

UJI PANEL SAMBUNGAN PURUS LURUS PADA PANEL BETON BERAGREGAT KASAR PET

Afifah¹⁾, Sunarmasto²⁾, Edy Purwanto³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: afifahraharjo@gmail.com

abstract

Lightweight concrete is one of the materials which is chosen as a non-structural wall replacement. Lightweight concrete is concrete which contains lightweight aggregate, such as the use of PET (Polyethylene Terephthalate) as replacement for coarse aggregates. The use of PET as a coarse aggregate in concrete mixture can reduce the amount of waste so can be eco-friendly environment. To be a wall intact, PET concrete panels must be connected. A suitable connection model which is used for board-shaped materials or sheets is purus lurus. This thesis is presented toughness panel test on purus lurus connection of concrete panels using pet's coarse aggregate.

There are three specimens which are connection panels and three specimens which are full panel as comparators. Each specimen has been added wiremesh 25 mm in size 600 mm x 600 mm (full panel) and size 300 mm x 600 mm (connection panel). The full panels are formed with a size of 600 mm x 600 mm x 50 mm, while the panel connection are formed in two mold models of 300 mm x 300 mm x 50 mm. The test specimens were tested at 28 days. The load-deformation curve of each specimens are recorded and compared.

Based on testing, concrete panel intact suffered first crack in the range of 11.6667 kN and achieved the maximum load in the range of 22.8333 kN, while panel connection experienced first crack at the range of 6.9333 kN and collapsed in the range 11.6333 kN. The decline occurred in 41% for first crack condition and 49% in ultimit load. There is a decrease in the average absorption energy of 37% or 34.8342 Joules. Concrete panel intact has average absorption energy of 94.0197 Joules, while panel connection has an everage energy absorption of 59.1855 Joules. On a concrete panel intact there is six to eight lines of melting. For panel connection, at least there are two lines of melting which propagate toward the side. Due to the large bending which was experienced by connection area, it made damage and collapse first and then crack would spread to the opposite direction from the position of the connection (the shortest side).

Keyword : fiber reinforced concrete, lightweight concrete, PET, purus lurus connection, toughness panel test, EFNARC, wiremesh, wire, resin, energy of absorption.

Abstrak

Beton ringan merupakan salah satu bahan yang dipilih sebagai pengganti dinding non struktural. beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan, seperti penggunaan limbah plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebagai pengganti agregat kasar. Penggunaan limbah plastik PET sebagai agregat kasar pada campuran beton mampu mengurangi jumlah sampah yang ada di sekitar sehingga bersifat ramah lingkungan. Untuk menjadi dinding utuh, beton ringan PET yang berbentuk panel harus disambung. Salah satu model sambungan yang cocok digunakan untuk material berbentuk papan atau lembaran adalah sambungan purus lurus. Pada skripsi ini disajikan uji panel sambungan purus lurus pada panel beton beragregat kasar pet.

Tiga benda uji berbentuk panel sambungan dan tiga benda uji berbentuk panel utuh sebagai pembanding disiapkan. Masing masing benda uji telah ditambahkan kawat kasa (*wiremesh*) 25 mm ukuran 600 mm x 600 mm (panel utuh) dan ukuran 300 mm x 600 mm (panel sambungan). Panel utuh dicetak dengan ukuran 600 mm x 600 mm x 50 mm, sedangkan panel sambungan dicetak dalam dua model cetakan dengan ukuran 300 mm x 300 mm x 50 mm. Benda uji diuji beban pada umur 28 hari. Kurva hubungan beban-deformasi masing-masing benda uji dicatat dan dibandingkan.

