

Analisis Perilaku Retak Dan Kekakuan Terhadap Dinding Pengisi Bata

DWI SAPUTRI

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.

dwisaputri@gmail.com

ABSTRAK

Analisis ini bertujuan untuk membandingkan perilaku retak dan kekakuan terhadap dinding pengisi bata, dimana dinding ini akan dimodelkan dengan tipe susunan setengah bata (model 1) dan tipe susunan satu bata (model 2), dengan variasi jenis bata yang berbeda yaitu bata merah, batako dan bata ringan. Langkah awal pemodelan dibuat model awal gedung dengan 4 lantai untuk melihat keamanan gedung dan untuk melihat balok dan kolom yang akan dianalisis dengan dinding pengisi. Analisis ini menghasilkan perbandingan tegangan von mises untuk retak dengan model 1 yaitu sebesar 28,786 MPa dengan beban lateral sebesar 15,627 KN, dan untuk retak dengan model 2 sebesar 17,312 MPa, dengan beban lateral sebesar 15,627 KN. Dimana didapat presentase keretakan yang terjadi pada 3 variasi jenis bata dengan tipe penyusunan berbeda, yaitu pada dinding bata merah = 6%; pada dinding pengisi batako = 15%; dan pada dinding pengisi bata ringan = 0%. Sedangkan perbandingan kekakuan pada dinding pengisi bata, yaitu: model 1 yaitu sebesar 107,34 KN/mm dengan beban lateral sebesar 15,627 KN, dan kekakuan dinding pengisi bata model 2 sebesar 164,02 KN/mm, dengan beban lateral sebesar 15,627 KN. Dimana didapat presentase kekakuan yang terjadi pada 3 variasi jenis bata dengan tipe penyusunan berbeda, yaitu pada dinding bata merah = 24%; pada dinding pengisi batako = 57%; dan pada dinding pengisi bata ringan = 0%.

Kata Kunci: Dinding pengisi, kekakuan, retak.

Analysis Of Cracked Behavior And Strengthening Of Brickfill Walls

ABSTRACT

This analysis aims to compare the cracking behavior and stiffness of masonry infill walls, where this wall will be modeled with a half brick type (model 1) and one brick type (model 2), with a variety of different types of brick, namely red brick, brick and brick. light brick. The initial step of modeling is made an initial model of a building with 4 floors to see the safety of the building and to see the beams and columns that will be analyzed with infill walls. This analysis resulted in a ratio of von misses stress for cracks with model 1 which was 28,786 MPa with a lateral load of 15,627 KN, and for cracks with model 2 was 17,312 MPa, with a lateral load of 15,627 KN. Where obtained the percentage of cracksthat occurred in 3 variations of brick types with different types of arrangement, namely the red brick wall = 6%; on the brick fill wall = 15%; and on the light brick infill wall = 0%. Meanwhile, the stiffness ratio of the masonry infill wall, namely: model 1 is 107,34 KN / mm with a lateral load of 15,627 KN, and the brick infill wall stiffness model 2 is 164,02 KN / mm, with a lateral load of 15,627 KN. Where the percentage of stiffness that occurs in 3 variations of brick types with different types of arrangement is obtained, namely the red brick wall = 24%; on the brick infill = 57%; and on the light brick infill wall = 0%.

Keywords: *Infill Wall, Stiffness, Cracks.*

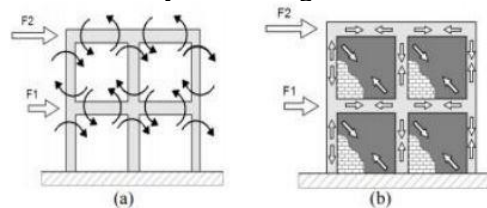
PENDAHULUAN

Dinding pengisi pada umumnya sering digunakan sebagai partisi pemisah dibagian dalam atau penutup luar bangunan pada struktur portal beton bertulang maupun struktur portal baja. Khususnya untuk bangunan rendah dan bertingkat sedang. Dinding pengisi tersebut dipasang apabila struktur utama selesai dikerjakan, jadi pelaksanaannya bersamaan dengan pelaksanaan finishing. Oleh karena itu, dalam perencanaannya struktur seperti portal para perencana umumnya tidak memperhitungkan komponen dinding pengisi sebagai komponen struktur (dianggap sebagai komponen non-struktur), bahkan keberadaannya tidak menjadi permasalahan dalam pemodelan struktur asalkan intensitas beban yang timbul sudah diantisipasi terlebih dahulu (missal, dianggap sebagai beban merata). Meskipun dikategorikan sebagai komponen non struktur tetapi dinding pengisi ini mempunyai kecenderungan berinteraksi dengan portal yang ditempatinya terutama bila ada beban horizontal (akibat gempa) yang besar. Interaksi yang timbul kadang menguntungkan kadang merugikan bagi kinerja portal terutama utamanya, dan hal tersebut menjadi perdebatan yang cukup lama (Dewobroto, 2005).

