Di sisi lain, Indonesia terletak di Cincin Api Pasifik sehingga hunian perkotaan sangat rentan terhadap bahaya gempa bumi. Fenomena di lapangan menunjukkan kerusakan masif pada sektor perumahan. Sebagai contoh, pada Gempa Cianjur 2022, data resmi mencatat 62.628 rumah rusak (BNPB, 2022). Pola kerusakan pada dinding pasangan bata atau batako seperti retak geser diagonal, kegagalan *out-of-plane*, dan sambungan yang lemah terus berulang pada hunian sederhana. Fenomena ini menegaskan kebutuhan mendesak akan alternatif sistem dinding yang lebih tahan gempa tanpa menaikkan biaya secara signifikan.

Salah satu opsi teknologi yang banyak diteliti adalah *Interlocking masonry* atau dinding saling mengunci tanpa mortar. Secara konseptual, unit-unitnya saling mengunci sehingga pemasangan menjadi lebih cepat dan ketergantungan pada tenaga kerja terampil berkurang. Beberapa kajian juga menyatakan potensi biaya yang lebih rendah dan waktu konstruksi yang lebih singkat (Chen & Liu, 2021). Mekanisme gesek dan selip antar blok berpotensi mendisipasi energi saat gempa, yang pada gilirannya dapat meningkatkan ketahanan siklik struktur (Hossain et al., 2024a). Kelebihan utamanya terletak pada kemudahan pemasangan, di mana setiap bata terkunci erat membentuk struktur kokoh tanpa lapisan perekat.

Mengkaji kemampuan dinding *Interlocking* dibandingkan dengan dinding konvensional, khususnya dalam hal menahan beban gempa, merupakan langkah esensial dalam perencanaan konstruksi di Indonesia. Untuk memastikan performa seismik yang terukur, praktik eksperimental mutakhir menerapkan protokol pembebanan siklik *Quasi-Static* berbasis *drift* dan *Displacement-Controlled*, yang lazimnya mengacu pada standar FEMA 461. Protokol ini melibatkan pemberian

pre-compression aksial terlebih dahulu untuk merepresentasikan beban dari lantai atau atap (FEMA., 2007). Pendekatan ini juga digunakan dalam studi *Interlocking* termutakhir agar hasilnya dapat dibandingkan secara lintas penelitian.

Berbagai studi internasional menguatkan potensi dinding *Interlocking* mortarless. Shi dkk. (2021) menekankan bahwa penggunaan kunci geser berukuran besar pada unit bata *Interlocking* tidak hanya memperbaiki kapasitas tekan prisma, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada mortar serta meningkatkan kecepatan konstruksi melalui mekanisme *dry-stacking*. Selain itu, studi eksperimental Baneshi & Dehghan (2024) menambahkan perspektif material dengan membandingkan blok *normal-weight* dan *lightweight* (LECA), yang menunjukkan bahwa material ringan tetap mampu memberikan kekuatan memadai sekaligus mengurangi beban struktur.

Penelitian Xie dkk. (2023) menguji dinding *Interlocking mortarless* bertulang di bawah beban siklik dan memvalidasi dengan *FEM*, melaporkan kekuatan geser lebih tinggi dan deformabilitas lebih besar daripada dinding konvensional, dengan temuan bahwa *pre-compression* meningkatkan kekuatan serta disipasi energi namun menurunkan daktilitas. Xie dkk. (2024) kemudian menghadirkan pemodelan numerik terverifikasi untuk studi parametris yang menegaskan *FEM* efektif mengevaluasi pengaruh geometri dan pembebanan, sementara Xin dkk. (2024) secara eksperimental menyoroti efisiensi konstruksi dan respons seismik menjanjikan sistem *dry-stacked Interlocking*, serta konsensus kajian bahwa variasi bentuk kunci sangat memengaruhi performa geser dan disipasi energi.

