

TINJAUAN KUAT LENTUR SAMBUNGAN DINDING PANEL AGREGAT PECAHAN GENTENG DENGAN PERKUATAN TULANGAN BAJA

Muhammah Ujianto¹, Nuri Ayu Karyaningrum²

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417
Email: ujianto.ums@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi beton dan bahan dewasa ini mendukung terciptanya dinding panel precast yang baik. Dinding panel yang baik dimulai dari pemilihan bahan yang tepat untuk membuat dinding panel. Hal ini tidak lepas dari identifikasi dan spesifikasi bahan yang dipilih untuk membuat dinding panel. Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya mengenai dinding panel dengan bahan semen dan pecahan genteng sebagai agregat oleh Wicaksana (2009), Setiawan (2009) dan Ujianto (2011) namun penelitian tersebut tanpa ditambahkan perkuatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat satuan volume dinding panel dengan agregat pecahan genteng dan untuk mengetahui kuat lentur dinding panel yang ditambahkan tulangan baja dengan pecahan genteng sebagai agregat kasar.

Pada penelitian ini benda uji yang digunakan adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan dinding panel dengan ukuran (10x50x100) cm masing-masing fas 5 buah benda uji. Perbandingan volume antara semen dan agregat kasar sebesar 1:5. Pengujian berat satuan volume, kuat tekan silinder beton dan kuat lentur dinding panel dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan berat satuan volume rata-rata dinding panel dengan nilai fas 0,30 didapat 1,319 gr/cm³, nilai fas 0,35 didapat 1,356 gr/cm³, nilai fas 0,40 didapat 1,427 gr/cm³ dan nilai fas 0,45 didapat 1,452 gr/cm³. Berat satuan volume beton kurang dari 1,850 gr/cm³, sehingga dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan. Untuk pengujian kuat lentur dinding panel diperoleh hasil sebesar 0,685 MPa pada fas 0,30, pada fas 0,35 sebesar 0,713 MPa, pada fas 0,40 sebesar 0,238 MPa sedangkan untuk fas 0,45 sebesar 0,190 MPa.

Kata kunci: berat satuan volume; dinding panel; kuat lentur; pecahan genteng.

Pendahuluan

Pembangunan gedung-gedung bertingkat menggunakan beton bertulang, baik dari segi pembuatan kolom, balok dan plat. Dinding bangunan itu sendiri menggunakan batu bata merah. Tetapi zaman sekarang pemakaian batu bata sebagai dinding bangunan bisa digantikan dengan penggunaan dinding. Dinding panel itu bisa terbuat dari semen dan pasir; PVC (*polyvinyl chloride*); mortar dengan bahan tambah *polyvinyl acetat* dan sisa serat aren dengan tulangan bambu (Lucky, 2008); jerami padi berjenis IR (Mediastika, 2008) dan masih banyak lagi.

Penelitian Ujianto (2011) dengan judul Tinjauan Kekuatan Dinding Panel Beton Ringan dari Limbah Pecahan Genteng diperoleh hasil rata-rata kuat tekan dinding panel dengan 3 buah sampel adalah fas 0,30 sebesar 0,467 MPa, 0,35 sebesar 0,347 MPa dan fas 0,4 sebesar 0,333 MPa. Hasil rata-rata kuat lentur dinding panel dengan 3 buah sampel pada fas 0,3 sebesar 1,87 N/mm², fas 0,35 sebesar 1,78 N/mm² dan fas 0,40 sebesar 1,58 N/mm². Penelitian dinding panel dengan judul Tinjauan Kuat Lentur Sambungan Dinding Panel Agregat Pecahan Genteng dengan Perkuatan Tulangan Baja ini meninjau kuat lentur dinding panel yang ditambahkan dengan tulangan baja untuk memperkuat sambungan antar dinding panel.

