam gunung berapi dan benturan benda-benda besar dengan tanah. Intensitas gempa tinggi terjadi sebagai akibat dari gerakan tiba-tiba yang terjadi di dalam kerak bumi. Sebagian besar gempa dengan intensitas tinggi bersifat merusak pada daerah yang terdampak. Sistem struktur merupakan salah satu yang menerima akibat dari gempa bumi. Sebagian besar kerusakan struktur akibat gempa adalah akibat dari respon struktur terhadap guncangan tanah (Hamburger, 2009). Gempa bumi yang dapat merusak struktur menunjukkan pentingnya peningkatan kualitas desain pada konstruksi tahan gempa (Applied Technology Council, n.d.). Agar struktur dapat menahan gaya gempa maka struktur harus memiliki kekakuan lateral yang memadai. Kekakuan lateral pada sistem struktur rangka dapat ditingkatkan dengan memberikan bresing atau dengan mengisi rangka dengan panel tahan geser. Sistem rangka dengan pengisi merupakan konstruksi dinding geser, dimana kekakuan dinding dalam bidang yang relatif tinggi berfungsi untuk menahan gaya lateral (Coull & Smith, 1967).

Sistem rangka pemikul momen, rangka bresing (kosentrik dan eksentrik), dan dinding geser adalah tiga jenis sistem struktur baja yang umum digunakan untuk menahan beban lateral akibat gempa dan dapat membatasi simpangan pada struktur. Kinerja dinding geser pelat baja (*Steel Plate Shear Wall*, SPSW) pada AISC 341: *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings* ditulis dengan istilah *Spesial Plate Shear Wall* (SPSW) memperlihatkan kekuatan, kekakuan awal yang tinggi, berperilaku ulet serta

dapat mendisipasi energi yang cukup besar dibawah pembebanan siklik. SPSW terdiri dari pelat baja tipis, dibingkai oleh kolom dan balok (**Gambar 1.1**). Pelat tersebut dipasang di satu atau lebih rongga di sepanjang ketinggian penuh struktur untuk membentuk dinding kantilever (Astaneh-Asl, 2001; Bruneau et al., 2011; Roberts & Ghomi, 1991). Selain digunakan untuk struktur baru, SPSW juga dapat digunakan sebagai perkuatan pada konstruksi yang sudah ada (Astaneh-Asl, 2001; Baldelli, Jr., 1983)

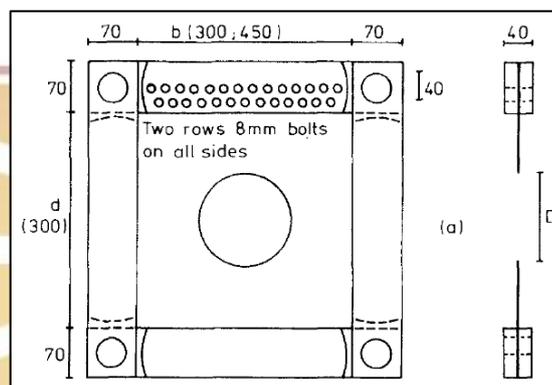


Gambar 1.1 Steel Plate Shear Wall (Roberts & Ghomi, 1991)

Aplikasi penggunaan SPSW pertama kali pada tahun 70-an di Jepang dan Amerika Serikat. Karakteristik utamanya adalah terdapat pengaku pada pelat karena tekuk tidak diizinkan terjadi pada komponen struktur yang memberikan tahanan beban lateral (Astaneh-Asl, 2001; Sabelli & Bruneau, 2006). Membuat dinding geser pelat baja menjadi sangat kaku bertujuan memastikan bahwa panel dinding mencapai kekuatan plastis penuhnya sebelum terjadi tekuk di luar bidang (Hitaka & Matsui, 2003; Tromposch & Kulak, 1987). Kelemahan dari dinding geser dengan pengaku selain meningkatkan biaya juga menambah ketebalan pelat dinding geser.

Pada awal tahun 80-an, peneliti dari Canada mengaplikasikan pelat tanpa pengaku pada sistem SPSW (Sabelli & Bruneau, 2006). Hasil penelitian terhadap pelat tanpa pengaku yang dilakukan oleh Kulak dkk. (Kulak, 1986; Thorburn et al., 1983; Timler et al., 1983) menunjukkan bahwa terdapat

