

Studi Komparasi Analisis Dinamik Bangunan dengan Dinding Bata Merah dan Bata Ringan

VIENCENT CHERISTIAN LAIA¹, YOSAFAT AJI PRANATA^{2*}

¹Program Sarjana Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, Indonesia

²Program Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung, Indonesia

Email: yosafat.ap@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan material untuk komponen bangunan sangat bervariasi, khususnya dinding. Tujuan penelitian ini adalah melakukan studi komparasi perilaku bangunan dengan dinding bata merah dan bata ringan akibat beban lateral (gempa). Ruang lingkup penelitian ini adalah perilaku bangunan akibat beban lateral menggunakan analisis respon spektrum, perilaku yang dipelajari adalah deformasi bangunan akibat beban gempa rencana, kondisi bangunan rumah subsidi yang tersebar di beberapa wilayah meliputi lima model rumah yang terletak di lokasi perumahan yang berbeda, denah kelima rumah diadaptasi dari pengamatan bangunan dan gambar kerja saat proses MBKM magang di Ditjen Perumahan yang berkolaborasi pada pengembang kelima rumah. Pembebanan gempa dengan respons spektrum menjadi komponen utama dalam melakukan analisa kemampuan bangunan yang berdeformasi dan pengaruhnya terhadap kekuatan kapasitas struktur. Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis pada kelima denah rumah yang berbeda dan juga lokasi yang berbeda material bata ringan terlihat memiliki pengaruh terhadap perpindahan dan juga deformasi yang lebih besar daripada bata merah. namun berdasarkan analisis izin perpindahan, kapasitas gaya dalam dan juga izin deformasi masih memenuhi untuk keamanannya bagi rumah sederhana.

Kata kunci: bata merah, bata ringan, dinding, deformasi, gaya dalam

ABSTRACT

The use of materials for building components varies greatly, especially walls. The purpose of this study is to conduct a comparative study of the behavior of buildings with red brick walls and lightweight bricks due to lateral loads (earthquakes). The scope of this study is the behavior of buildings due to lateral loads using spectrum response analysis. The behavior studied is building deformation due to the planned earthquake load, the condition of subsidized housing buildings spread across several regions, including five house models located in different housing locations. The plans for the five houses were adapted from building observations and working drawings during the MBKM internship process at the Directorate General of Housing which collaborated with the developers of the five houses. Earthquake loading with spectrum response is the main component in analyzing the ability of buildings to deform and its effect on the strength of the structural capacity. The conclusion that can be obtained from the results of the analysis of the five different house plans and also different locations, that lightweight brick material appears to have a greater effect on displacement and deformation than red brick. However, based on the analysis of displacement permits, internal force capacity and deformation permits, they still meet the safety requirements for simple houses.

Keywords: brick, aerated lightweight brick, walls, displacement, internal force

1. PENDAHULUAN

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) merupakan kementerian yang bertanggung jawab atas penyelenggaraan pemerintahan kenegaraan dalam melakukan regulasi serta pengelolaan infrastruktur yang didalamnya ada penyusunan teknis program pelaksanaan konstruksi terkait. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat terdiri dari 6 direktorat jendral, salah satunya bergerak di bidang pengelolaan pelaksanaan perumahan yaitu Direktorat Jendral Perumahan. Direktorat Jendral Perumahan menaungi Direktorat Rumah Umum dan Komersial yang memiliki kekhususan dalam menyelenggarakan keberlangsungan perumahan bagi masyarakat berpenghasilan rendah untuk rumah subsidi beserta infrastruktur Prasarana, Sarana dan Utilitas Umum. Regulasi terkait juga menyesuaikan dengan kondisi daerah. Direktorat Perumahan Umum dan Komersial berkolaborasi dengan pengembang perumahan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia dalam menyelenggarakan pemenuhan rumah subsidi dan juga sarana dan prasarana umumnya.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan studi komparasi perilaku bangunan dengan dinding bata merah dan bata ringan akibat beban lateral (gempa).

Ruang lingkup penelitian ini adalah perilaku bangunan akibat beban lateral menggunakan analisis respon spektrum, perilaku yang dipelajari adalah deformasi bangunan akibat beban gempa rencana, kondisi bangunan rumah subsidi yang tersebar di beberapa wilayah meliputi lima model rumah yang terletak di lokasi perumahan yang berbeda, denah kelima rumah diadaptasi dari pengamatan bangunan dan gambar kerja saat proses MBKM magang di Ditjen Perumahan yang berkolaborasi pada pengembang kelima rumah. Pemberian notasi pada kelima model tersebut dijabarkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pemberian Notasi Objek