Dalam beberapa kasus gempa dapat diamati pada berbagai kasus gedung dengan pengaruh gempa, ternyata dinding bata ikut memikul beban lateral. Hal ini dibuktikan dengan adanya keretakan yang

terjadi pada dinding bata yang menunjukkan terjadinya transfer beban dari portal ke dinding bata. Selain itu, pada beberapa bangunan terjadi mekanisme keruntuhan soft-story. Keruntuhan soft-story ini diakibatkan karena konfigurasi dinding pengisi yang berbeda antara lantai satu dengan lantai-lantai di atasnya.

(Tanjung, 2016) melakukan penelitian eksperimental terhadap struktur portal tunggal beton bertulang yang diisi dinding bata merah serta diberikan beban lateral. Ketika dinding bata didesain sebagai elemen struktur, maka mekanisme transfer beban akan berubah dari sistem transfer portal menjadi sistem transfer rangka batang seperti Gambar 1.1 yaitu sebagai berikut:

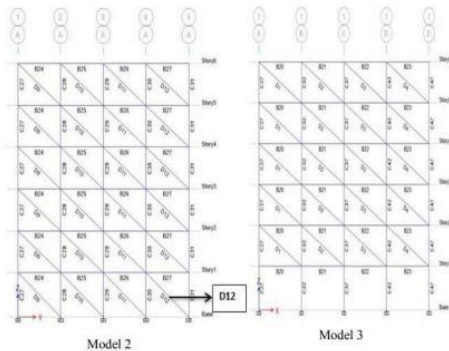


Gambar 1.1: Perilaku bingkai di bawah beban lateral: (a) rangka kosong, aksi rangka utama; (b) rangka isi, aksi rangka utama (Nicola et al., 2015).

Dengan melihat perpindahan yang terjadi diperoleh bahwa kekakuan infilled frame lebih tinggi dari kekakuan portal terbuka. Perpindahan infilled frame 52,5% lebih tinggi dari portal terbuka.

(Lee & Woo, 2002) melakukan penelitian analitis untuk melihat pengaruh dinding bata terhadap struktur portal beton bertulang. Penelitian tersebut membandingkan antara portal terbuka dan portal isi.

Metode yang digunakan adalah metode equivalent diagonal strut sesuai FEMA 356 di mana dinding dimodelkan sebagai bracing tekan seperti Gambar 1.2 adalah sebagai berikut:



Gambar 1.2: Struktur 6 lantai yang ditinjau (Lee & Woo, 2002).

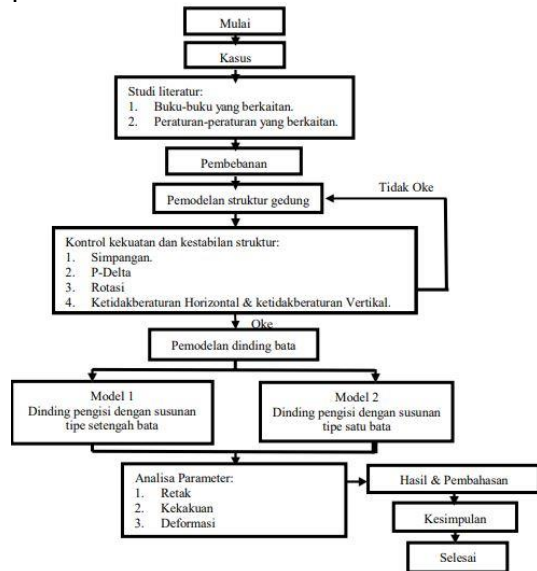
Ujung-ujung bracing yang berhubungan langsung dengan balok dan kolom dibuat sebagai sendi. Tebal dari bracing adalah sama dengan tebal dinding bata. Dari analisis tersebut diperoleh bahwa perioda fundamental, perpindahan, dan gaya geser dasar infilled frame lebih kecil dari portal terbuka. Oleh karena mekanisme transfer beban telah berubah menjadi sistem transfer rangka batang, maka gaya aksial pada kolom meningkat dan momennya berkurang.