Berdasarkan pengujian, panel beton utuh mengalami retak pertama di kisaran 11,6667 kN dan mencapai beban maksimum di kisaran 22,8333 kN, sedangkan panel hasil penyambungan mengalami retak pertama pada kisaran 6,9333 kN dan runtuh pada kisaran 11,6333 kN. Penurunan yang terjadi sebesar 41% untuk kondisi retak pertama dan 49% pada beban ultimit. Terdapat penurunan energi absorpsi rata-rata sebesar 37% atau 34,8342 Joule. Panel beton utuh memiliki energi absorpsi rata-rata sebesar 94,0197 Joule, sedangkan panel hasil penyambungan memiliki energi absorpsi rata-rata sebesar 59,1855 Joule. Pada pelat beton utuh terdapat enam hingga delapan garis leleh. Untuk pelat hasil penyambungan terdapat minimal

dua garis leleh yang menjalar ke arah samping. Hal ini dikarenakan daerah sambungan mengalami lendutan yang besar akibat beban, sehingga rusak dan runtuh terlebih dahulu lalu retak akan menjalar ke arah berlawanan dari posisi sambungan (sisi terpendek).

Kata kunci : beton serat, beton ringan, panel beton, PET, sambungan purus lurus, uji *toughness* panel, EFNARC, *wiremesh*, kawat bendrat, resin, energi absorpsi

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman, manusia terus berinovasi menciptakan teknologi untuk memenuhi kebutuhan dan mempermudah pekerjaan mereka. Teknologi yang diciptakan berbagai macam, salah satunya adalah teknologi di bidang bangunan atau gedung. Salah satu inovasi tersebut adalah penggunaan panel beton ringan sebagai pengganti panel beton konvensional. Keunggulan dari penggunaan panel beton adalah nilai ekonomis karena tidak membutuhkan banyak ruang dan dalam hal pemasangan tidak memerlukan biaya maupun tenaga kerja yang banyak dan tidak memakan waktu lama. Hal itu disebabkan pemasangan panel beton hanya perlu menyambungkan panel satu dengan lainnya menjadi kesatuan dinding yang utuh, sehingga diperlukan sambungan antarpanel yang baik agar terhindar dari pergerakan (kaku) dengan mengantisipasi muai susut material yang dapat menyebabkan retakan.

Pada penelitian ini, model sambungan yang digunakan adalah sambungan purus lurus. Sambungan purus merupakan salah satu jenis sambungan tradisional. Purus digabungkan pada pertengahan balok dengan lebar minimal 40 mm dengan gaya lintang (Frick, 2009). Sambungan jenis ini umumnya digunakan untuk menghubungkan balok kayu atau kayu yang berbentuk papan. Alasan penggunaan model sambungan tersebut pada penelitian ini adalah cocok untuk bahan yang berbentuk papan atau lembaran, seperti pada panel.

LANDASAN TEORI

Beton Ringan

Menurut SKSNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan dan gedung, beton ringan adalah beton yang mengandung agregat ringan dan mempunyai berat satuan tidak lebih dari 1900 kg/m³.

Beton serat (*fiber concrete*)

Menurut ACI *Committee* 544 beton berserat diartikan sebagai beton yang terbuat dari semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat yang tersebar secara acak, yang mana masih dimungkinkan untuk diberi bahan-bahan *additive*.

Uji *Toughness* Panel

Menurut Balaguru dan Shah (1992) untuk mengetahui kontribusi serat pada beton bisa diukur dengan pengujian lentur *toughness* (*flexural toughness*). Lentur *toughness* (*flexural toughness*) adalah kapasitas absorpsi energi dari suatu material yang dapat dihitung dari luasan dibawah kurva tegangan regangan atau perilaku pada hubungan beban dan defleksi dari suatu elemen. Kontribusi utama serat baja dalam kinerja beton adalah peningkatan *toughness* yang signifikan karena resistensi tarik sisa oleh serat menjembatani kekuatan setelah kegagalan retak beton. Uji *toughness panel* merupakan salah satu uji penelitian yang digunakan untuk mengetahui kapasitas absorpsi energi serta mengetahui perilaku beton berserat setelah retak. Uji *toughness panel* beton serat akan memberikan gambaran tentang perilaku *bi-axial bending* terhadap beban terpusat dengan *simple support* tertentu yang dapat merepresentasikan mode kegagalan *in situ lining* yang sebenarnya seperti pada konstruksi *concrete slab on grade*, *shotcrete tunnel lining*, serta *shotcrete embankment stabilization linings*.