Notasi	Model Rumah	Lokasi Rumah
A	Griya Permata 2 Kopkarin	Gunungmanik, Tanjungsari, Kab. Sumedang
B	Kertaharja Town House 1	Situ, Sumedang Utara, Kab. Sumedang
C	Kertaharja Town House 2	Situ, Sumedang Utara, Kab. Sumedang
D	Kurnia Puri Harmoni	Bengle, Majalaya, Kab. Karawang
E	Senopati Estate Ciujung	Sentul, Kragilan, Kab. Serang

Kondisi struktur kelima bangunan ini menggunakan regulasi yang dikaidahkan berdasar Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat berkaitan dengan regulasi Bangunan Tahan Gempa pada Lampiran PP No. 12 tahun 2021, yaitu kolom berukuran sebesar 15×15 cm dan ukuran balok sebesar 15×20 cm. Masing masing rumah terletak pada lokasi yang berbeda, sehingga data kegempaan pun bervariasi sesuai dengan kondisi letak geografis masing masing tipe bangunan, hal ini mempengaruhi penentuan Respon Spektrum.

2. METODOLOGI

2.1 Bata Merah

Jenis material bata merah pada umumnya digunakan sebagai material penyusun dinding. berbahan dasar tanah liat hasil dari proses pembakaran yang diproduksi oleh masyarakat pedesaan. Material ini digunakan sebagai pemikul beban yang berada pada konstruksi rumah sederhana [7]. Material ini memiliki karakteristik higroskopis dengan kemampuan tinggi dalam menyerap kelembaban dari lingkungan sekitarnya. Secara umum, batu bata dengan mutu unggul cenderung memiliki tingkat absorpsi air dan kelembaban yang relatif rendah, sehingga lebih tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan. Adapun spesifikasi material untuk bata

merah nilai modulus elastisitasnya berada pada angka 5.325,81 MPa. Untuk parameter Poisson's Ratio sebesar 0,18 dan berat jenisnya sebesar 16,68 kN/m³.

2.2 Bata Ringan

Bata ringan merupakan material konstruksi berbasis beton aerasi yang memiliki karakteristik mekanis unggul, efisiensi ekonomis tinggi, serta homogenitas dimensi yang presisi, sekaligus memenuhi standar keberlanjutan sebagai material ramah lingkungan. Secara umum, produk ini diproduksi dengan dimensi panjang sekitar 600 mm dan tinggi 200 mm, dengan variasi ketebalan yang berkisar antara 75 mm, 100 mm, 125 mm, 150 mm, 175 mm, hingga 200 mm, guna memenuhi kebutuhan spesifik dalam berbagai aplikasi struktural dan arsitektural [9]. Proses produksi bata ringan melalui teknologi proses terbaru dan biasanya digunakan dalam pembuatan dinding ataupun dapat digunakan sebagai panel lantai. Keunggulannya sangat bervariasi, dari berkekuatan tekan tinggi namun ringan secara massa, kemampuan yang baik terhadap isolasi suara, mudah di bentuk dan mempercepat pelaksanaan proses konstruksi [2]. Adapun spesifikasi material untuk bata merah ringan modulus elastisitasnya berada pada angka 1.119,47 MPa. Untuk parameter Poisson's Ratio sebesar 0,15 dan berat jenisnya sebesar 6,61 kN/m³.

2.3 Analisis Respon Spektrum

Analisis respons spektrum merupakan salah satu metode analisis dinamis dalam evaluasi perilaku struktur terhadap pengaruh gempa bumi. Pendekatan ini mempertimbangkan respons dinamis akibat gerakan tanah yang berinteraksi dengan struktur bangunan. Analisis ragam respons spektrum diperoleh melalui superposisi respons dari masing-masing ragam getar yang berkontribusi terhadap perilaku dinamis struktur. Prinsip utama dalam analisis ini melibatkan analisis modal, yang bertujuan untuk menentukan periode fundamental elastis serta identifikasi ragam getar yang muncul ketika struktur mengalami eksitasi seismik [3].

Adapun parameter pemenuhan respon spektrum diadaptasi melalui *website* Desain Spektra Indonesia (RSA) Kementerian PUPR yaitu untuk parameter S_s (Percepatan respon spektra pada periode awal) dan S_1 (Percepatan respon spektrum maksimum, pada 1 detik) dan perhitungan pembebanan gempa dihitung melalui SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung dengan alur perhitungan dari **Persamaan 1 hingga Persamaan 4** berikut.

$$S_{MS} = F_a S_s \quad (1)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \quad (2)$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (4)$$

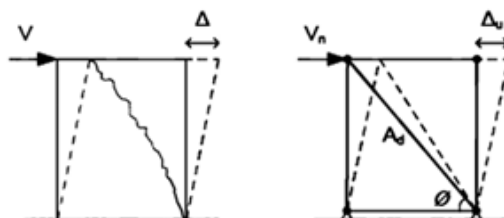
Dengan, F_v bermakna koefisien situs periode panjang (periode 1s), F_a merupakan koefisien situs periode pendek (periode 0,2 s) yang dapat ditentukan melalui SNI 1726-2019 (**Tabel 6** dan **Tabel 7**). Dan untuk parameter yang dihitung antara lain S_{MS} adalah respons spektrum percepatan teruntuk periode pendek dan S_{M1} untuk periode 1s. Sedangkan untuk S_{DS} dinotasikan sebagai percepatan spektral desain untuk periode pendek lainnya S_{D1} untuk percepatan spektral desain pada periode 1s.