Didasari oleh penelitian-penelitian di atas, maka dalam tugas akhir ini peneliti akan melakukan studi analisis mengenai perilaku retak dan kekakuan terhadap dinding pengisi bata. Pemodelan dinding bata dimodelkan sebagai elemen shell penuh dengan balok dan kolom tanpa tulangan. Pemodelan dilakukan dengan membandingkan susunan

pemasangan pasangan setengah bata dan pasangan satu bata dengan variasi jenis-jenis bata yang berbeda, dan analisis beban gempa akan menggunakan analisis respons spektrum oleh program software computer.

METODE PENELITIAN

Secara umum, metode penelitian dalam Tugas Akhir ini dibuat dalam suatu bagan alir seperti yang tampak pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1: Bagan alir.

Perhitungan pada struktur gedung berpedoman dalam peraturan PPPURG (1987) untuk beban mati, SNI 1726 (2019) untuk beban gempa, dan RSNI 1727 (2018) untuk beban angin dan kombinasi beban.

Pemodelan struktur gedung Struktur gedung dengan pemodelan 3D dan data struktur gedung yang digunakan dalam analisis ini antara lain:

- Fungsi Bangunan : Ruko (Toko)

- Tinggi Bangunan : 16 m
- Tinggi antar lantai : 4 m
- Lebar bangunan : 18 m
- Jumlah lantai : 4 Lantai (16 m)
- Lokasi : Aceh Tengah
- Material : Beton Bertulang
- Mutu Beton (f_c') : 30 MPa
- Mutu Baja Tul. Pokok, f_y : 400 MPa
- Mutu Baja Tul. Sengkang, f_y : 240 MPa
- Tebal Pelat Lantai : 12 cm
- Tebal Pelat Lantai Atap : 12 cm
- Jenis Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Pengecekan struktur gedung

Mencakup penentuan simpang antar lantai, P-Delta, Torsi, dan Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal.

Pemodelan dinding pengisi Balok, kolom, dan dinding yang ditinjau. Serta melakukan input pemodelan dimana Sebelum melakukan analisis, yang harus di input terlebih dahulu ialah spesifikasi material pada Engineering Data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis retak pada dinding Pengisi

Pola tegangan Von Misses, retak yang terjadi pada setiap model dinding pengisi, dan gaya geser maksimum 15627.00 KN. Pada analisis ini hanya dilakukan analisis linier sehingga untuk meningkatkan melebihi kuat batas dari dinding bata maka gaya geser yang terjadi dikalikan dengan R nya. Kegagalan yang terjadi pada suatu struktur rangka dengan dinding pengisi dipengaruhi oleh perbandingan

tinggi dan lebar bentang dinding pengisi serta kekakuan relatif komponen struktur rangka dari dinding pengisi serta variasi dari jenis dinding bata.

Table 4.1: Data analisis dinding pengisi.

Jenis Model	Mutu (MPa)	Tebal Dinding (mm)	Lebar Dinding (mm)	Tinggi Dinding (mm)
½ Bata Merah	3.91	110	5300	2700
Satu Bata Merah	3.91	240	5300	2700
½ Batako	4.96	100	5300	2700
Satu Batako	4.96	400	5300	2700
Bata Ringan	4.00	100	5300	2700

Dinding setengah bata merah

Adapun hasil perhitungan beban lateral yang terjadi saat retak pada dinding pengisi dengan susunan tipe setengah bata merah dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2: Besarnya beban lateral saat terjadi retak pada dinding pengisi dengan susunan setengah bata merah.