Dinding adalah bagian dari bangunan yang bersifat non struktural berfungsi sebagai pemisah atau pembatas ruangan satu dengan ruangan lainnya. Dinding, sebagai penahan cahaya panas dari matahari, menahan tiupan angin luar, dan untuk menghindari gangguan binatang atau tempas air dari luar. Begitu pula dinding panel. Dinding panel atau lebih dikenal dengan panel-panel dinding merupakan salah satu komponen non struktural dari suatu bangunan. Pada umumnya tembok atau dinding dibuat dari bahan batu kali atau bata merah yang dilapisi dengan mortar, pada volume besar dan letak bangunan di daerah yang memerlukan perlakuan khusus, seperti di daerah gempa dan

bangunan gedung bertingkat. Pembuatan dinding dengan bata merah yang dikerjakan di lapangan menimbulkan dampak yang tidak baik di lapangan seperti pekerjaan lama, boros tenaga kerja, memiliki berat jenis tinggi dan berbahaya ketika terjadi gempa. Dinding panel yang dibuat secara pracetak adalah solusi tepat bagi kondisi daerah atau jenis pekerjaan seperti di atas. Menurut Winter dan A.H. Nilson (1993), Keuntungan dari konstruksi beton pracetak terletak pada berkurangnya tenaga kerja yang diperlukan dalam menghasilkan satu satuan beton, karena rangkaian produksi dilakukan secara mekanis dan pembuatannya dapat dilakukan dengan tenaga kerja setempat tanpa keahlian khusus.

Beton tanpa pasir adalah beton yang terbuat dari air, semen dan agregat tanpa menggunakan pasir. Karena tidak menggunakan pasir maka rongga-rongga antara butir-butir agregat kasar tidak terisi oleh butir-butir pasir, sehingga beton berongga. Adanya rongga berakibat sifat kerapatan maupun berat jenis beton menjadi lebih rendah, sehingga dapat dikelompokkan sebagai beton ringan. Beton ringan mempunyai beberapa keutamaan antara lain; sebagai isolator panas yang baik, susut kecil, kemungkinan segregasi kecil, kebutuhan semen lebih sedikit dibandingkan dengan beton normal, pembuatan beton sederhana dan cepat serta beratnya ringan (Tjokrodimuljo, 1996):

Berat jenis beton non pasir nilainya lebih kecil bila dibandingkan dengan berat jenis beton normal. Berat jenis beton bergantung pada berat jenis dan gradasi agregat yang dipakai dalam pembuatan beton. Pada umumnya penggunaan agregat kasar berkisar antara 60% sampai 70% dari beton normal.

Beton ringan adalah beton yang agregat kasarnya diganti dengan agregat ringan. Selain itu dapat pula berupa beton yang diberi bahan tambah yang mampu membentuk gelembung-gelembung udara selama pengadukan berlangsung. Beton ini mempunyai banyak pori sehingga berat jenisnya lebih rendah dari pada beton biasa.

Sifat-sifat beton merupakan hal yang erat hubungannya dengan kualitas beton yang dituntut untuk suatu tujuan konstruksi, yang diharapkan agar beton dapat memenuhi secara maksimal dan ekonomis tidak terjadi pemborosan.

1. Kelebihan beton ringan:

- a) Ringan. Beton memiliki berat satuan volume antara 300 kg/m³ sampai 1200 kg/m³. Beton normal memiliki berat satuan volume sekitar 2200 kg/m³ sampai 2500 kg/m³.
- b) Tidak menghantarkan panas. Beton ringan memiliki nilai isolasi antara 3-6 kali bata dan sekitar 10 kali beton biasa.
- c) Tahan api. Beton ringan memiliki sifat yang baik sekali dalam menahan kebakaran, karena sifatnya yang tidak baik dalam menghantarkan panas. Sehingga beton ringan baik untuk melindungi bagian struktur dari pengaruh api.
- d) Mudah dikerjakan. Beton ringan mudah digergaji dan mudah untuk dipaku, karena itu beton ringan mudah dibuat.
- e) Harga murah.

2. Kelemahan beton ringan:

- a) Daya isolasi suara kurang baik. Beton ringan apabila dipakai untuk bahan isolasi suara kurang baik dibandingkan dengan beton normal yang lebih padat.
- b) Keawetan, karena beton ringan tidak kedap air, maka beton ringan tidak dapat menahan terjadinya korosi yang terjadi pada baja tulangan sebagai mana terjadi pada beton normal. Oleh karena itu baja tulangan perlu diberi lapisan khusus yang dapat mencegah terjadinya korosi.

Dinding panel dibuat secara fabrikasi menggunakan komposisi campuran beton normal (air, agregat dan semen) ditambah bahan aditif dan diberi tulangan baja. Pada penelitian ini komposisi campuran tidak menggunakan campuran yang seutuhnya, karena fungsi tanpa menggunakan agregat halus dan mengganti agregat kasar dengan limbah pecahan genteng. Bahan penyusun pada proses pembuatan dalam kondisi baik untuk menghasilkan komposisi campuran yang diinginkan. Komposisi campuran pada benda uji mempengaruhi terhadap kualitas dinding panel yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu mengetahui sifat-sifat dari masing-masing bahan agar dapat menentukan material yang akan digunakan secara tepat.