2.4 Diagonal Tekan Ekuivalen

Dinding pengisi merupakan elemen arsitektural yang berfungsi sebagai partisi pemisah baik pada bagian interior maupun eksterior bangunan dalam sistem struktur portal beton bertulang

maupun portal baja. Karena proses konstruksinya umumnya dilakukan secara bersamaan dengan tahap penyelesaian akhir bangunan (*finishing*), dinding pengisi sering dikategorikan sebagai elemen non-struktural. Namun, dalam analisis perilaku inelastik portal isi, konsep diagonal tekan ekuivalen yang diperkenalkan oleh Saneinejad dan Hobbs (1995) memberikan pendekatan mekanistik untuk mengevaluasi interaksi antara dinding pengisi dan struktur utama dalam kondisi pembebanan lateral akibat gempa atau angin [13].

Pendekatan analitis ini didasarkan pada asumsi bahwa sistem portal isi berperilaku sebagai portal berpenopang, di mana dinding pengisi dikarakterisasi sebagai elemen diagonal tekan ekuivalen. Prinsip dasar dari metode ini hanya mempertimbangkan kapasitas dinding pengisi dalam menahan gaya tekan, tanpa memperhitungkan kontribusinya terhadap gaya tarik. Sesuai dengan konsep tersebut, dinding pengisi dimodelkan sebagai elemen struktural berbentuk diagonal yang menghubungkan kolom-kolom pada portal, sehingga memungkinkan representasi sistem portal berpenopang ekuivalen untuk dianalisis secara numerik menggunakan perangkat lunak analisis struktur sebagai portal berpenopang konvensional [1,11-12].



Gambar 1. Simulasi dinding bata dengan beban lateral dan deformasi dari dinding bata (kiri) dan beban lateral dan deformasi dari dinding bata sebagai bresing tekan [10]

Metode pemodelan diagonal tekan ekuivalen menggunakan pendekatan perbandingan perhitungan diameter untuk strut tekan dengan bentuk bulat *solid* dengan simplikasi karakteristik bata hebel. **Persamaan 5** digunakan untuk menentukan diameter strut adalah sebagai berikut.

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A_d}{\pi}} \quad (5)$$

Dengan, A_d merupakan luas penampang *strut* [mm^2] yang dihasilkan dari **Persamaan 6** di bawah ini.

$$A_d = \frac{L_d T_b}{\lambda \cos^2 \theta} \quad (6)$$

Dengan, L_d dinotasikan sebagai panjang dimensi dinding bata [mm], T_b sebagai notasi ketebalan dinding [mm], θ merupakan sudut kemiringan strut dan λ merupakan koefisien pengali untuk dinding bata yang diadaptasi melalui **Persamaan 7 hingga Persamaan 9** ini.

$$L_d = \sqrt{W_b^2 + H_b^2} \quad (7)$$

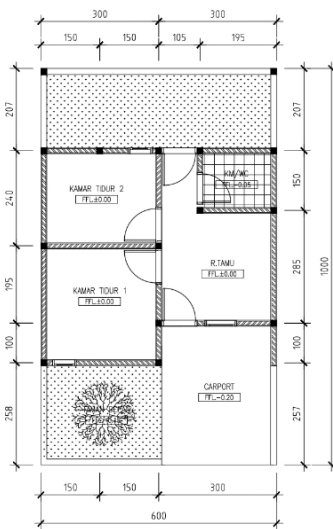
$$\theta = \tan^{-1} \frac{H_b}{W_b} \quad (8)$$

$$\lambda = \left(\frac{5}{3} + \frac{3}{2} \nu \right) \frac{W_b}{H_b} + \left(2 + \frac{7}{4} \nu \right) \frac{H_b}{W_b} + \left(2 + \frac{3}{2} \nu \right) \frac{H_b^3}{W_b^3} \quad (9)$$

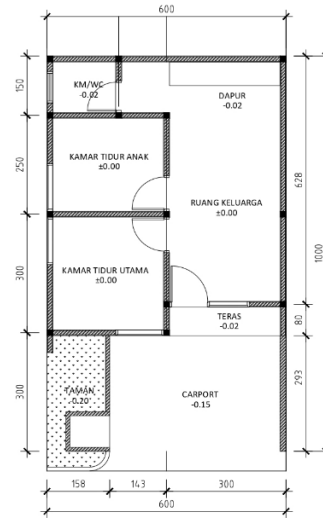
Untuk W_b merupakan lebar dinding bata [mm], ν merupakan *poisson's ratio* dan H_b merupakan tinggi dinding bata [mm] [9].