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Cek
0.2	625.09	0.89187	Tidak Retak
0.4	1250.20	1.8042	Tidak Retak
0.6	1875.30	2.7319	Tidak Retak
0.8	2500.40	3.6686	Tidak Retak
1	3125.50	4.6115	Retak
1.2	3750.50	5.5587	Retak
1.4	4375.60	6.5093	Retak
1.6	5000.70	7.4624	Retak
1.8	5625.80	8.4175	Retak

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Cek
2	6250.90	9.3743	Retak
2.2	6876.00	10.332	Retak
2.4	7501.10	11.292	Retak
2.6	8126.20	12.252	Retak
2.8	8751.30	13.212	Retak
3	9376.40	14.173	Retak
3.2	10001.00	15.135	Retak
3.4	10627.00	16.096	Retak
3.6	11252.00	17.059	Retak
3.8	11877.00	18.021	Retak
4	12502.00	18.984	Retak
4.2	13127.00	19.947	Retak
4.4	13752.00	20.911	Retak
4.6	14377.00	21.874	Retak
4.8	15002.00	22.838	Retak
5	15627.00	23.803	Retak

Retak awal yang didapat berdasarkan software computer terhadap pemodelan dinding pengisi setengah bata merah yaitu saat beban lateral mencapai 3125.50 KN

dengan nilai tegangan 4.6115 MPa. Pada saat beban lateral mencapai 15627.00 KN, tegangan retak menjadi sebesar 23.803 MPa. Ini terjadi karena dinding secara terus menerus terdorong sehingga dinding bata retak, dan berhenti setelah beban mencapai 15627.00 KN.

Dinding satu bata merah

Adapun hasil perhitungan beban lateral yang terjadi saat retak pada dinding pengisi dengan susunan tipe satu bata merah dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Table 4.3: Besarnya beban lateral saat terjadi retak pada dinding pengisi dengan susunan satu bata merah.

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Kuat Batas
0.2	625.09	0.650	Tidak Retak
0.4	1250.20	1.315	Tidak Retak
0.6	1875.30	1.990	Tidak Retak
0.8	2500.40	2.672	Tidak Retak
1	3125.50	3.357	Tidak Retak
1.2	3750.50	4.046	Retak
1.4	4375.60	4.737	Retak
1.6	5000.70	5.429	Retak
1.8	5625.80	6.123	Retak

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Kuat Batas
2	6250.90	6.818	Retak
2.2	6876.00	7.514	Retak
2.4	7501.10	8.211	Retak
2.6	8126.20	8.908	Retak
2.8	8751.30	9.607	Retak
3	9376.40	10.305	Retak
3.2	10001.00	11.004	Retak
3.4	10627.00	11.704	Retak
3.6	11252.00	12.404	Retak
3.8	11877.00	13.104	Retak
4	12502.00	13.805	Retak
4.2	13127.00	14.506	Retak
4.4	13752.00	15.207	Retak
4.6	14377.00	15.908	Retak
4.8	15002.00	16.610	Retak
5	15627.00	17.312	Retak

Retak awal yang didapat berdasarkan software computer terhadap pemodelan dinding pengisi satu bata merah yaitu saat beban lateral mencapai 3750.50 KN dengan nilai tegangan 4.046 MPa. Pada saat beban lateral mencapai 15627.00 KN, tegangan retak menjadi sebesar 17.312 MPa. Ini terjadi karena dinding secara terus

menerus terdorong sehingga dinding bata retak, dan berhenti setelah beban mencapai 15627.00 KN.

Dinding setengah batako

Adapun hasil perhitungan beban lateral yang terjadi saat retak pada dinding pengisi dengan susunan tipe setengah batako dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Table 4.4: Besarnya beban lateral saat terjadi retak pada dinding pengisi setengah batako.

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Kuat Batas
0.2	625.09	1.082	Tidak Retak
0.4	1250.20	2.188	Tidak Retak
0.6	1875.30	3.310	Tidak Retak
0.8	2500.40	4.444	Tidak Retak
1	3125.50	5.584	Retak
1.2	3750.50	6.730	Retak
1.4	4375.60	7.879	Retak
1.6	5000.70	9.032	Retak
1.8	5625.80	10.187	Retak

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Kuat Batas
2	6250.90	11.343	Retak
2.2	6876.00	12.502	Retak
2.4	7501.10	13.661	Retak
2.6	8126.20	14.822	Retak
2.8	8751.30	15.983	Retak
3	9376.40	17.145	Retak
3.2	10001.00	18.307	Retak
3.4	10627.00	19.470	Retak
3.6	11252.00	20.633	Retak
3.8	11877.00	21.797	Retak
4	12502.00	22.961	Retak
4.2	13127.00	24.125	Retak
4.4	13752.00	25.290	Retak
4.6	14377.00	26.455	Retak
4.8	15002.00	27.620	Retak
5	15627.00	28.786	Retak

Retak awal yang didapat berdasarkan software computer terhadap pemodelan dinding pengisi Setengah batako yaitu saat beban lateral mencapai 3125.50 KN dengan nilai tegangan 5.584 MPa. Pada saat beban lateral mencapai 15627.00 KN, tegangan retak menjadi sebesar 28.786 MPa. Ini terjadi karena dinding secara terus menerus terdorong sehingga dinding bata retak, dan berhenti setelah beban mencapai 15627.00 KN.