Teori Garis Leleh (*yield line theory*)

Keruntuhan pelat dua arah pada beton tanpa serat sebagaimana disampaikan oleh K. W. Johansen yang disebut teori garis leleh. Teori garis leleh menghasilkan solusi batas atas pada masalah pelat. Ini berarti momen kapasitas yang diprediksi pada pelat merupakan harga tertinggi yang diharapkan dibandingkan

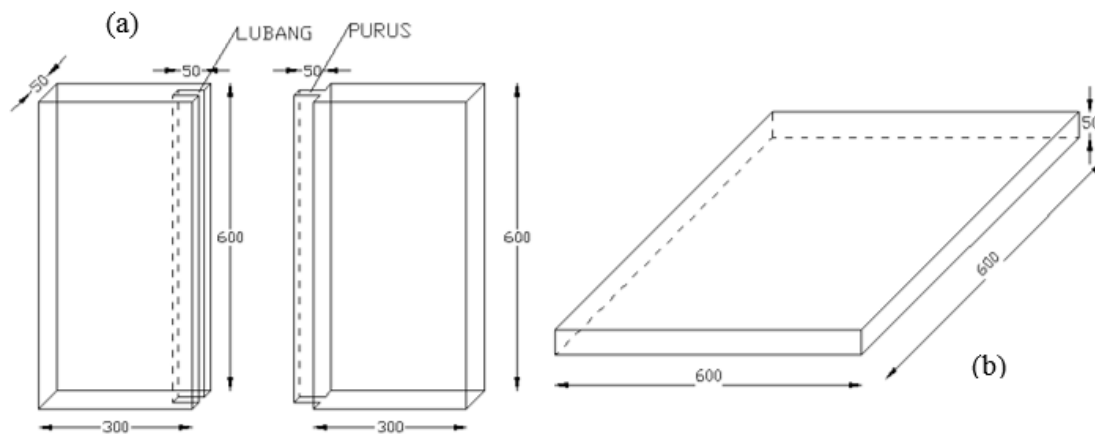
dengan percobaan. Selain itu, teori ini beranggapan bahwa berlaku perilaku plastis-kaku total, yaitu pelat tetap dasar pada saat *collapse* sehingga menghasilkan sistem kegagalan yang kaku-bidang.

TAHAPAN PENELITIAN

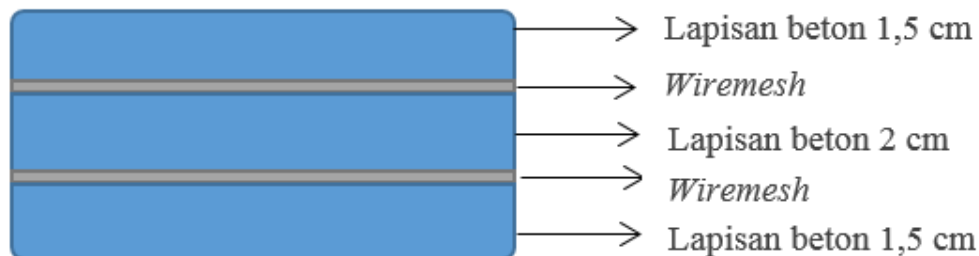
Tahapan penelitian yang dilakukan dibagi dalam beberapa tahapan. Tahapan ini dimulai dari tahapan pengujian material komposisi beton, tahapan benda uji dan tahap pengujian.