2.6 Metode Penelitian

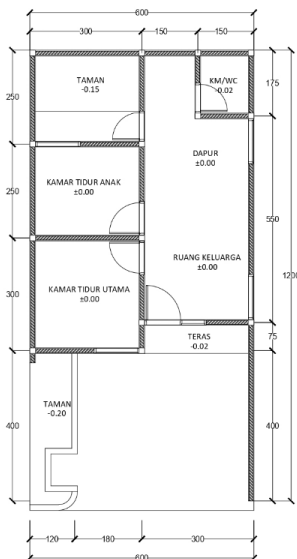
Penelitian ini menggunakan metode empiris dengan melakukan analisis struktur bangunan melalui perangkat lunak ETABS. Pemodelan bangunan yang dilakukan dengan struktur kolom, balok, dinding dan atap. Pemodelan dinding menggunakan *strut* yang mewakili dinding, dengan melakukan perhitungan dimensi diameter *strut* yang akan diinputkan melalui ETABS. Berikut ini **Gambar 2** mengenai denah rumah sebagai objek penelitian yang dimodelkan melalui ETABS, rumah akan dimodelkan dengan komponen strut pembentuk dinding dengan data material.



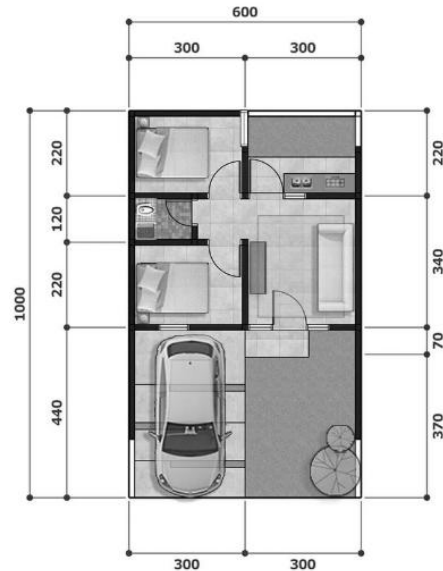
(a)



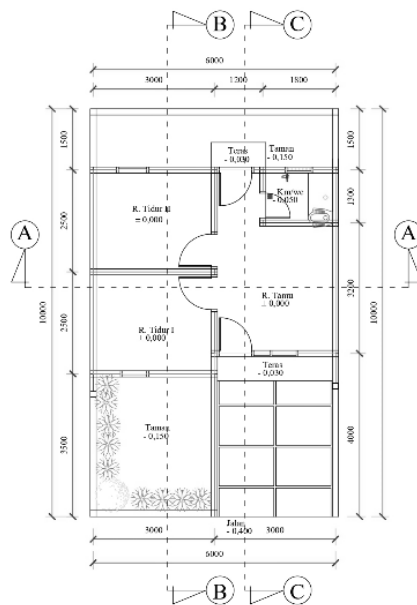
(b)



(c)