Dinding satu batako

Adapun hasil perhitungan beban lateral yang terjadi saat retak pada dinding pengisi dengan susunan tipe satu batako dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Table 4.2: Besarnya beban lateral saat terjadi retak pada dinding pengisi dengan satu batako.

Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Cek
0.2	625.09	0.546	Tidak Retak
0.4	1250.20	1.099	Tidak Retak
0.6	1875.30	1.657	Tidak Retak
0.8	2500.40	2.221	Tidak Retak
1	3125.50	2.787	Tidak Retak
1.2	3750.50	3.355	Tidak Retak
1.4	4375.60	3.924	Tidak Retak
1.6	5000.70	4.495	Tidak Retak
1.8	5625.80	5.066	Retak
2	6250.90	5.638	Retak
2.2	6876.00	6.211	Retak
2.4	7501.10	6.784	Retak
2.6	8126.20	7.358	Retak
2.8	8751.30	7.932	Retak
3	9376.40	8.506	Retak
3.2	10001.00	9.081	Retak
3.4	10627.00	9.656	Retak
3.6	11252.00	10.231	Retak
3.8	11877.00	10.807	Retak
4	12502.00	11.382	Retak
4.2	13127.00	11.958	Retak
4.4	13752.00	12.534	Retak
4.6	14377.00	13.110	Retak
4.8	15002.00	13.686	Retak
5	15627.00	14.262	Retak

Retak awal yang didapat berdasarkan software computer terhadap pemodelan dinding pengisi satu batako yaitu saat beban lateral mencapai 5625.80 KN dengan nilai tegangan 5.066 MPa. Pada saat beban lateral mencapai 15627.00 KN, tegangan retak menjadi sebesar 14.262 MPa. Ini terjadi karena dinding secara terus menerus terdorong sehingga dinding bata retak, dan berhenti setelah beban mencapai 15627.00 KN.

Dinding setengah bata ringan

Adapun hasil perhitungan beban lateral yang terjadi saat retak pada dinding pengisi dengan susunan tipe setengah bata ringan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6: Besarnya beban lateral saat terjadi retak pada dinding pengisi dengan setengah bata ringan.

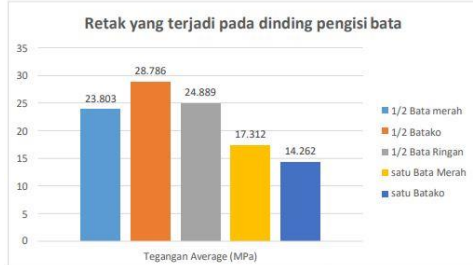
Time (s)	Beban Lateral (KN)	Tegangan Average (MPa)	Kuat Batas
0.2	625.09	0.93159	Tidak Retak
0.4	1250.20	1.889	Tidak Retak
0.6	1875.30	2.8609	Tidak Retak
0.8	2500.40	3.8414	Tidak Retak
1	3125.50	4.8276	Retak
1.2	3750.50	5.8127	Retak
1.4	4375.60	6.8063	Retak
1.6	5000.70	7.8028	Retak
1.8	5625.80	8.8014	Retak
2	6250.90	9.8017	Retak
2.2	6876.00	10.804	Retak
2.4	7501.10	11.806	Retak
2.6	8126.20	12.81	Retak
2.8	8751.30	13.814	Retak
3	9376.40	14.819	Retak
3.2	10001.00	15.824	Retak
3.4	10627.00	16.83	Retak
3.6	11252.00	17.836	Retak
3.8	11877.00	18.842	Retak
4	12502.00	19.849	Retak
4.2	13127.00	20.856	Retak
4.4	13752.00	21.864	Retak
4.6	14377.00	22.872	Retak
4.8	15002.00	23.88	Retak
5	15627.00	24.889	Retak

Retak awal yang didapat berdasarkan software computer terhadap pemodelan dinding pengisi setengah bata ringan yaitu saat beban lateral mencapai 3125.50 KN dengan nilai tegangan 4.8276 MPa. Pada saat beban lateral mencapai 15627.00 KN, tegangan retak menjadi sebesar 24.889 MPa. Ini terjadi karena dinding secara terus menerus terdorong sehingga dinding bata retak, dan berhenti setelah beban mencapai 15627.00 KN.