Pada konteks nasional, BTPTP yang dikembangkan Sabdono dkk. (2014) melalui pemodelan Abaqus dan uji laboratorium menunjukkan model mampu memprediksi pola tegangan pada beban normal dan lateral sehingga layak dijadikan rujukan properti material untuk simulasi pasangan tanpa mortar, dan eksperimen mereka menemukan tegangan awal optimal sekitar 60 Nm meningkatkan kinerja lateral namun tidak menguntungkan untuk aksial murni, yang mendukung penerapan *pre-compression* aksial konstan selama uji lateral siklik pada sistem tanpa mortar (Sabdono et al., 2014).

Temuan-temuan tersebut menguatkan arah bahwa dinding *Interlocking* berpotensi mempertemukan kualitas struktural dan efisiensi biaya-waktu, sehingga relevan bagi percepatan penyediaan perumahan terjangkau asalkan kinerjanya terhadap gempa dipastikan melalui pendekatan analitis yang andal. Elemen dinding sendiri umumnya diklasifikasikan sebagai bahan anisotropik heterogen, sehingga analisis dan pemahaman perilaku strukturalnya sangat kompleks. Untuk desain struktur pasangan bata yang tidak standar atau penilaian kinerja, penggunaan pemodelan numerik seperti *Finite Element Method* seringkali diperlukan. Pemodelan ini dapat didasarkan pada pendekatan mikro atau makro, tergantung pada tingkat akurasi dan detail yang diinginkan.

Namun, meskipun riset *Interlocking* berkembang, masih terdapat kesenjangan untuk konteks Indonesia, khususnya perumahan sederhana. Komparasi langsung dan komprehensif performa seismik dinding *Interlocking Wall* tipe *Wall-Y* versus dinding konvensional pada panel skala hunian dengan properti material yang disetarakan belum banyak dilaporkan. Penerapan protokol siklik

berbasis *drift* dengan *pre-compression* yang realistis dalam studi numerik yang mengikuti praktik eksperimen standar juga masih terbatas untuk tipe *Wall-Y*. Selain itu, indikator ketahanan seismik yang lengkap untuk komparasi jarang disajikan secara serempak pada panel skala aplikasi nyata.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis ketahanan seismik dinding *Interlocking Wall* tipe *Wall-Y* yang dibandingkan dengan dinding konvensional pada panel berukuran 3x3 meter yang representatif untuk hunian sederhana. Metode yang digunakan adalah pemodelan elemen hingga dengan perangkat lunak Abaqus, memanfaatkan model *Concrete Damage Plasticity* (*CDP*) dan pendekatan pemodelan mikro sederhana untuk akurasi yang lebih baik. Pembebanan akan mengikuti praktik eksperimental standar, yaitu *pre-compression* aksial yang diterapkan dan dipertahankan konstan, diikuti oleh riwayat pembebanan siklik *Displacement-Controlled* berbasis *drift* mengacu pada FEMA 461.

Kontribusi kebaruan penelitian ini adalah komparasi seismik yang komprehensif dan *apple-to-apple* antara *Wall-Y* dan konvensional dengan material setara, evaluasi indikator kinerja seismik yang lengkap sesuai metrik terkini, serta integrasi analisis sensitivitas terhadap level *pre-compression* yang berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan basis teknis bagi penerapan dinding modular yang berkualitas, berbiaya rendah, dan tahan gempa untuk mendukung percepatan pasokan perumahan perkotaan terjangkau di wilayah rawan gempa seperti Indonesia.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka didapat identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Diperlukan solusi dinding yang terjangkau, cepat dipasang, dan dapat menyerap tenaga kerja tidak terampil, namun tetap memenuhi kinerja seismik untuk hunian sederhana.
2. Kerentanan dinding bermortar konvensional saat gempa (retak geser, *out-of-plane,* sambungan lemah) menuntut alternatif yang lebih tahan gempa, seperti sistem *Interlocking*.
3. Perlunya dikaji efektifitas *Interlocking Wall* dalam mempercepat proses konstruksi tanpa mengorbankan kualitas dan keamanan.
4. Evaluasi *respons in-plane* di bawah pembebanan lateral *siklik Displacement-Controlled* berbasis *drift* dengan aksial sebagai *pre-compression* konstan belum tersaji secara terstandar.
5. Relevansi *Interlocking Wall* belum terbukti sesuai dengan kondisi lokal, terutama mengingat karakteristik tanah dan risiko gempa di berbagai wilayah di Indonesia.
6. Belum adanya kajian tentang pengaruh variasi *Interlocking Wall* terhadap keberlanjutan dan keamanan struktural.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini dan untuk mempermudah penulis dalam menganalisa maka dibuat batasan-batasan masalah yang meliputi:

1. Penelitian ini akan menggunakan metode simulasi numerik dengan menggunakan *Software Abaqus* untuk melakukan analisis struktural terhadap *Interlocking Wall* dan dinding bata konvensional. Analisis numerik akan memberikan wawasan mendalam tentang respons struktural keduanya.
2. Objek Penelitian membandingkan dinding *Interlocking Wall-Y* (tanpa perekat) dengan dinding bata konvensional (dengan mortar) pada panel ukuran 3x3 m. Analisis hanya fokus pada respons beban in-plane.
3. Sifat material dasar (kuat tekan, modulus elastisitas) disamakan untuk kedua dinding. Model material menggunakan *Concrete Damage Plasticity* (*CDP*) di Abaqus.
4. Simulasi menggunakan Pemodelan Elemen Hingga dengan pendekatan mikro-sederhana. Beban aksial dimodelkan sebagai *pre-compression* konstan, diikuti beban lateral siklik berdasarkan protokol *drift*.
5. Level *pre-compression* divariasikan pada dua nilai berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap kekuatan dan daktilitas.
6. Penelitian hanya menganalisis panel dinding padat tanpa bukaan, dan tanpa memperhitungkan interaksi dengan balok, kolom, atau pondasi.
7. Kinerja dinilai berdasarkan kapasitas lateral maksimum (*Vmax*), kekakuan, *drift* pada beberapa kondisi batas, energi disipasi, dan peta kerusakan.

8. Hasil dan kesimpulan hanya berlaku untuk konfigurasi dinding *Wall-Y* dan konvensional yang dimodelkan dalam penelitian ini.
9. Batasan wilayah studi akan diarahkan pada kondisi gempa di Indonesia. Variabilitas kondisi tanah dan karakteristik gempa yang khas bagi beberapa wilayah di Indonesia akan menjadi pertimbangan penting.
10. Batako *Interlocking* yang akan digunakan dalam penelitian ini memiliki properti yang sama dengan penelitian oleh bapak Parang Sabdono, tapi dengan desain yang berbeda *(Wall-Y)*

1.4 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini dengan menggunakan data-data dari hasil pengujian antara lain:

1. Bagaimana ketahanan seismik dinding *Interlocking Wall* tipe *Wall-Y* dibandingkan dinding konvensional pada panel 3×3 m untuk hunian sederhana?
2. Bagaimana pengaruh tingkat beban aksial awal (*pre-compression*) terhadap respons seismik kedua tipe dinding tersebut?
3. Sejauh mana perbedaan kinerja kedua sistem dinding dapat terlihat pada indikator utama ketahanan seismik?

1.5 Tujuan peneltian

Dari beberapa rumusan masalah yang sudah di dijelaskan, maka pada penulisan skripsi ini memiliki tujuan antara lain:

1. Menilai kemampuan ketahanan seismik dinding *Interlocking Wall* tipe *Wall-Y* dengan dinding konvensional pada panel 3×3 m yang mewakili hunian sederhana.
2. Menganalisis pengaruh beban aksial awal (*pre-compression*) terhadap respons seismik kedua tipe dinding.
3. Mengukur perbedaan kinerja kedua sistem dinding pada indikator utama ketahanan seismik

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang perbandingan ketahanan seismik dinding *Interlocking Wall* tipe *Wall-Y* dengan dinding konvensional pada panel 3×3 m melalui pembebanan lateral siklik berbasis *drift*, dengan beban aksial dimodelkan sebagai *pre-compression* yang dijaga konstan.
2. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman ilmiah tentang simulasi numerik berbasis *FEM* di Abaqus untuk elemen dinding pasangan, meliputi penetapan parameter material dan model *CDP*, skema pembebanan yang terstandar, serta indikator evaluasi yang dapat direplikasi pada studi lanjutan.