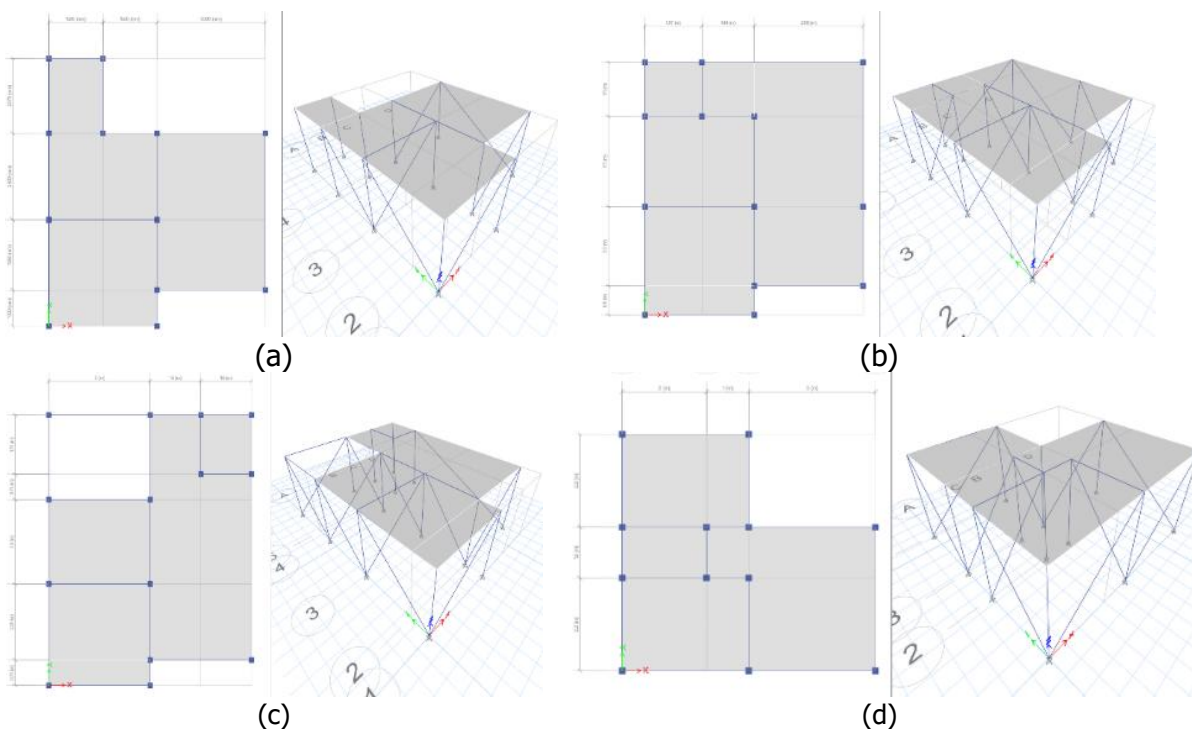
(d)

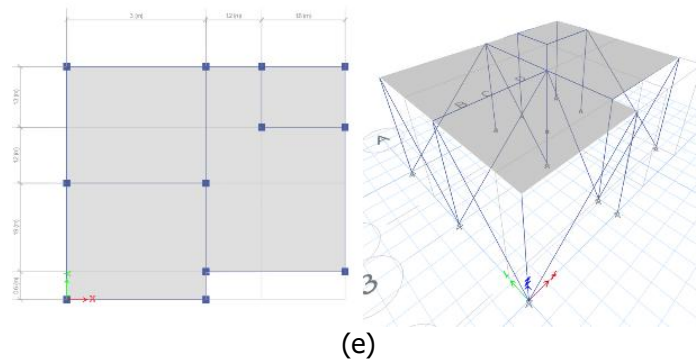


(e)

Gambar 2. Denah rumah (a) A; (b) B; (c) C; (d) D; (e) E

Fitur ETABS sangat bervariasi, selain dapat memodelkan rumah, ETABS juga dapat menganalisis hasil perpindahan akibat simulasi gaya gempa sehingga dapat menghitung kekakuan struktur sesuai dengan nilai modulus material, mutu beton, poisson's ratio, berat jenis dan juga dimensi. ETABS juga dapat menggambarkan grafik gaya dalam balok dan kolom, sehingga melalui hasil yang ditampilkan dapat melakukan analisis kekuatan gaya dalam struktur bangunan. Adapun kelima denah rumah yang menjadi objek penelitian tersebut dimodelkan dalam ETABS seperti **Gambar 3** berikut ini.



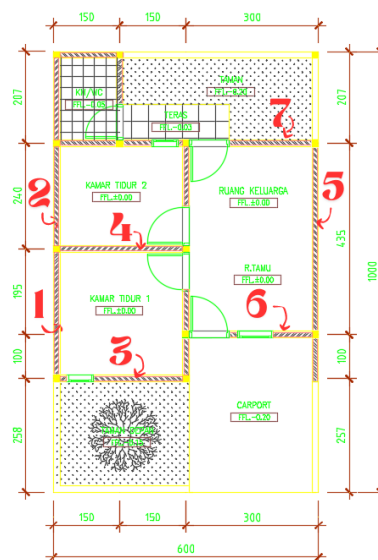


Gambar 3. Pemodelan ETABS rumah (a) A; (b) B; (c) C; (d) D; (e) E

Pada model di ETABS ini atap dimodelkan sebagai model simulasi yang memuat penyaluran gaya yang bekerja pada komponen struktur elemen vertikal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan studi literatur yang menjadi acuan penentuan diameter *strut* untuk masing masing dinding pengisi dilakukan perhitungan dengan alur tersebut, sebagai contoh perhitungannya digunakan untuk rumah A pada nomor dinding 1 seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Penomoran dinding rumah A dengan material penyusun dinding bata merah

