

Kuat Lentur Dinding Panel Beton Busa dengan Perkuatan *Wiremesh****Flexural Strength of Foam Concrete Wall Panels with Wiremesh Reinforcement*****Erwin Rommel¹, Yunan Rusdianto², Rofikatul Karimah³, Lukito Prasetyo⁴,
Anel Prasyas³**^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
Jalan Raya Tlogomas No. 246 Malang
Email: erwin_r@umm.ac.id**Abstract**

Energy and environmental problems are the main issues that occur in developed countries and developing countries, including Indonesia. The geographical condition of the country of Indonesia, which is located in a tropical climate and is largely passed by the earthquake zone, it is necessary to design a building that is designed in addition to earthquake resistance must also have the concept of energy-efficient buildings. Earthquake-resistant and energy-efficient buildings are the dream of buildings in the future, where lightweight buildings are needed, good insulation properties, optimal spatial planning, and buildings that utilize energy in the surrounding environment. Foam concrete wall panels are an alternative to light weight, fast installation and can be mass produced at the factory. The aim of this research was to determine the mechanical characteristics of foam concrete wall panels by using reinforcement wire mesh. The panel wall size 900 mm x 300 mm x 80 mm is made with a mixture of cement and sand 1: 2.75 factor of cement water 0.425 and 2% foam agent of 15 units. Every 3 specimens are made with non-reinforced (PD) wall panels, styrofoam wall panels in the middle (PDS), palm fiber wall panels (PDF), 4 mm wiremesh wall panels (PDM) and panel walls with wiremesh 4 mm and styrofoam (PDMS). Flexural testing is carried out by the four-point-bending method, with observing crack loads, ultimate loads, displacements and crack patterns that occur. The test results obtained that the flexural strength of wall panels using wiremesh increased up to six times, while the flexural stiffness increased twice compared to wall panels without wiremesh. The crack pattern that occurs in wiremesh panel walls results in a more even distribution of cracks with ductile collapse failure, whereas panel walls without flexural strength reinforcement are brittle.

Keywords: Wall Panels; Foam Concrete; Flexural Strength; Bending Stiffness; Crack Pattern

Abstrak

Permasalahan energi dan lingkungan menjadi issue utama yang terjadi di negara-negara maju dan negara yang sedang berkembang tidak terkecuali di Indonesia. Kondisi geografis negara Indonesia yang terletak pada iklim tropis dan sebagian besar dilewati wilayah gempa, maka diperlukan desain bangunan yang dirancang selain tahan gempa juga harus memiliki konsep bangunan hemat energi. Bangunan tahan gempa dan hemat energi adalah impian bangunan dimasa mendatang, dimana dibutuhkan bangunan yang ringan, sifat insulasi yang baik, tata ruang optimal, serta bangunan yang memanfaatkan energi pada lingkungan sekitar. Dinding panel beton busa menjadi salah satu alternatif selain bobotnya ringan, pemasangannya cepat dan dapat diproduksi massal dipabrik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik dari dinding panel beton busa dengan memakai perkuatan *wire mesh*. Dinding panel berukuran 900 mm x 300 mm x 80 mm mm dibuat dengan campuran semen dan pasir 1:2,75 faktor air semen 0,425 dan 2% foam agent sebanyak 15 unit. Setiap 3 benda uji dibuat dengan dinding panel tanpa perkuatan (PD), dinding panel diberi *styrofoam* pada bagian tengah (PDS), dinding panel dengan serat ijuk (PDF), dinding panel dengan *wiremesh 4 mm* (PDM) dan dinding panel dengan *wiremesh 4 mm* dan *styrofoam* (PDMS). Pengujian lentur dilakukan dengan metode *four-point-bending* dengan mengamati beban retak, beban ultimit, displacemen dan pola retak yang terjadi. Hasil pengujian diperoleh bahwa kuat lentur dinding panel yang memakai *wiremesh* meningkat hingga enam kalinya dan kekakuan lenturnya meningkat dua kali dibandingkan dengan panel dinding tanpa *wiremesh*. Pola retak yang terjadi pada dinding panel dengan *wiremesh* menghasilkan penyebaran retak yang lebih merata dengan keruntuhan lentur bersifat daktail, sedangkan dinding panel tanpa perkuatan menunjukkan keruntuhan lentur bersifat getas.