Semen *Portland* adalah bahan ikat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan *Clinker* yang terutama terdiri dari *silica-silika calcium* yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (Departemen Pekerjaan Umum, 1982). Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik.

Fungsi semen untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak dan padat. Senyawa-senyawa yang penting dalam kandungan semen *Portland* yaitu:

- a. *Trikalsium Silica* (C3S) atau 3CaOSiO_2
- b. *Dikalsium Silica* (C2A) atau 2CaOSiO_2
- c. *Trikalsium Alumunat* (C3S) atau $3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$
- d. *Tetra Kalsium Alominoferrite* (C3AF) atau $4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{FeO}_3$

Bilamana semen bersentuhan dengan air, maka proses hidrasi akan berlangsung, dalam arah ke luar dan ke dalam. maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi dibagian dalam secara bertahap terhidrasi sehingga volumenya mengecil. Reaksi tersebut berlangsung lambat, antara 2–5 jam (yang disebut periode induktif atau tak aktif) sebelum mengalami percepatan setelah kulit permukaan pecah. (Tjokrodimuljo, 1996)

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan sekitar 25 persen berat semen saja. Namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Kelebihan air ini digunakan sebagai pelumas. Tetapi perlu dicatat bahwa tambahan air sebagai pelumas ini tidak boleh terlalu banyak karena dapat mengurangi kekuatan beton akan rendah serta betonnya porous. Selain itu kelebihan air pada beton akan bercampur dan bersama-sama muncul kepermukaan adukan beton segar yang baru saja dituan (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan merupakan suatu lapisan tipis yang disebut dengan *laitance* (selaput tipis). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah. Apabila ada kebocoran cetakan, air bersama-sama semen juga dapat keluar, sehingga terjadilah sarang-sarang kecil. (Tjokrodimuljo, 1996)

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam beton atau mortar. Agregat ini kira-kira menempati 70 persen dari volume mortar atau beton. Walaupun sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton atau mortar, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. (Tjokrodimuljo, 1996)

Agregat umumnya digolongkan menjadi dua yaitu agregat kasar yang berukuran lebih besar dari 4,80 mm dan agregat halus yang mempunyai ukuran kurang dari 4,80 mm.

Secara umum genteng yaitu unsur bangunan yang berfungsi sebagai penutup atap, agar bangunan tidak terkena air hujan, panas matahari dan lainnya. Dalam buku Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI, 1982) ada beberapa macam genteng penutup atap, antara lain:

- a) Genteng Keramik adalah suatu bahan yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang dibakar sampai suhu tinggi sehingga tidak hancur jika direndam dalam air.
- b) Genteng Beton, merupakan unsur bangunan yang dibuat dari campuran bahan-bahan semen *Portland*, agregat halus, air, dan atau tanpa kapur, trass, pigmen, dan bahan pemmbantu lain, yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk atap.
- c) Genteng Kaca adalah unsur atau bahan bangunan yang digunakan sebagai penutup atap yang dibuat dari kaca dengan atau tanpa dicampur dengan bahan tambahan.
- d) Genteng Bambu adalah bahan bangunan yang dibuat dari belahan bambu yang dipotong-potong dengan ukuran panjang yang kurang lebih sama, dengan panjang minimum satu ruas.

Baja tulangan merupakan material yang mempunyai kekuatan tarik tinggi. Baja penguat atau baja tulangan memikul gaya tarik maupun gaya tekan, kekuatan lelehnya lebih sepuluh kali dari kekuatan tekan struktur beton yang umum, atau seratus kali dari kekuatan tariknya. Sebaliknya baja merupakan material yang mahal harganya bila dibandingkan dengan beton. Kedua material tersebut dapat dipergunakan sebaik-baiknya dalam suatu kombinasi dimana beton berfungsi untuk memikul tegangan tekan sedang baja berfungsi memikul tegangan tarik. (Winter dan Arthur, 1993 hal 28). Tulangan baja menurut Tjokrodimuljo (1995), bentuk ada dua macam, yaitu:

- a) Tulangan baja polos, merupakan batang baja yang permukaannya licin (rata). Untuk tulangan polos menurut Asroni (2010), mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal sebesar 240 MPa dengan ukuran $\phi 6$ mm, $\phi 8$ mm, $\phi 10$ mm, $\phi 12$ mm, $\phi 14$ mm.
- b) Tulangan baja ulir, tulangan baja ulir merupakan batang baja dengan bentuk permukaan khusus untuk mendapatkan pelekatan (*bonding*) pada beton yang lebih daripada baja tulangan polos pada luas penampang yang sama. Untuk tulangan baja ulir menurut Asroni (2010), mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal sebesar 300 MPa dengan ukuran $\phi 10$ mm, $\phi 13$ mm, $\phi 16$ mm, $\phi 19$ mm, $\phi 22$ mm, $\phi 25$ mm, $\phi 29$ mm.