Dengan material dinding penyusun bata merah, dengan data data yang akan menjadi parameter untuk ditambahkan ke dalam material properti ETABS adalah berat jenis 16,68 kN/m³; modulus elastisitas sebesar 5.325,81 MPa; dan parameter perhitungan dimensi *strut* yang diambil dari salah satu dinding pada rumah A yaitu untuk tinggi dinding bata (H_b) sebesar 3.000 mm; lebar dinding bata (W_b) sebesar 2.950 mm; ketebalan dinding bata (T_b) sebesar 100 mm dan poisson's ratio (ν) sebesar 0,18; maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$L_d = \sqrt{2.950^2 + 3.000^2} = 4.207,43 \text{ mm}$$

$$\lambda = \left(\frac{5}{3} + \frac{3}{2} \cdot 0,18\right) \frac{2.950}{3.000} + \left(2 + \frac{7}{4} \cdot 0,18\right) \frac{3.000}{2.950} + \left(2 + \frac{3}{2} \cdot 0,18\right) \frac{3.000^3}{2.950^3} = 6,65$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{3.000}{2.950} = 0,79$$

$$A_d = \frac{4.207,43 \times 100}{6,65 \cos^2(0,79)} = 12.8779,4 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 12.8779,4}{\pi}} = 405,03 \text{ mm}$$

Perhitungan diameter *strut* dilakukan secara sistematis untuk setiap jenis dinding berdasarkan keberadaan kolom pemisah, sehingga masing-masing model memperoleh jumlah diameter *strut* yang sesuai dengan jumlah dinding yang telah ditentukan. Metode ini memastikan bahwa setiap dinding dalam sistem struktural dianalisis secara konsisten sesuai dengan konfigurasi geometri dan distribusi beban lateralnya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dinding pada rumah A, sebagaimana ditunjukkan dalam penomoran pada **Gambar 4** dan **Tabel 2**, memiliki variasi diameter *strut* yang bergantung pada karakteristik material dinding, tinggi struktur, serta interaksi antara dinding pengisi dan elemen struktural utama. Dengan mempertimbangkan parameter ini, analisis yang dilakukan bertujuan untuk mengoptimalkan kontribusi dinding terhadap kekakuan lateral struktur guna meningkatkan ketahanan terhadap beban gempa. Selanjutnya, dengan cara yang sama dilakukan perhitungan dimensi *strut* ekuivalen untuk model Rumah B, C, D, dan E (material dinding bata merah maupun bata ringan). Hasil ditampilkan pada **Tabel 3 hingga Tabel 6**.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Strut* Rumah A [mm]

Dinding	Bata Merah	Bata Ringan
1	405,03	354,66
2	365,33	319,89
3	385,57	337,62
4	408,45	357,65
5	491,84	430,67
6	336,35	294,52
7	362,35	317,28

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan *Strut* Rumah B [mm]

Dinding	Bata Merah	Bata Ringan
1	407,12	356,49
2	354,83	310,70
3	274,70	275,99
4	329,90	428,13
5	287,53	310,70
6	272,19	337,47
7	241,99	316,93
8	253,36	373,24
9	351,34	494,36
10	512,16	519,67

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan *Strut* Rumah C [mm]

Dinding	Bata Merah	Bata Ringan
1	407,12	356,49
2	488,93	428,13
3	446,33	390,83
4	385,40	337,47
5	358,62	314,03
6	315,18	275,99
7	540,04	472,89
8	385,40	337,47

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan *Strut* Rumah D [mm]

Dinding	Bata Merah	Bata Ringan
1	362,14	317,00
2	381,39	333,84
3	422,89	370,17
4	356,95	312,45
5	450,20	394,08
6	343,56	300,73
7	454,60	397,92
8	405,67	355,10

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan *Strut* Rumah E [mm]

Dinding	Bata Merah	Bata Ringan
1	407,12	356,49
2	399,94	350,21
3	438,11	383,63
4	344,51	301,67
5	167,47	146,64
6	452,48	396,21

Parameter S_s dan S_1 diakses melalui website Respon Spektra Puskim PUPR dimana hasil parameter tersebut digunakan untuk menghasilkan parameter faktor skala, respon spektral dan percepatan desain seperti terlihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Faktor Skala Respon Spektrum

Rumah	S_s	S_1	F_s	F_v	Kelas Situs
A	1,105	0,476	1,016	2,247	SE (Tanah Lunak)
B	0,983	0,426	1,114	2,347	SE (Tanah Lunak)
C	0,983	0,426	1,114	2,347	SE (Tanah Lunak)
D	0,754	0,358	1,296	2,566	SE (Tanah Lunak)
E	0,871	0,430	1,203	2,340	SE (Tanah Lunak)

Adapun alur perhitungan untuk menentukan parameter respon spektral dan percepatan desain melalui rumus perhitungan yang tertera pada SNI 1726-2019 terkait faktor skala respon spektrum, dirangkum pada **Tabel 8** sebagai berikut.