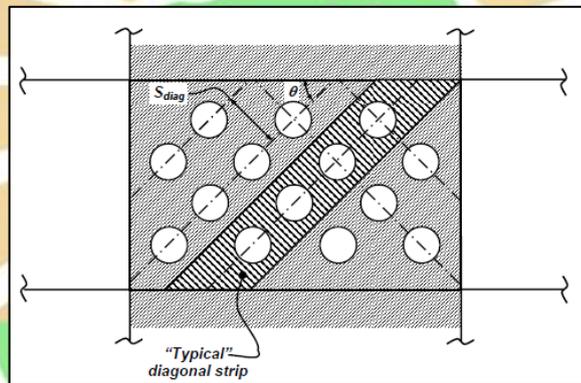
cadangan kekakuan dan kekuatan pasca-tebuk yang bermanfaat serta kurva histeresis yang stabil pada pelat baja tipis yang tidak diperkaku. Terhadap kemungkinan kebutuhan “*opening*” (bukaan) pada struktur, maka telah dilakukan penelitian awal terhadap pelat baja tanpa pengaku yang diberi perforasi (lubang) pada bagian tengahnya (**Gambar 1.2**). Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa pelat memiliki daktilitas yang memadai tanpa pengurangan yang signifikan terhadap kapasitas beban (Roberts & Sabouri-Ghomi, 1992).



Gambar 1.2 Pelat tanpa pengaku dengan perforasi pada bagian tengah (Roberts & Sabouri-Ghomi, 1992)

Desain SPSW dikembangkan dengan tujuan menjadikan panel pengisi sebagai “*sekring*” untuk melindungi komponen utama (balok dan kolom) pada struktur rangka (Vian & Bruneau, 2005). Kesulitan dalam pemilihan pelat pada sistem SPSW adalah bahwa bahan pelat yang tersedia mungkin lebih kuat atau lebih tebal dari yang dibutuhkan untuk situasi desain tertentu. Hal ini akan meningkatkan ukuran yang diperlukan oleh komponen struktur (balok dan kolom) serta kebutuhan pondasi, karena komponen struktur ini umumnya dirancang untuk kekuatan pelat (Sabelli & Bruneau, 2006). Pengurangan kekuatan dan kekakuan panel yang disengaja dapat menjadi alasan tambahan untuk menggunakan pelat dengan perforasi (lubang) selain sebagai kebutuhan bukaan dan utilitas.

Setelah penelitian awal yang dilakukan oleh (Roberts & Sabouri-Ghomi, 1992) terdapat beberapa penelitian lainnya mengenai SPSW dengan perforasi yang telah dilakukan. Pemilihan material *Low Yield Strength* (LYS) serta menggunakan perforasi yang banyak dalam satu panel juga dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi kapasitas pelat dinding geser (Vian & Bruneau, 2004). Aksi medan tegangan panel SPSW biasanya diorientasikan pada arah diagonal dengan sudut $\theta \approx 45^\circ$. Perforasi pada pelat diatur sedemikian rupa sehingga medan tegangan tarik bebas berkembang pada sudut tersebut (**Gambar 1.3**). Kemudian Vian dkk (2005) melakukan kajian untuk mendapatkan hubungan antara diameter lubang dengan lebar strip tegangan (D/S_{diag}) terhadap kekakuan (Vian & Bruneau, 2005).



Gambar 1.3 Sketsa diagonal strip pada SPSW (Vian & Bruneau, 2005)

Analisis terhadap pengaruh tata letak perforasi pada pola perforasi yang teratur pada pelat juga telah dilakukan. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa meskipun perforasi mengurangi kapasitas geser pelat pengisi namun perforasi mungkin tidak mengurangi efek gaya pada kolom karena sistem perforasi peka terhadap pola lubang yang dipilih sehingga perubahan kecil dalam susunan lubang berpengaruh terhadap momen yang terjadi pada kolom (Moghimi & Driver, 2011). Selain ukuran lubang, pengaruh lebar strip dan tata letak perforasi maka juga diteliti pengaruh bentuk perforasi terhadap kekuatan geser pada SPSW. Bentuk perforasi yang telah diteliti antara lain berbentuk lingkaran (Afshari & Gholhaki, 2018;

Koppal & Eatherton, 2013; Moghimi & Driver, 2011; Purba & Bruneau, 2009; Roberts & Sabouri-Ghomi, 1992; Vian & Bruneau, 2004), kupu-kupu (Koppal & Eatherton, 2013), *ring-shape* (Egorova et al., 2014; Phillips & Eatherton, 2015, 2016, 2018), persegi (Bahrebar et al., 2020) dan oval (Shen et al., 2021).