Benda Uji Penelitian

Benda uji pada penelitian ini berupa panel beton utuh berukuran 5 x 60 x 60 cm sebanyak 3 buah dan panel beton sambungan berukuran 5 x 30 x 60 sebanyak 3 (masing-masing sepasang) dengan menggunakan *mix design* menurut Dreux-Gorisse. Model benda uji dapat dilihat pada **Gambar 1**. Penelitian ini menggunakan serat dari kawat bendrat diameter 1 mm panjang 30 mm dan *wiremesh* diameter 25 mm. Penyusunan panel beton dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1 (a) Benda Uji Berbentuk Sambungan (b) Benda Uji Utuh



Gambar 2 Susunan Panel Beton

Pengujian Benda Uji

Pengujian ini dilakukan berdasarkan EFNARC *Panel Test* EN 14488-5 untuk mengetahui hubungan antara deformasi beton berserat baja dengan gaya yang dibebankan. Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

- Menyetel alat uji *Panel Test* beserta persiapkan benda uji (panel beton berserat baja).
- Meletakkan benda uji di atas *simple support* (berbentuk besi dengan sisi 50 cm x 50 cm), perhatikan keempat sisi *simple support* harus terpasang dalam keadaan *rigid* dalam menumpu benda uji.
- Meletakkan blok beban di tengah-tengah benda uji.
- Menyisipkan pelat besi berbentuk kotak setebal 10 cm pada blok beban yang menumpu pada benda uji.
- Turunkan blok beban dan berikan beban.
- Menyetel *dial gage* pada tengah bentang benda uji serta letakan pada sisi bagian atas benda uji.
- Memastikan permukaan beton dalam keadaan rata.
- Memberikan pembebanan dengan interval $\pm 0,2$ kN.
- Mencatat besarnya lendutan yang terjadi di setiap pembebanan.
- Memberikan beban sampai benda uji mengalami keruntuhan.

k. Mencatat, mengamati, serta mengambil foto benda uji setelah melakukan pengujian.



Gambar 3 Pengujian *Panel Test*

HASIL DAN PEMBAHASAN

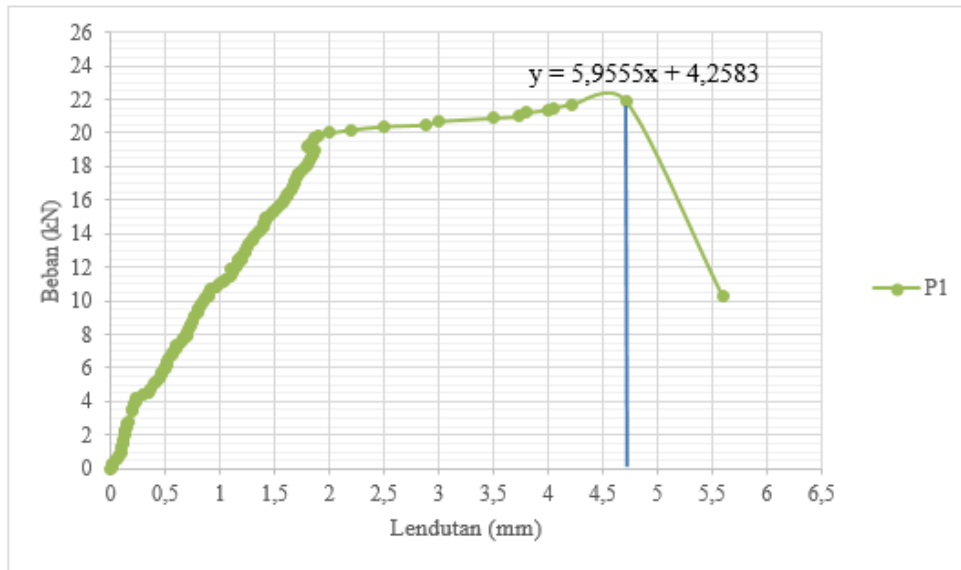
Pengujian Panel Tes

Pengujian panel dilakukan dengan menggunakan alat *Loading Frame* didapatkan nilai beban maksimum. Berdasarkan data P_{max} tersebut kemudian dapat dibandingkan antara lendutan pada retak pertama serta lendutan pada beban ultimit pelat. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1** sebagai berikut:

Tabel 1 Hubungan Beban–Lendutan Pelat Utuh dan Pelat Hasil Penyambungan

Kode Benda Uji	Retak Pertama		Ultimit	
	Beban (kN)	Lendutan (mm)	Beban (kN)	Lendutan (mm)
P1	10,8	0,97	21,9	4,72
P2	12,9	1,2	24,4	4,9
P3	11,3	0,95	22,2	4,88
SP1	6,8	1,25	11,2	5,48
SP2	6,9	1,19	11,5	9,31
SP3	7,1	1,35	12,2	4,53

Berdasarkan kurva beban-lendutan dapat dihitung kapasitas energinya. Perhitungan dilakukan menggunakan integral grafik hubungan beban-lendutan pada kondisi beban 0 hingga mencapai ultimit. Contoh kapasitas energi pada pelat utuh (P1) sebagai berikut :



Gambar 4 Contoh Kapasitas Energi P1

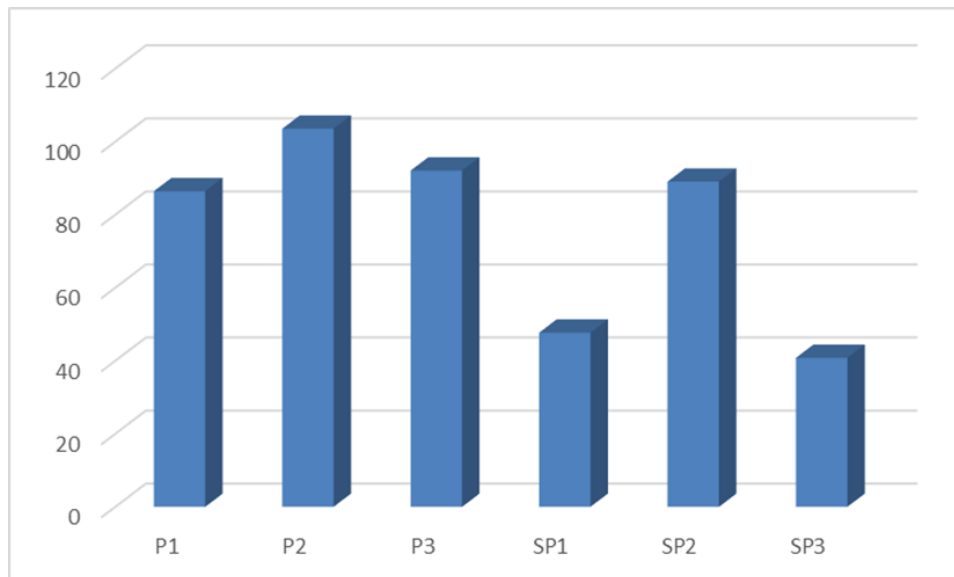
Hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

$$\begin{aligned}
 & \int_0^{4,72} (5,9555x + 4,2583) dx \\
 &= [0,5 \cdot 5,9555x^2 + 4,2583x]_0^{4,72} \\
 &= \{(0,5 \cdot 5,9555 \cdot 4,72^2) + (4,2583 \cdot 4,72)\} - \{(0,5 \cdot 5,9555 \cdot 0^2) + (4,2583 \cdot 0)\} \\
 &= 86,4389 \text{ Joule}
 \end{aligned}$$

Total kapasitas energi P1 = 86,4389 Joule.