Tabel 8. Respon Spektral dan Percepatan Desain

Rumah	S_{MS}	S_{M1}	S_{DS}	S_{D1}
A	1,222	1,072	0,748	0,714
B	1,095	1,001	0,730	0,667
C	1,094	1,001	0,730	0,667
D	0,978	0,920	0,652	0,613
E	1,048	1,006	0,699	0,670

Simpangan antar tingkat dideskripsikan sebagai pergerakan bangunan yang meninjau arah horizontal dan vertikal gerak bangunan akibat faktor kegempaan yang dihasilkan dari getaran pada simulasi pergerakan beban gempa. Untuk menghitung simpangan antar tingkat, menggunakan **Persamaan 10** dan **Persamaan 11** sebagai berikut.

$$\Delta = \frac{c_d}{I_e} \quad (10)$$

$$\Delta_a = 0,025 \times h \quad (11)$$

Dengan Δ merupakan simpangan antar tingkat desain; notasi c_d berartikan faktor pembesaran defleksi (SNI 1726-2019 Tabel 12); I_e merupakan notasi dari faktor keutamaan gempa yang bersumber dari SNI 1726-2019 Pasal 4.1.2; Δ_a merupakan simpangan izin; 0,025 berasal dari faktor kali sesuai jenis struktur; dan h merupakan ketinggian bangunan. Melalui hasil analisis

ETABS, simpangan antar tingkat tercantum dalam data pada **Tabel 9**. Hasil analisis perhitungan menunjukkan bahwa struktur yang diuji memenuhi kriteria terhadap perpindahan lateral akibat beban gempa.

Tabel 9. Simpangan Antar Tingkat

Rumah	Drift X		Drift Y	
	BM	BR	BM	BR
A	0,053	0,265	0,055	0,238
B	0,058	0,203	0,073	0,185
C	0,055	0,193	0,038	0,118
D	0,033	0,113	0,053	0,020
E	0,048	0,188	0,040	0,148

Berdasarkan evaluasi deformasi lateral, dinding yang disusun menggunakan bata ringan menunjukkan nilai simpangan yang lebih besar dibandingkan dengan dinding yang menggunakan bata ringan (*aerated lightweighted concrete*) sebagai material penyusunnya. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan sifat mekanis masing-masing material, di mana bata ringan memiliki densitas dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibandingkan bata merah, sehingga memberikan kontribusi kekakuan lateral yang lebih kecil terhadap sistem struktur. Sebaliknya, bata merah dengan karakteristik material yang lebih masif dan modulus elastisitas yang lebih tinggi mampu membatasi deformasi lateral secara lebih efektif, menghasilkan simpangan yang lebih kecil. Pemilihan jenis material dinding pengisi menjadi faktor yang signifikan dalam perancangan struktur tahan gempa khususnya deformasi lateral yang dapat mempengaruhi performa keseluruhan sistem bangunan.

Adapun deformasi akibat gempa arah X dan arah Y yang dihasilkan dari pemodelan ETABS disajikan dalam **Tabel 10** dan **Tabel 11**.

Tabel 10. Deformasi Akibat Arah Gempa [mm]

Rumah	Arah X			Arah Y		
	BM	BR	Persen Perbedaan	BM	BR	Persen Perbedaan
A	0,022	0,104	78,8 %	0,021	0,094	77,7 %
B	0,022	0,081	72,8 %	0,028	0,074	62,2 %
C	0,022	0,077	71,4 %	0,015	0,047	68,1 %
D	0,012	0,044	72,7 %	0,020	0,066	69,7 %
E	0,019	0,073	74,0 %	0,016	0,057	71,9 %

Persen perbedaan deformasi akibat faktor arah kegempaan untuk arah X dan arah Y memiliki perbedaan persentase yang signifikan, hal ini juga diakibatkan dari kekakuan material bata ringan yang lebih rendah dibandingkan material bata merah.

Untuk menentukan status bangunan yang kuat secara struktural maka diperhitungkan analisis strukturnya berdasarkan kapasitas momen, gaya geser dan juga gaya aksial, dan ditinjau melalui balok dan kolom pemikul beban terbesar.

Tabel 11. Analisis Kapasitas Momen [kNm] dan Geser [kN]

Rumah	Kapasitas Momen			Kapasitas Gaya Geser		
	Momen Nominal	Momen Nominal	Status	Gaya Geser Nominal	Gaya Geser Ultimate	Status
A	6,51	1,49	Memenuhi	23,48	1,67	Memenuhi
B	6,51	2,32	Memenuhi	23,48	1,96	Memenuhi
C	6,51	2,12	Memenuhi	23,48	1,58	Memenuhi
D	6,51	1,40	Memenuhi	23,48	1,73	Memenuhi
E	6,51	0,87	Memenuhi	23,48	1,17	Memenuhi