Kata kunci: Dinding Panel; Beton Busa; Kuat Lentur; Kekakuan Lentur; Pola Retak

Please cite this article as:

Rommel, E., Rusdianto, Y., & Karimah, R. (2020). Kuat Lentur Dinding Panel Beton Busa dengan Perkuatan Wiremesh. *Media Teknik Sipil*, 18(1), 1-8. doi:<https://doi.org/10.22219/jmts.v18i1.11099>

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang sangat besar di dunia. Indonesia juga memiliki posisi geografis yang unik dimana wilayah Indonesia berposisi diantar tiga lempengan bumi yang masih aktif, tiga lempeng tersebut dikenal dengan Lempeng Fasifik, Lempeng Indo-Australia, dan juga Lempeng Eurasia. Lempengan bumi aktif adalah lempengan yang masih bergerak sampai saat ini dan saling berinteraksi atau bertabrakan satu sama lain yang apabila hal tersebut terjadi maka akan menghasilkan tumpukan energi yang memiliki ambang batas tertentu atau yang bisa kita sebut dengan gempa bumi. Dengan perihal tersebut bangunan tahan gempa merupakan salah satu solusi alternatif, dan bangunan tahan gempa dapat diperoleh dari komponen bangunan yang dibuat lebih ringan. Salah satu inovasinya adalah dinding ringan yang dibuat dari beton busa, hal tersebut merupakan inovasi yang tepat untuk mewujudkan bangunan tahan gempa.

Penelitian tentang material karakteristik beton busa sebagai bahan dinding sudah banyak dilakukan, antara lain ; pemakaian bahan *fly-ash* pada beton busa (Kozlowski dan Kadela, 2018), konduktivitas termal beton busa dengan serat ijuk (Yunita dkk, 2012), panel dinding beton ringan dengan memakai variasi jenis pasir, *foam-agent* dan *silica fume* (Malau, 2014), beton busa dengan agregat ringan (Awang, etc 2014; Namsone, etc,2016), sifat *porous* dari beton *aerasi* (Aidan, etc, 2009), karakteristik fisik dan mekanik bahan beton busa (Rommel, E., etc, 2017), kuat lekat beton busa (Rommel, E., Karimah, R., dan Mahendra, I.N., 2017), beton busa dengan serat ijuk (Rommel, E., etc, 2018), sifat porositas beton (Rommel, E., Rusdiyanto, Y., R., Ruris, D. K., & Tri, E. S., 2018), sifat permeabilitas beton busa (Rommel, E., Prasetyo, L., Bagus., Pratama, B.P., Febrianto, C., 2019). sifat insulator dari bahan beton busa dan *fly-ash* (Rommel, E., Prasetyo, L., Rusdianto Y., Karimah, R., Riyanto A.S., Cahyo, S.A.N, 2019).

Dari penelitian tersebut diperoleh karakteristik beton busa sebagai berikut ; kuat tekan maksimal 13 MPa ; berat isi 1560 kg/m³; *bond strength* beton busa dengan tulangan *deform* sebesar 1,72 MPa ; *porosity* beton busa 13%, koefisien konduktivitas panas sebesar 0,898; koefisien *permeability* sebesar 0,018 mm/jam.

Beberapa keunggulan dari panel dinding beton busa dibandingkan dengan dinding bata ringan dan bata konvensional, adalah dalam hal pemasangan yang lebih cepat, kuat geser dan kuat lentur dinding lebih meningkat karena kuat tekan sudah melebihi mutu dinding kelas-I, baik digunakan pada daerah tropis karena memiliki konduktivitas panas yang baik, durabilitas dinding lebih baik karena koefisien permeabilitas dan porositas yang relatif lebih baik. Namun karena panel dinding berukuran lebih besar dibandingkan dengan satuan bata ringan atau bata merah, sehingga dalam proses pembuatan dan pemasangannya perlu diperhatikan kemampuan lentur panel dinding tersebut. Sedangkan saat panel dinding sudah menerima beban-beban dari bagian bangunan maka perlu dipertimbangkan tentang kemampuan geser dinding terutama untuk menambah kekakuan geser terhadap beban gempa yang bekerja. Pemberian perkuatan berupa *wiremesh* dan serat ijuk diharapkan mampu memenuhi kebutuhan kinerja panel dinding beton busa saat proses pembuatan dan pemasangan pada bangunan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Mohamad, N., & Muhammad, H. M, 2011 menjelaskan bahwa penggunaan penghubung geser diagonal simetris pada panel *sandwich* pracetak beton ringan (2000x750x100) mm jauh lebih baik untuk dapat meningkatkan kapasitas beban sentris ultimit panel dibandingkan dengan penggunaan penghubung geser diagonal tunggal, dimana kenaikan beban ultimit yang terjadi hampir dua kali nya. Panel pracetak terbuat dari 3 lapis, yakni beton busa, lapisan insulasi dan beton konvensional cor ditempat. Kegagalan akibat beban sentris pada panel terjadi pada bagian ujung-ujung panel, sedangkan pada bagian tengah panel tidak terjadi retak sampai terjadi keruntuhan.