Tabel 2 Kapasitas Energi Pelat

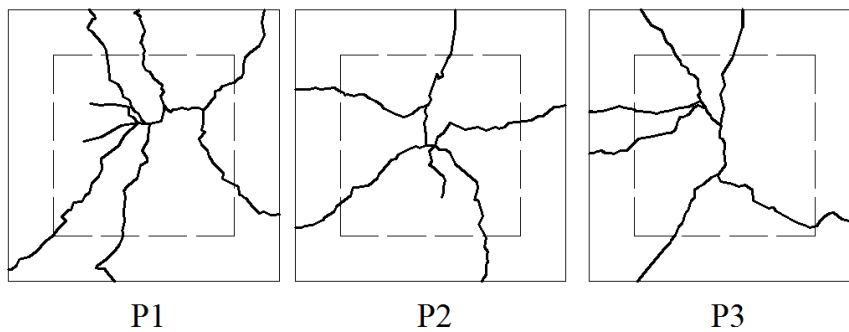
Kode Benda Uji	Kapasitas Energi (Joule)	Rata-rata (Joule)
P1	100,6057	
P2	103,5399	94,0197
P3	92,0805	
SP1	47,6906	
SP2	89,0621	59,1855
SP3	40,8038	
Selisih kapasitas energi rata-rata		34,8342



Gambar 5 Kapasitas Energi Pelat

Analisis Retak Pelat

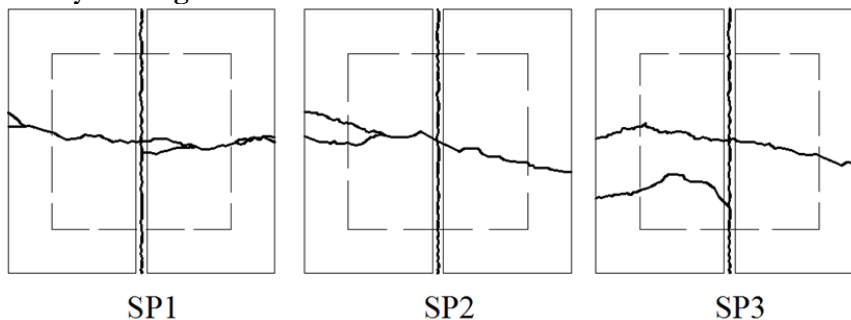
1. Pelat Utuh



Gambar 6 Retak Pelat Beton Utuh

Pelat beton utuh mengalami runtuh yang mana terjadi retak pada tengah bentang pelat yang menjalar pada sisi-sisi terpendek pelat. Kinerja beton pelat beton utuh mampu menahan retak dari retak pertama pada kisaran 10-13 kN hingga mencapai beban ultimit pada kisaran 21-25 kN. Berdasarkan metode garis leleh, garis leleh yang terjadi pada pelat beton utuh ini terdapat enam hingga delapan garis leleh yang terjadi, yang mana garis leleh lanjutan terjadi pada serabut garis terhadap garis leleh pertama. Ini mengidentifikasi bahwa pelat beton utuh ini mampu menahan retak terus menerus mencapai titik leleh sekumpulan serat yang ada pada garis leleh yang terjadi akibat retak pertama.

2. Pelat Hasil Penyambungan



Gambar 7 Retak Pelat Hasil Penyambungan

Pelat hasil penyambungan mengalami retak pada pusat pelat kemudian menjalar ke sisi samping. Berdasarkan metode garis leleh, pelat hasil penyambungan ini memiliki setidaknya dua garis leleh yang terjadi dengan ditandai munculnya serabut yang menyertai garis leleh. Hal ini dikarenakan daerah sambungan mengalami lendutan yang besar akibat beban, sehingga rusak dan runtuh terlebih dahulu lalu retak akan menjalar ke arah berlawanan dari posisi sambungan (sisi terpendek). Pelat ini akan mengalami *first crack* pada kisaran 6-7 kN yang akan mencapai beban ultimit sekitar 11 kN.

KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh pengujian, analisis data, dan pembahasan yang dilakukan dalam penelitian, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian, panel beton utuh mengalami retak pertama di kisaran 11,6667 kN dan mencapai beban maksimum di kisaran 22,8333 kN. Untuk panel hasil penyambungan mengalami retak pertama pada kisaran 6,9333 kN dan runtuh pada kisaran beban 11,6333 kN.
2. Penggunaan model sambungan purus lurus dengan perkuatan resin untuk menyambung panel beton berdampak besar pada kemampuan pelat dalam menahan beban. Berdasarkan hasil pengujian, pelat hasil penyambungan mengalami penurunan kekuatan sekitar 41% dibandingkan dengan pelat utuh pada kondisi retak pertama. Pada pembebanan ultimit, pelat hasil penyambungan mengalami penurunan kekuatan sekitar 49%. Berdasarkan hasil tersebut, perlu ditambahkan perkuatan lagi di daerah sambungan.
3. Penggunaan model sambungan purus lurus dengan perkuatan resin untuk menyambung panel beton mengurangi daktilitas beton. Hal ini dibuktikan dengan penurunan energi absorpsi rata-rata sebesar 37% atau 34,8342 Joule. Panel beton utuh memiliki energi absorpsi rata-rata sebesar 94,0197 Joule, sedangkan panel hasil penyambungan memiliki energi absorpsi rata-rata sebesar 59,1855 Joule.
4. Pada pelat beton utuh terdapat enam hingga delapan garis leleh. Untuk pelat hasil penyambungan terdapat minimal dua garis leleh yang menjalar ke arah samping. Hal ini dikarenakan daerah sambungan mengalami lendutan yang besar akibat beban, sehingga rusak dan runtuh terlebih dahulu lalu retak akan menjalar ke arah berlawanan dari posisi sambungan (sisi terpendek).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Ir. Sunarmasto, M. T., Edy Purwanto, S. T., M. T., dan Achmad Basuki, S. T., M. T. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Adi Putra, Surya 2013. Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat pada Beton Ringan dengan Teknologi *Foam* terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik, dan Modulus Elastisitas. Jurnal MATRIKS. UNS. Surakarta
- Angela dan Putu Sasmoyo. 2007. Studi Eksperimental tentang Perilaku Lentur Panel Sandwich Beton. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Undip. Semarang
- Anonim, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI -03 - 2834 - 2000*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Anonim, 1994, *Metode Pengujian Berat Isi Beton Ringan Struktural SNI - 03 - 3407 - 1994*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Anonim, 1993, *Tata Cara Perencanaan Pembuatan Rencana Campuran Beton Ringan SK - SNI - T - 09 - 1993 - 03*, Yayasan LPMB, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- Iman Saputra, Eriria. 2015. Kinerja Beton Serat Menggunakan Uji *Toughness Panel* pada Kandungan Serat yang Berbeda. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS. Surakarta.
- Aprieli Zai, Krisman, dkk. 2014. Pengaruh Penambahan *Silica Fume* dan *Superplasticizer* terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI (*American Concrete Institute*). Jurnal. Universitas Utara. Medan
- Ardhiantika, Pitra. 2014. Kajian Kuat Tekan, Kuat Tarik, Kuat Lentur, dan Redaman Bunyi pada Panel Dinding Beton Ringan dengan Agregat Limbah Plastik PET. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS. Surakarta.
- Dwisetyowati, Shinta. 2008. Studi Sifat-Sifat Mekanis Beton Yang Menggunakan Agregat Kasar Dari Plastik Jenis *Polyethylen Terephthalate (PET)*. Skripsi. Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Pratikto. 2010. Beton Ringan Beragregat Limbah Botol Plastik Jenis *PET (Poly Ethylen Terephthalate)*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta: Jakarta.

- Sigit Sahay, Nugraha dan Giri Ngini. 2010. Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal. Universitas Palangkaraya. Palangkaraya
- Widiyawati R. 2011. Studi Kuat Tekan Beton Ringan Dengan Metode Rancang Campur *Deux-Corise*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Lampung.