Dari berbagai penelitian tersebut diatas dapat disimpulkan terdapat dua metode untuk untuk mengurangi kapasitas pelat. Cara pertama adalah dengan membatasi kekuatan material misalnya dengan memilih material LYS (*Low Yield Strength*) dan yang kedua adalah dengan memberikan perforasi pada pelat badan dinding geser. Berbagai kajian mengenai pengaruh perforasi yang ditinjau dari penggunaan dimensi lubang, bentuk lubang maupun tata letak lubang dengan berbagai konfigurasi tersebut belum bisa diaplikasikan secara umum untuk ukuran dan bentuk bentuk maupun tebal pelat yang berbeda atau hanya terbatas pada objek penelitian saja. Oleh karena itu pada penelitian ini diusulkan upaya untuk mendapatkan hubungan antara perforasi dengan minimal salah satu parameter perilaku dinding geser pelat baja (kekuatan dan kekakuan). Salah satu hal yang secara umum dapat mewakili parameter perforasi yaitu luas. Luas perforasi secara umum dapat mewakili ukuran dan bentuk perforasi. Selain itu juga akan dianalisis pengaruh tebal pelat karena meskipun material dan tebal pelat sangat penting dalam desain SPSW, tetapi kisaran bahan atau ketebalan yang sesuai belum jelas (Eatherton, 2006). Berdasarkan hasil penelitian tersebut diusulkan suatu formulasi untuk merepresentasikan hubungan antara luas perforasi dan tebal pelat terhadap kapasitas geser dari SPSW. Sehingga formulasi ini dapat digunakan sebagai landasan untuk mendapatkan hubungan persentase luas perforasi terhadap target kekuatan atau kekakuan pelat sesuai dengan tebal pelat yang tersedia.

1.2. Masalah Penelitian

Berdasarkan data kerusakan yang terjadi akibat gempa yang melanda wilayah Sumatera Barat akibat gempa 30 September 2009 memperlihatkan bahwa jenis bangunan yang paling banyak mengalami kerusakan adalah kantor pemerintah, sekolah dan rumah toko (ruko) (EERI, 2009). Bangunan yang dimaksud masuk dalam kategori bangunan bertingkat rendah.

Sistem SPSW dapat diaplikasikan pada struktur rumah maupun bangunan tingkat rendah (**Gambar 1.4**) (Sabelli & Bruneau, 2006). Untuk menerapkan sistem ini dalam bangunan bertingkat rendah menimbulkan tantangan desain tersendiri karena diperlukan pelat baja yang lebih tipis. Keterbatasan ketersediaan pelat tipis dan permasalahan yang muncul saat menggunakan pelat yang lebih tebal memerlukan strategi desain. Misalnya untuk mereduksi kekuatan dapat dilakukan dengan mengaplikasikan perforasi pada pelat. Namun, pengaruh perforasi pada kapasitas geser pelat jika dilihat dari aspek dimensi, bentuk, dan tata letak lubang—belum cukup dipahami. Selain itu tidak ada aplikasi yang bisa menggeneralisasi berbagai ukuran, bentuk, dan ketebalan pelat. Oleh karena itu, masalah penelitian yang perlu ditangani adalah pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana luas dan tata letak perforasi pada pelat baja mempengaruhi kapasitas geser dari SPSW, terutama untuk aplikasi pada bangunan tingkat rendah di wilayah rawan gempa.



Gambar 1.4 Penggunaan SPSW pada rumah tinggal (Sabelli & Bruneau, 2006)

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian yaitu:

1. Untuk mendapatkan pengaruh persentase luas perforasi pada pelat SPSW terhadap kapasitas geser melalui pengujian eksperimental.
2. Untuk mendapatkan pengaruh tata letak perforasi pada pelat SPSW terhadap kapasitas geser melalui pengujian eksperimental.

Tujuan khusus penelitian adalah mengembangkan model analitis yang lebih akurat untuk merepresentasikan hubungan antara luas perforasi dan tata letak perforasi terhadap kapasitas geser SPSW.

1.4. Kontribusi Bagi Ilmu Pengetahuan

Kontribusi penelitian ini terhadap ilmu pengetahuan yaitu untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai perilaku pelat baja berperforasi dengan mengkaji pengaruh persentase luas perforasi dan tata letaknya terhadap kapasitas geser dalam sistem dinding geser baja (SPSW) di bawah beban siklik. Hasil penelitian ini tidak hanya memperkaya pengembangan model analitis perilaku dinding geser baja berperforasi, tetapi juga menyediakan basis data empiris yang dapat dijadikan referensi dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menambah pengetahuan mengenai pengaruh perforasi pada SPSW dengan mengkaji pengaruh persentase luas perforasi dan tata letak perforasi terhadap kapasitas geser melalui pengujian eksperimental. Hasil penelitian ini juga berkontribusi dalam pengembangan model analitis yang lebih akurat, sehingga diharapkan mampu merepresentasikan hubungan antara luas perforasi dan tata letak perforasi dengan lebih baik.