Hasil penelitian dari Fahrudin, Z. N, 2013, tentang panel dinding yang diberi *styrofoam* dengan beton ringan ketebalan bervariasi mulai dimensi: (120×50×12) cm, (120×50×14) cm, dan (120×50×16) cm diperoleh *modulus of rupture* masing-masing sebesar 1,549 MPa, 1,449 MPa, dan 1,520 MPa. Untuk Momen retak awal didapat masing-masing sebesar ; 1,858 kNm 2,367 kNm dan 3,242 kNm. Panel dinding beton dengan *styrofoam* ini dapat menjadi alternatif pengganti dinding bata konvensional.

Menurut penelitian dari Mohamad, N., Khalil, A. I., Abdul Samad, A. A., & Goh, W.

I., 2014 pada *sandwich* panel pracetak beton ringan (PFLP = *precast lightweight foam concrete sandwich panel*), penggunaan penghubung geser diagonal 6mm bersilang ganda pada panel berukuran (2000x750x100)cm dengan ketebalan *sandwich* yang bervariasi dapat mempengaruhi beban ultimitnya. Hasil pengujian diperoleh nilai beban ultimit masing-masing sebesar 10,8 kN, 8,2 kN untuk PLFP-1 dan PLFP-2, serta 24 kN, dan 25,6 kN untuk PLFP-3 dan PLFP-4. Sedangkan defleksi maksimal yang terjadi adalah 9,1 mm, 13,9 mm, 24,1 mm, dan 22,1 mm.

Penelitian tentang lentur pada panel dinding berukuran (50x30) cm dengan tebal masing-masing 3 cm dan 5 cm telah dilakukan (Ramadhani, dkk, 2015). Panel dinding terbuat dari beton ringan dengan agregat plastik PET (*polyethylene terephthalate*), serat baja dan perkuatan *wiremesh*. Penambahan ketebalan dapat menghasilkan kuat lentur yang makin besar, dimana kuat lentur terbesar diperoleh pada panel dinding tebal 5 cm yakni sebesar 5,73 kN-m.

Ujianto, M., & Baskoro, I., 2016, melakukan penelitian pada panel dinding beton yang menjadi alternatif pengganti dinding konvensional, dimana panel dinding beton bersifat lebih praktis dan lebih efisien terhadap biaya dan waktu dibandingkan dengan dinding konvensional. Dipenelitian ini dibuat dua jenis benda uji dimana jenis pertama yaitu berbentuk kubus dengan dimensi ukuran (10x10) cm untuk pengujian kuat tekannya dan yang kedua berupa plat dengan dimensi ukuran (100x50x10) cm untuk pengujian kuta lenturnya. Didapatkan hasil kuat tekan beton rata-rata sebesar 2,65 MPa, dan untuk jenis platnya didapatkan hasil kuat tekannya sebesar 1,878 MPa (tanpa perkuatan) dan 2,109 MPa (dengan Perkuatan) terjadi peningkatan sebesar 12,3% lalu hasil pengujian kuat lenturnya didapatkan hasil sebesar 1,49 MPa (tanpa perkuatan) dan 3,080 MPa (dengan perkuatan) terjadi peningkatan sebesar 106,3%.