Berat satuan volume dinding panel diperoleh dari hasil bagi berat kering dinding panel dengan volumenya, berat kering diperoleh dengan menimbang dinding panel sebelum diadakan pengujian kuat lentur. Berat satuan volume dilambangkan γ_c dalam struktur beton 1 (Asroni, 2010). Rumus yang digunakan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 1995):

Berat isi dinding panel

$$(\gamma_c) = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(1)$$

dengan : W = Berat benda uji (gram)
V = Volume dinding panel/beton (cm^3)

Pengujian kuat tekan silinder beton dilaksanakan dengan silinder beton diletakkan di atas benda uji dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji. Benda uji silinder akan terbelah/retak (Chu-Kia Wang, dan Charles G. Salmon, 1994). Besarnya kuat tekan silinder beton masing-masing benda uji digunakan rumus sebagai berikut (Tjokrodimaljo, 1995):

$$f_c = \frac{P_{max}}{A} \dots\dots\dots(2)$$

dengan : f_c = Kuat tekan maksimum beton (kg/cm², MPa)
 P_{max} = Beban maksimum (kN, kg)
 A = Luas permukaan benda uji (cm²)

Nilai kuat tekan beton dinyatakan dalam N/mm² atau MPa. Menurut Tjokrodimaljo (1996), kuat tekan bergantung pada faktor air semen, gradasi campuran, bentuk batuan, ukuran maksimum batuan, cara pengerjaan (campuran, pengadukan, pemadatan dan perawatan), umur beton, serta pemakaian bahan tambah yang digunakan.

Berat satuan volume dinding panel yang menggunakan campuran beton normal sekitar 2300 kg/m³ - 2400kg/m³, sedangkan jika menggunakan campuran beton ringan sekitar 300 kg/m³ - 1200 kg/m³. Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya nilai berat jenis beton adalah agregat. Agregat dengan berat satuan volume rendah adalah agregat yang bersifat lunak dan berpori dengan daya absorpsi besar, sedangkan agregat bermutu tinggi pada umumnya mempunyai berat jenis tinggi (Tjokrodimaljo, 1996). Sedangkan dalam penelitian ini agregat kasar menggunakan pecahan genteng. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Tjokrodimaljo, 1995):

Berat satuan volume dinding panel

$$(\gamma_c) = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(3)$$

dengan : W = Berat benda uji (gram)
 V = Volume dinding panel/beton (cm³)

Pengujian kuat lentur dinding panel dilakukan pada saat dinding panel berumur 28 hari. Tegangan maksimum pada pengujian kuat lentur dicapai bagian bawah dinding panel. Tegangan lentur dikenal sebagai *Modulus of Repture* (MOR), Besarnya MOR untuk pengujian dengan penempatan beban di tengah bentang (Neville dan K.M. Brooks, 1987).

$$\text{Besarnya MOR} = \frac{Mc}{W} = \frac{\frac{1}{4} PL}{\frac{1}{6} bh^2} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan; MOR = *Modulus of Repture* (kgf/cm², MPa)
 P = Beban Maksimum (kgf)
 L = Panjang bentang (cm)
 b = Lebar benda uji (cm)
 h = Tinggi benda uji (cm)

Pengujian kuat tarik baja tulangan disini untuk mengetahui mutu baja tulangan, yaitu dengan mendapatkan kuat tarik (kuat leleh) baja tulangan (f_y). Rumus yang digunakan sebagai berikut (Tjokrodimaljo, 1995):

$$f_y = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma}{n} \dots\dots\dots(5)$$