Perbandingan hasil analisis retak pada dinding pengisi

Pada gambar 4.6 dapat dilihat perbandingan hasil pemeriksaan retak pada setiap dinding pengisi dengan bentang 6 m dan tinggi 4 m, menggunakan software computer. Pada setiap dinding pengisi perbandingan yang terdapat tidak jauh berbeda, akan tetapi dapat dilihat bahwasannya dimensi dan

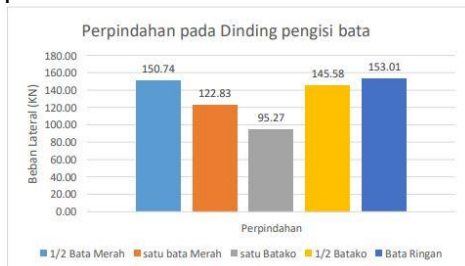
mutu yang berbeda sangat berpengaruh untuk terjadinya retak.



Gambar 4.6: Hasil analisis retak pada dinding pengisi.

Hasil analisis kekakuan dan perpindahan dinding pengisi

Kekakuan diperoleh dari perbandingan antara beban lateral dengan besarnya perpindahan yang terjadi akibat pembebanan. erbandingan kekakuan dan perpindahan dinding pengisi untuk setiap model dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8



Gambar 4.7: Hasil analisis perpindahan pada dinding pengisi.



Gambar 4.8: Hasil analisis Kekakuan pada dinding pengisi.

Dari Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 terlihat perbandingan hasil pemeriksaan kekakuan dan perpindahan dinding pengisi terhadap balok dan kolom. Dapat disimpulkan bahwa kekakuan yang terjadi pada setiap dinding pengisi perbandingan yang terdapat tidak jauh berbeda, akan tetapi dapat dilihat bahwasannya dimensi dan mutu yang berbeda sangat berpengaruh terhadap kekakuan, semakin tebal dimensi maka kekakuan juga besar dan semakin besar beban yang terjadi dan kecilnya perpindahan yg terjadi maka semakin besar pula kekakuan yg terjadi.

KESIMPULAN

Model 1 yang mengalami retak lebih besar terhadap dinding pengisi bata adalah batako yaitu sebesar 28.786 MPa. Dan model 2 yang mengalami retak lebih besar terhadap dinding pengisi bata adalah bata merah yaitu sebesar 17.312 MPa. Sehingga didapatkan presentasi perbandingan terjadinya keretakan pada model 1 dan model 2 dengan variasi jenis bata yang berbeda yaitu:

- Bata merah = 6%
- Batako = 15%
- Bata ringan = 0%

Model 1 yang mengalami perpindahan dan kekakuan lebih besar terhadap dinding pengisi bata adalah batako. Dan model 2 yang mengalami perpindahan dan kekakuan lebih besar terhadap dinding pengisi bata adalah batako. Sehingga didapatkan presentasi perbandingan perpindahan dan

Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]
Vol 1 Nomor 2 Oktober 2021, hal: 1-11
ISSN:

kekakuan terhadap dinding pengisi pada model 1 dan model 2 dengan variasi jenis bata yang berbeda yaitu:

- Bata merah = 24% untuk kekakuan dan untuk perpindahan 28%

- Batako = 57% untuk kekakuan dan untuk perpindahan 50%

- Bata ringan = 0% untuk kekakuan dan untuk perpindahan 50%

**DAFTAR ISI
JURNAL**

- Anonim. (2018). Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Bsn.
- BSN. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–265. www.BSN.go.id
- BSN. (2015). SNI-1729-2015: Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural Badan Standardisasi Nasional. Badan Standarisasi Nasional. www.bsn.go.id
- Cintac. (2010). Manual Técnico Instadeck. 7. https://www.cintac.cl/pdf/manual_instadeck.pdf
- Colaborante, P. (2004). Instadeck. Departemen Pekerjaan Umum. (2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Standar Nasional Indonesia.
- Frapanti, S. (2018). Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover. Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(1), 41-46.
- Hadipramana, J., & Syahputra, J. (2021). PERBANDINGAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PLAIN WALL BETON RINGAN ANTARA CAMPURAN STYROFOAM DENGAN LAPISAN COATING DAN ABU SEKAM PADI DENGAN FLY ASH. PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL, 1(2).
- Hadipramana, J., Aguslinar, A., Pratiwi, D. N., & Ginting, N. W. (2019, October). Program Pendampingan Remaja Terhadap Dampak Teknologi Digital Terhadap Gaya Hidup di Desa Sidodadi Ramunia, Kabupaten Deli Serdang. In Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 1, No. 1, pp. 378-383).
- Lantai, P., Slab, D., Jenis, B., & Tulangan, D. (n.d.). 1823_Chapter_V. 132–332.
- Lubis, S., Damanik, W. S., & Siregar, M. A. (2021, January). DESIGN OF QIBLAT DIRECTION USING HMc 5883L SENSOR. In Proceeding International Seminar of Islamic Studies (Vol. 2, No. 1, pp. 178-184).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT, 2(2), 229-237.
- Lubis, S. (2018). Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 2(1), 44-53.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 2 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 2(2), 104-114.

- Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(2), 85-92.
- Lubis, S., Siregar, C. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). Kajian Eksperimen Defformasi Tekanan Pada Struktur Sarang Lebah Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Yang Diuji Secara Statis. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 01-10.
- Made Budiwati, I. (2012). Pengujian Kekuatan Penghubung Geser Yang Terbuat Dari Baja Tulangan Berbentuk $\hat{\text{A}}\text{C}\hat{\text{E}}\text{u}$ Terbalik. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 16(2), 212–221.
- OLLGAARD JG, SLUTTER RG, & FISHER JW. (1971). Shear strength of stud connectors in lightweight and normalweight concrete. Eng J Amer Inst Steel Constr, 8(2), 55–64.
- Pade, M. M. M., Kumaat, E. J., Tanudjaja, H., & Pandaleke, R. (2013). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud. Jurnal Sipil Statik, 1(7), 479–485.
- PU, D. (1987). PPPURG_1987.pdf.
- Riza, F. V., & Ariani, R. (2019, October). Pelatihan Manajemen Keuangan Berbasis Excel pada Unit Up2k di Desa Galang Suka. In Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 1, No. 1, pp. 373-377).
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL, 1(2).
- Rozi, M. F. (2012). Pengaruh Panjang Daerah Pemasangan Shear Connector Pada Balok Komposit Terhadap Kuat Lentur Muhammad Fakhrrur Rozi. 1–7.
- Sumampouw, F. M., Wallah, S. E., Ointu, B. M. M., & Dapas, S. O. (2018). Dengan Plat Beton. 6(7), 449–460.
- Tumimomor, M. E., Dapas, S. O., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2016). Analisis Penghubung Geser (Shear Connector) Pada Balok Baja Dan Pelat Beton. Jurnal Sipil STatik Vol.4 No.8 Agustus 2016 (461-470), 4(8), 461–470.
- Wijaya, Y., Sipil, D., Teknik, F., & Indonesia, U. (2008). Akibat Beban Semi Siklik Behavior Study of Partially Prestress Concrete Beam Under Semi - Cyclic Loads With Numerical Method.
- Zulkarnain, F., & Dewi, I. (2021). Bimbingan Dan Pelatihan Kepada Masyarakat Tentang Pembagian Harta Warisan Menurut Islam Di Ranting Tanjung Gusta Medan. JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 6(1), 70-81.
- Zulkarnain, F., & Dewi, I. D. (2020). PKM Pembuatan Saluran Drainase Dusun li Jln Inpres Desa Tanjung Gusta Untuk Mengatasi Banjir. JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(1), 1-5.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK PENELITIAN RISET TERAPAN/MATERIAL MAJU (PPT) TAHUN ANGGARAN 2017. KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.
- Zulkarnain, F. (2021). SURAT PERJANJIAN PENUGASAN PELAKSANAAN HIBAH PROGRAM

Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]
Vol 1 Nomor 2 Oktober 2021, hal: 1-11
ISSN:

IPTEK BAGI MASYARAKAT TAHUN
ANGGARAN 2017. KUMPULAN
BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.
Zulkarnain, F. (2021). SURAT
PERJANJIAN PENUGASAN
PELAKSANAAN HIBAH PROGRAM
IPTEK BAGI MASYARAKAT TAHUN
ANGGARAN 2017. KUMPULAN
BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.