Penelitian pada panel *sandwich* pracetak beton busa (PFCSP = *precast foam concrete sandwich panel*) dengan pemberian penghubung geser diagonal dan penulangan pada bagian tepi luar telah dilakukan dengan menguji pada beberapa rasio kelangsingan panjang dan tebal (H/t) panel, mulai 14, 16, 18, 20, 22 dan 24 (Amran, Raizal, Farzad, Nor Azizi, A.Ali, 2016). Pengamatan dilakukan

pada kapasitas geser vertikal pada arah bidang geser panel, pola retak geser dan pola keruntuhan panel tersebut. Panel berukuran tebal 125 mm dengan tinggi bervariasi mulai 1750 mm sampai 3000 mm dimana pada bagian tengah panel diberi lapisan insulasi setebal 25 mm dan pada setiap tepi luar setebal 50 mm diberi perkuatan *wire-mesh* yang terhubung dengan *shear connector*. Hasil pengujian diperoleh bahwa makin kecil rasio H/t panel maka diperoleh beban geser yang makin meningkat dengan peningkatan mencapai 26,51% pada rasio H/t=14. Pola retak diawali dari retak lentur yang terjadi pada beban rata-rata mencapai 35% sampai 42% dari beban geser ultimit kemudian retak bergeser miring dari tumpuan ke bagian tengah panel, kemudian secara diagonal retak menuju kearah titik beban.

Penelitian panel *sandwich* yang diisi dengan butiran EPS (*expanded polystyrene*) setebal 25% volume dibagian tengah panel (75% volume dari beton normal) dan *ferrocement* diberikan pada bagian tepi panel telah dilakukan oleh Lakshmikandhan, K. N., Harshavardhan, B. S., Prabakar, J., & Saibabu, S., 2017. Pola keruntuhan panel dinding (125x125x15) cm yang diuji tekan pada arah lebar panel bersifat daktail dengan beban retak 4,71 N/mm² atau 36% dari beban ultimitnya (beban ultimit sebesar 12,87 N/mm²).

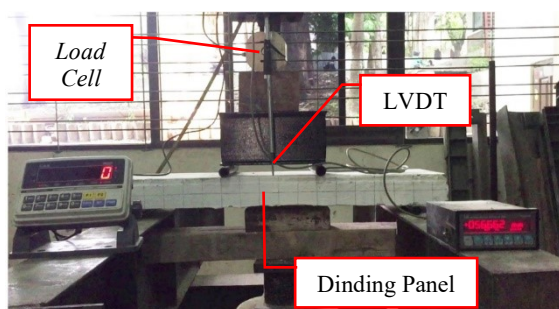
Mengacu pada beberapa penelitian diatas maka akan dilakukan perbaikan dengan cara memberikan perkuatan pada panel dinding beton busa. Perkuatan dilakukan dengan beberapa alternatif, antara lain; menambah perkuatan lentur pada material beton busanya dengan serat ijuk, menambah perkuatan struktur panel dindingnya dengan *wire-mesh*, dan mengurangi bobot panel dinding dengan memasang *styrofoam* pada bagian tengah panel dinding. Sehingga diperoleh panel dinding yang lebih unggul kekuatan lenturnya serta bobotnya lebih ringan.

METODE PENELITIAN

Dinding panel dibuat dari bahan beton busa dengan memakai komposisi semen dan pasir 1: 2,75 ; faktor air semen 0,425 dan 2% *foam agent* tipe sintetis. Sedangkan untuk perkuatan bahan digunakan serat ijuk sebanyak 2% dalam volume campuran, sedangkan perkuatan dinding panel digunakan 2 lapis *wiremesh* 4mm. Untuk mengurangi bobot dinding panel digunakan *styrofoam* 20 mm.

Dinding panel dibuat berukuran 900 mm x 300 mm x 80 mm, dengan beberapa variasi perkuatan antara lain; panel dinding tanpa perkuatan (PD), panel dinding yang diberi *styrofoam* (PDS), panel dinding yang diberi serat (PDF), panel dinding yang diberi *wiremesh* (PDM), dan panel dinding diberi *wiremesh* dan *styrofoam* (PDMS).

Dinding panel diuji lentur skala penuh dengan metode *four-point-bending testing* pada alat *loading frame* yang dilengkapi dengan *actuator*, *load cell*, LVDT, *load indicator*. Pengamatan yang dilakukan pada pengujian meliputi beban retak dan ultimit, displacemen, pola retak dinding panel seperti pada Gambar 1.