Untuk komponen struktur balok dan kolom, masing masing model rumah memiliki dimensi yang sama, hanya yang membedakan lokasi dan juga bentuk bangunan. Semua struktur bangunan dinyatakan memenuhi berdasarkan analisis struktur untuk balok, karena kapasitas momen dan gaya geser bangunan berada dibawah angka momen nominal dan juga gaya geser nominal.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan, yang melibatkan material penyusun material dinding hebel dan dinding bata pada kelima denah rumah yang berbeda dan juga lokasi yang berbeda material bata ringan terlihat memiliki pengaruh terhadap perpindahan dan juga deformasi yang lebih besar daripada bata merah. Hal ini dapat disebabkan oleh modulus elastisitas bata ringan yang lebih kecil nominalnya daripada bata merah, sehingga menyebabkan perpindahan dan deformasi yang lebih besar. Namun bukan berarti material bata ringan tidak aman sebagai material penyusun dinding, berdasarkan analisis izin perpindahan, kapasitas gaya dalam dan juga izin deformasi, bata ringan masih berada pada status memenuhi untuk keamanannya bagi rumah sederhana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan banyak salam dan sikap berterima kasih kepada Kementerian Ristek dikti serta Kementerian PUPR, melalui skema magang tahun 2024, melalui program ini penelitian ini dapat berlangsung dimana dapat mengadaptasi objek penelitian dari hasil lapangan selama magang berlangsung. Peneliti juga berterima kasih kepada developer dan juga perancangan perumahan Griya Permata 2 Kopkarin, Kertaharja Town House, Kurnia Puri Harmoni, dan juga Senopati Estate Ciujung karena peneliti berkesempatan mengadaptasi komponen bangunan sebagai objek penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W., Dewobroto, (2005). "Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi dengan "Equivalent Diagonal Strut", *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung*, 12(4), pp. 229–240. <https://doi.org/10.5614/jts.2005.12.4.1>
- [2] F., Hidayat, (2020). "Studi Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan Dengan Bata Merah", *Media Teknik Sipil*, X, pp. 797–800.
- [3] Hijriah, A. A., Sila, A., Isdyanto, M. N. L., Ola, F., Hamdi, M. B., Masgode, A., Aryadi, L. O., Dzakir, M. D., Astari, & L., Buarlele, (2023). "*Dinamika & Struktur Tahan Gempa*", CV. Tohar Media.
- [4] V. C., Laia, (2014). "Laporan Merdeka Belajar Kampus Merdeka Magang dan Studi Independen Bersertifikat 2024 Ditjen Perumahan Pengawas Struktur dan Konstruksi Perumahan Umum dan Komersial", Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- [5] Nurmaidah, & I. T., Budiani, (2020). "Perbaikan Kinerja Material Bahan Bangunan Untuk Rumah Sederhana" *Media Teknik Sipil*, 18(1), pp. 69–74. <https://doi.org/10.22219/jmts.v18i1.11200>
- [6] A., Ro'uf, A., Yulianto, & A., Budi, (2024). "Pengaruh Penambahan pasir Silika Kasar Terhadap Massa Jenis dan Daya Serap Air Batu Bata", *Media Teknik Sipil*, 22(1), pp. 24–30. <https://doi.org/10.22219/jmts.v22i1.29535>
- [7] O., Sehonanda, B. M. M., Ointu, W. J., Tamboto, dan R. R., Pandelege, (2020). "Kajian Uji Laboratorium Nilai Modulus Elastisitas Bata Merah Dalam Sumbangan Kekakuan Pada Struktur Sederhana", *Jurnal Sipil Statik*, 1(12), pp. 797–800.

- [8] W.S., Sinaga, R.H., Partogian, Wisnumurti, & A., Zacoeb, (2016). "Pengaruh Dimensi ukuran Batu Bata Merah Dan Campuran Mortar Terhadap Karakteristik Mekanik Pasangan Dinding", *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, pp. 1–10.
- [9] A., Zarkasi, (2021). "Permodelan Dinding Bata Ringan Menggunakan Software SAP 2000 V.18.2", *SIGMA: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), pp. 12–20.
- [10] Y. H., Chen, (2003). "Seismic Evaluation of RC Buildings In-Filled with Brick Walls", Ph.D Dissertation, Department of Architecture, National Cheng-Kung University, Tainan, Taiwan.
- [11] W. Dewobroto, (2005). "Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover", *Civil Engineering National Conference: Sustainability Construction & Structural Engineering Based on Professionalism – Unika Soegijapranata, Semarang*, pp. 1–28.
- [12] W., Dewobroto, (2006). "Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000", *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), pp. 7–24.
- [13] A., Saneinejad, & B., Hobbs, (1995). "Inelastic Design of Infilled Frames", *Journal Structural Engineering, ASCE*, 121(4), pp. 634–650.