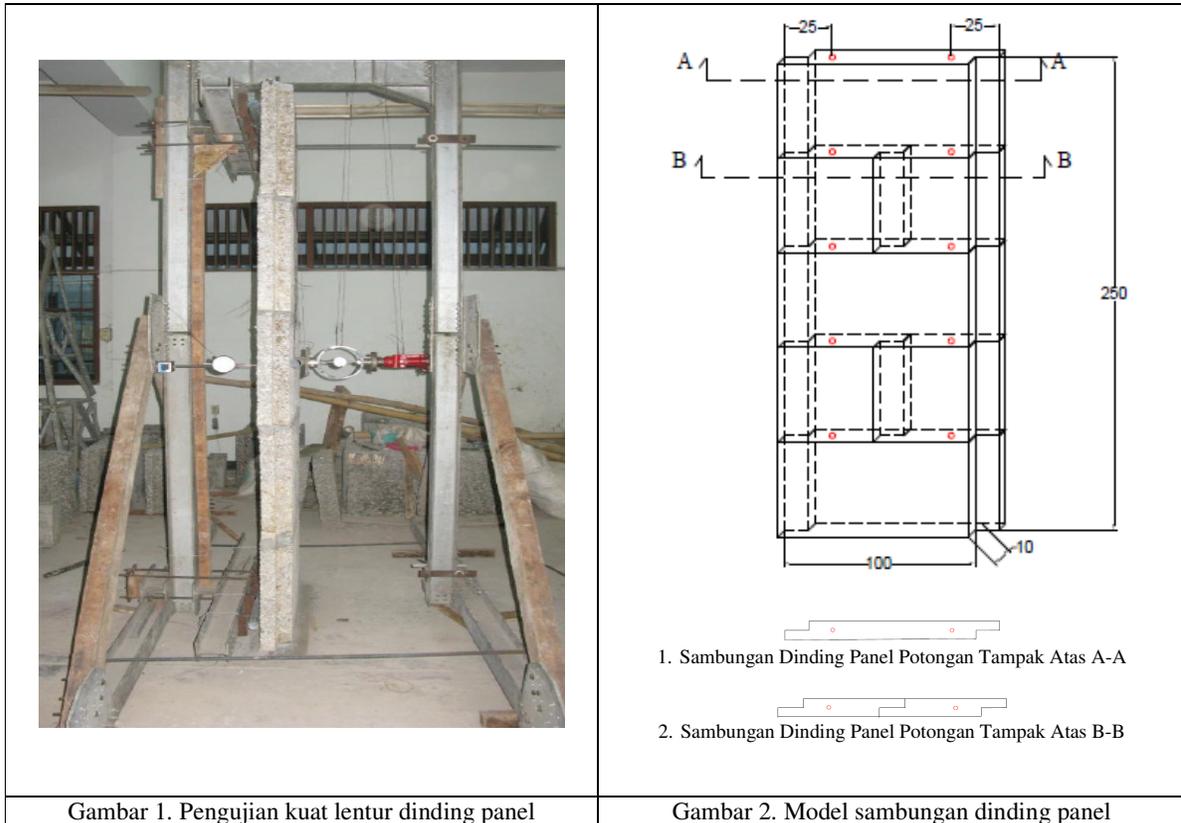
dengan:
 f_y = Kuat tarik baja tulangan (N/mm²)
 σ = Tegangan luluh (MPa, N/mm²)
 n = jumlah sampel

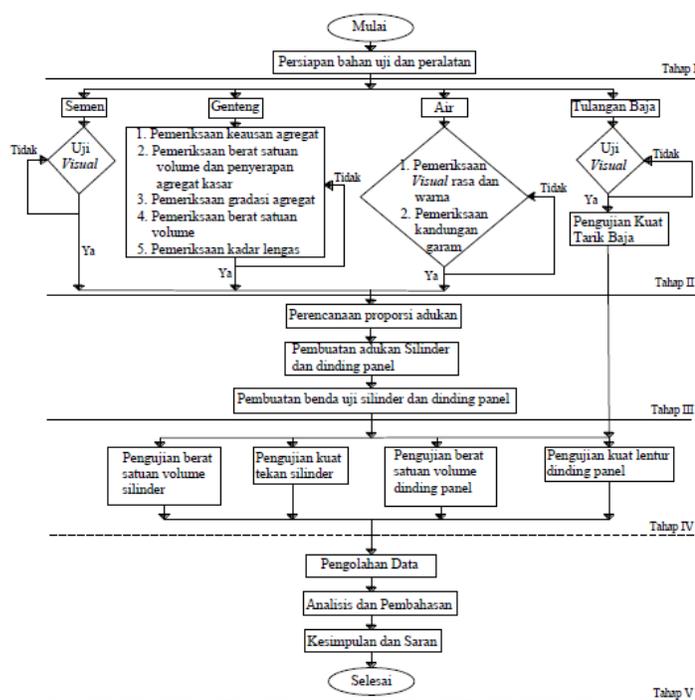
Menurut Tjokrodimaljo (1995), f_y adalah tegangan dengan satuankg/cm², sedangkan menurut Gere dan Stephen P. Timoshenko (1996), σ adalajtegangan dengan satuan MPa, N/mm².