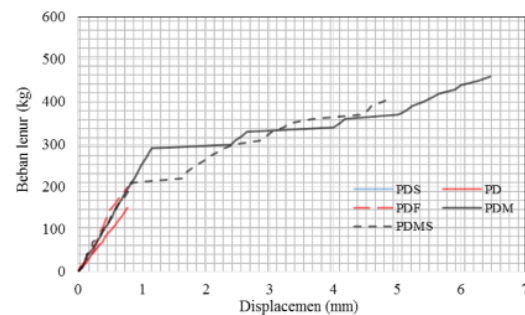
Gambar 1. Set-up Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Beban dan Displacemen

Penambahan perkuatan pada dinding panel beton busa dapat mempengaruhi nilai kapasitas lentur dan perilaku daktilitas panel dinding. Dinding panel yang diberi perkuatan *wiremesh* (PDM dan PDMS) baik tanpa *styrofoam* maupun memakai *styrofoam* memiliki kapasitas lentur yang lebih besar dan perilaku dinding panel lebih daktil dibanding dengan dinding panel yang diberi perkuatan lainnya (tanpa perkuatan dan serat ijuk). Kapasitas beban lentur panel dinding dengan memakai perkuatan *wiremesh* dapat mencapai beban puncak 460 kg sedangkan panel dinding yang diberi *wiremesh* dan tambahan *styrofoam* hanya mampu mencapai beban lentur sebesar 410 kg. Untuk dinding panel yang tanpa perkuatan (PD dan PDS) memiliki kemampuan lentur yang sangat rendah masing-masing sebesar 150 kg dan 60 kg untuk panel dinding dengan *styrofoam* dan tanpa *styrofoam*. Kapasitas lentur panel dinding tersebut diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak panel dinding bisa ditumpuk saat proses penyimpanan dan proses konstruksi dilapangan. Untuk panel dinding dengan memakai perkuatan *wiremesh* memiliki

kemampuan untuk ditumpuk sampai 13 unit panel dinding di atasnya, dimana rata-rata berat panel dinding sebesar 34 kg dan berat jenis sebesar 1400 kg/m³. Sedangkan saat beban konstruksi, panel dinding lebih dominan menerima beban geser bukan beban lentur.



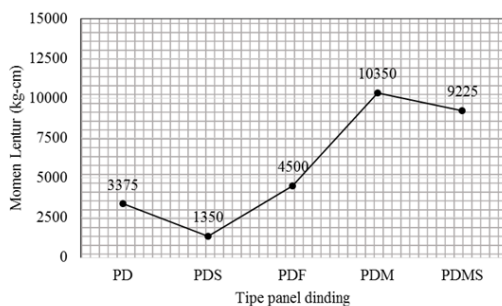
Gambar 2. Hubungan beban dengan displacemen dinding panel

Daktilitas lentur lebih besar pada panel dinding dengan perkuatan *wiremesh* PDM dan PDMS, dengan displacemen masing-masing mencapai 4,93 mm dan 6,45 mm. Sedangkan panel dinding tanpa *wiremesh* (PD, PDS dan PDF) lebih cenderung bersifat getas dimana keruntuhan terjadi dengan displacemen yang tidak melebihi 1 mm. Gambar 2 menjelaskan bagaimana beban lentur dan displacemen bekerja pada tiap dinding panel sampai dinding panel tersebut hancur. Besarnya beban retak sama untuk setiap benda uji karena dinding panel memiliki kemampuan bahan beton yang sama, tetapi beban pasca retak akan berbeda-beda setiap benda uji, karena beban ditahan oleh perkuatan yang diberikan pada dinding panel. Terlihat bahwa dinding panel yang memakai perkuatan *wiremesh* memiliki kemampuan lentur dan daktilitas lentur yang lebih baik dibandingkan dengan dinding panel yang tidak diberi *wiremesh* atau perkuatan hanya berupa serat ijuk. Kemampuan bahan beton busa tidak cukup baik untuk digunakan pada dinding panel jika tidak dibantu dengan memberi perkuatan *wiremesh*, pemakaian serat ijuk yang diharapkan dapat menyumbangkan kemampuan lentur beton busa juga tidak terlalu signifikan karena hanya terjadi peningkatan beban lentur sebesar 33% dibandingkan dengan dinding panel yang memakai beton busa saja. Kenaikan tersebut jika dibandingkan dengan dinding panel beton busa yang diberi *wiremesh* jauh lebih besar. Daktilitas yang dihasilkan juga cukup signifikan pada dinding panel yang diberi

wiremesh dimana displacemen saat dinding panel hancur dapat mencapai 6,45 mm ; 6,66 mm ; dan 7,87 mm dari 3 (tiga) dinding panel PDM yang diamati.

Kuat Lentur Dinding Panel

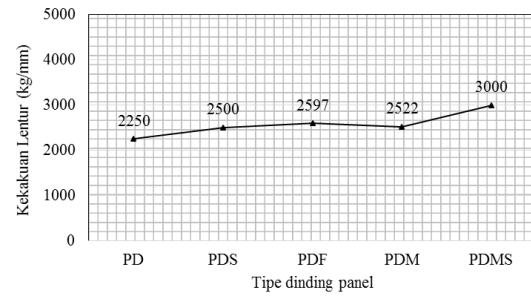
Kuat lentur dinding panel meningkat cukup signifikan dengan penambahan wiremesh dibandingkan dengan tanpa wiremesh seperti terlihat pada Gambar 3. Kuat lentur terbesar terjadi pada dinding panel yang diberi wiremesh tanpa styrofoam (PDM) yakni 10.350 kg-cm atau meningkat lebih enam kali dibandingkan dengan panel dinding tanpa wiremesh (PD), sedangkan pengaruh adanya styrofoam akan mengurangi kuat lentur panel dinding PDS dan PDMS. Pemberian serat ijuk pada beton busa (PDF) juga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kuat lentur dinding panel dimana hanya dicapai momen lentur sebesar 4.500 kg-cm atau meningkat dua kali dibandingkan beton busa tanpa serat ijuk (PD).



Gambar 3. Hubungan kuat lentur dengan tipe perkuatan dinding panel

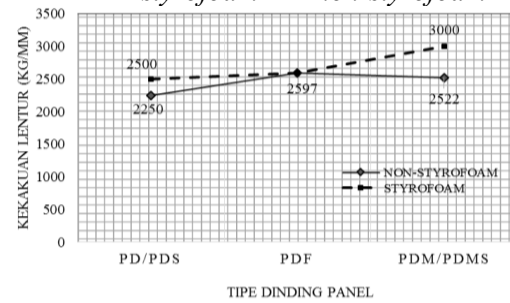
Kekakuan Lentur Dinding Panel

Kekakuan lentur dinding panel tidak terlalu berpengaruh pada pemakaian perkuatan jenis apapun, baik serat ijuk, wiremesh dan Styrofoam seperti terlihat pada Gambar 4. Kekakuan lentur dari dinding panel diukur dari seberapa besar beban yang bisa diterima sampai dinding tersebut mengalami retak pertama kali. Kekakuan lentur terkecil diperoleh sebesar 2.250 kg/cm pada dinding panel yang tidak diberi perkuatan sama sekali (PD) sedangkan kekakuan lentur terbesar diperoleh pada tipe dinding panel yang memakai perkuatan wiremesh dan diberi styrofoam (PDMS) yakni 2.870 kg/cm atau meningkat sebesar 27,5%.

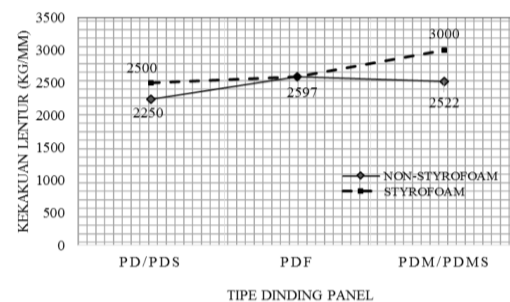


Gambar 4. Hubungan kekakuan lentur terhadap tipe dinding panel

Berikutnya dilakukan perbandingan kekakuan lentur berdasarkan penambahan styrofoam dengan dinding panel tipe PD sebagai dasar acuannya. Berikut adalah perbandingan dari dinding panel dengan penambahan styrofoam dan non-styrofoam.



Gambar 5 menjelaskan perbedaan kekakuan lentur antara dinding panel beton busa yang memakai styrofoam dan tanpa styrofoam. Selisih dari kekakuan lentur diambil dari rata-rata selisih kekakuan lentur antar dinding panel. Selisih rata-rata kekakuan lentur dinding panel dengan memakai styrofoam diperoleh sebesar 30,98%, sedangkan dinding panel tanpa styrofoam diperoleh sebesar 19,32%.



Gambar 5. Hubungan kekakuan lentur dan tipe dinding panel dengan styrofoam/non-styrofoam

Pola Retak Dinding Panel

Semua dinding panel mengalami kegagalan lentur dengan lokasi retak awal terjadi pada bagian tengah dimulai dari jarak 1/3 bentang dari perletakan. Diawali dengan *first crack* berupa retak lentur pada sisi bawah dinding panel, yang arahnya 90 derajat terhadap sumbu utama. Pola retak untuk berbagai tipe dinding panel dapat dilihat pada Gambar 6. Pola retak yang terjadi pada dinding panel yang tidak diberi perkuatan (PD dan PDS) dan dinding panel yang memakai perkuatan serat ijuk (PDF) memperlihatkan retakan yang berawal pada sisi tarik dan terpusat secara cepat retak akan merambat menuju sisi tekan dari dinding panel hingga terjadi keruntuhan yang bersifat getas atau *brittle*. Retak juga akan bertambah lebar seiring dengan penambahan beban pasca retak awal terjadi pada dinding panel. Pemberian serat ijuk sebagai perkuatan dari matrik beton untuk menahan tarikan tidak memberikan kontribusi secara signifikan pada kemampuan penampang pasca retak terjadi. Keruntuhan lentur dominan terjadi secara *brittle* tanpa ada perlawanan dari penampang beton pada dinding panel tersebut.



Gambar 6. Pola retak lentur pada panel dinding

Sedangkan pola retak yang terjadi pada dinding panel yang diberi perkuatan *wiremesh* (PDMS dan PDM) memperlihatkan hasil retak yang lebih merata terjadi disepanjang daerah antara dua titik beban yang bekerja (atau 1/3 bagian tengah dinding panel), retak yang terjadi tidak sekaligus bertambah, baik lebar retak maupun panjang retakan. Hal ini dikarenakan adanya retak rambut yang terjadi secara merata pada daerah tarik penampang dinding panel tersebut. Pemberian perkuatan *wiremesh* mengakibatkan dinding panel bersifat daktail, sedangkan pada dinding panel yang diberi *styrofoam* pada bagian tengah penampang akan memutuskan retak yang terjadi pada sisi tarik dibagian bawah dengan sisi tekan dibagian atas penampang dinding panel. Keruntuhan lentur

dominan terjadi secara daktail pada dinding panel yang diberi perkuatan *wiremesh*.

KESIMPULAN

Kuat lentur dinding panel dengan memakai perkuatan *wiremesh* dapat meningkat hingga enam kali dibandingkan dengan panel dinding tanpa perkuatan. Penggunaan *styrofoam* pada panel dinding hanya mempengaruhi bobot dinding panel saja tanpa berpengaruh pada kekuatan dinding panel. Sedangkan kekakuan lentur dinding panel dengan pemakaian *wire mesh* meningkat hingga dua kali lipat dibandingkan dinding panel tanpa *wiremesh*.

Pola retak yang terjadi pada dinding panel yang tidak memakai *wiremesh* cenderung mengikuti keruntuhan tekan geser, sedangkan dinding panel yang menggunakan *wiremesh* terjadi keruntuhan gagal tumpu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidan, A., Shareefdeen, Z., Bogdanov, B., Markovska, I., Rusev, D., Hristov, Y., & Georgiev, D. (2009). *Preparation and Properties of Porous Aerated Concrete*. Scientific to Rouse University of Labor. Volume 48, Series 9.
- Amran, Y. M., Rashid, R. S., Hejazi, F., Safiee, N. A., & Ali, A. A. (2016). Structural behavior of precast foamed concrete sandwich panel subjected to vertical in-plane shear loading. *World Acad Sci Eng Technol Int J Civil Environ Struct Constr Archit Eng*, 10(6), 705-714.
- Awang, H., & Ahmad, M. H. (2014). Durability properties of foamed concrete with fiber inclusion. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 8(3) 269-272.
- Fahrudin, Z. N. (2013). *Tinjauan Kuat Lentur Dinding Panel Beton Ringan Menggunakan Campuran Styrofoam Dengan Tulangan Kawat Jaring Kasa Welded Mesh*. (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Kozlowski, Marcin, and Marta Kadela. (2018). Mechanical Characterization of Lightweight Foamed Concrete. *Advances in Materials Science and Engineering* pp.1-8

- Lakshmikandhan, K. N., Harshavardhan, B. S., Prabakar, J., & Saibabu, S. (2017). Investigation on wall panel sandwiched with lightweight concrete. *MS&E*, 225(1), 012275. pp 1-15.
- Malau, F. B. (2014). Penelitian Kuat Tekan dan Berat Jenis Mortar untuk Dinding Panel dengan Membandingkan dengan Penggunaan Pasir Bangka dan Pasir Baturaja dengan Tambahan Foaming Agent dan Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(2), 287-296
- Mohamad, N., Khalil, A. I., Abdul Samad, A. A., & Goh, W. I. (2014). Structural behavior of precast lightweight foam concrete sandwich panel with double shear truss connectors under flexural load. *International Scholarly Research Notices*, 2014.
- Mohamad, N., & Muhammad, H. M. (2011). Testing of precast lightweight foamed concrete sandwich panel with single and double symmetrical shear truss connectors under eccentric loading. In *Advanced Materials Research (Vol. 335, pp. 1107-1116)*. Trans Tech Publications Ltd.
- Namsone, E., Šahmenko, G., Korjakins, A., & Namsone, E. (2016). Influence of Porous Aggregate on the Properties of Foamed Concrete. *Construction Science*, 19(1), 13-20. doi: <https://doi.org/10.1515/cons-2016-0006>
- Ramadhani, M. F., Basuki, A., & Supriyadi, A. (2015). Uji kuat lentur pada panel beton beragregat kasar limbah plastik pet dan tulangan wiremesh. *Matriks Teknik Sipil*, 3(4). hal 1177-1182.
- Rommel, E., Karimah, R., dan Mahendra, I.N. (2017). Kuat lekat baja tulangan pada beton busa dengan memakai foam agent dan serat ijuk. *Media Teknik Sipil*, 15(2)
- Rommel, E., Rusdianto, Y., Utari, R. P., & Riyanto, A. S. (2017). Pengaruh Pemakaian Fly-Ash Terhadap Karakteristik Beton Busa (Tinjauan Pada Konduktivitas Termal dan Sound Absorption Beton). In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 3).
- Rommel, E., Karimah, R., & Widyaningsih, P. A. (2019). Pengaruh Pemakaian Serat Ijuk dan Foam-Agent terhadap Sifat Mekanik Beton Busa. In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 4, pp. 97-103).
- Rommel, E., Rusdianto, Y., & Prasetyo, L. (2017). Characteristics of foam concrete with usage of foam agent which varies. *Int J Sci Eng Res*, 8.
- Rommel, E., Rusdiyanto, Y., R., Ruris, D. K., & Tri, E. S. (2018). The use of grinded andesite-sand and foaming-agent to improve the porosity of foam-concrete. In *MATEC Web of Conferences (Vol. 195, p. 01018)*. EDP Sciences.
- Rommel, E., Prasetyo, L., Bagus., Pratama, B.P., Febrianto, C. (2019). Permeabilitas Beton Busa dengan Pemakaian Foam Agent. In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 5)
- Rommel, E., Prasetyo, L., Rusdianto Y., Karimah, R., Riyanto A.S., Cahyo, S.A.N. (2019). The Insulation Properties of Foam Concrete with The Use of Foam-agent and Fly-ash. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 821, 2019 3rd International Conference on Engineering and Applied Technology (ICEAT) 30 October - 1 November 2019, Sorong, Indonesia*
- Ujiyanto, M., & Baskoro, I. (2016). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Lentur Dinding Panel Batu Bata Merah Dengan Perkuatan Tulangan Bambu. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yunita, Nasrullah Idris, dan Abdullah. (2012). Thermal Conductivity of Foamed Concrete Fibre Arenga Pinnata Merr. *Journal of Aceh Physics Society*, 1(1), pp.13-14