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen *Portland* dengan merk *Holcim*. Agregat kasar berupa pecahan genteng yang berasal dari daerah boyolali. Air berasal dari lingkungan UMS. Alat-alat yang digunakan meliputi: Satu set ayakan kerikil, mesin penggetar ayakan, timbangan, gelas ukur, *oven*, kerucut *Abram's*, tongkat baja, *concrete mixer*, *desicator*, mesin uji geser, bak perendaman benda uji, satu set pengujian lentur dan peralatan penunjang lain.

Setting up pengujian kuat lentur dilakukan dengan tumpuan sendi - rol dan kemudian diberikan beban merata di tengah bentang sampai dinding panel hancur. Setting pengujian kuat lentur dinding panel dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.





Gambar 3. Bagan alir penelitian

Benda uji dalam penelitian ini adalah silinder beton 5 buah untuk mengetahui kuat tekan beton, dinding panel ukuran (10x50x100) cm dengan diameter lubang PVC ukuran 15 mm (5/8”) pada jarak 25 cm 5 buah benda uji untuk pengujian kuat lentur. Tulangan baja dengan dengan ukuran diameter 13 mm, untuk dinding panel panjangnya 260 cm dan untuk pengujian tarik baja panjangnya 50 cm. Campuran menggunakan fas 0,30; 0,35; 0,40 dan 0,45 masing-masing perbandingan semen dan agregat pecahan genteng 1 : 5. Sebelum melakukan penelitian kuat tekan silinder dan kuat lentur dinding panel, dilakukan pengujian karakteristik bahan penyusun beton ringan sehingga diperoleh bahan susun yang sesuai dengan yang disyaratkan oleh SK SNI S 04-1989-F tentang spesifikasi beton ringan. Dari karakteristik bahan juga akan dapat ditentukan rencana campuran yang baik sehingga diperoleh nilai kuat tekan yang diinginkan. Adapun tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat di gambar 3.

Hasil dan Pembahasan

Berat jenis SSD genteng sebesar 1,988 gr/cm³ dan serapan air sebesar 21,253 %. Dari hasil perhitungan distribusi ukuran butiran genteng diperoleh modulus halus butir genteng (mhb) = 7,338. Berat Satuan Volume Pecahan Genteng sebesar 0,899 cm³. Keausan Agregat, dari hasil pengujian persentase keausan genteng sebesar 61,82% > 50%. Hasil pengujian didapatkan besarnya kadar lengas pecahan genteng adalah sebesar 3,8%. Hasil pemeriksaan berat satuan volume semen adalah sebesar 1,250 gr/cm³. Dari hasil perhitungan rata-rata dari masing-masing 5 buah sampel silinder beton dan dinding panel diperoleh berat jenis silinder beton sebesar 1,203 gr/cm³ dan dinding panel sebesar 1,452 gr/cm³. Dari hasil pengujian karakteristik dinding panel beton agregat pecahan genteng dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan. Karena genteng mempunyai daya serap tinggi maka genteng sebelum dicampur dengan semen dibuat jenuh dengan cara disiram air.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan memakai alat uji tekan beton. Pelaksanaan pengujian ini dilakukan setelah pengukuran dimensi benda uji untuk mengetahui luas bidang beton yang tertekan. Perlu diketahui pula beratnya sebagai indikasi kepadatan. Bila berat benda uji berbeda satu dengan yang lain sedangkan dimensinya sama, maka kuat tekan beton belum tentu sama. Semakin besar nilai fas kuat tekan beton mengalami penurunan, hal ini disebabkan oleh bertambahnya kadar air semen.

Dari hasil pengujian kuat lentur dinding panel pada fas 0,30 kuat lentur sebesar 0,685 MPa, untuk fas 0,35 kuat lentur sebesar 0,713 MPa, untuk fas 0,40 kuat lentur sebesar 0,238 MPa sedangkan untuk fas 0,45 kuat lentur rata-rata sebesar 0,190 MPa. Kuat lentur dinding panel kurang dari 1,37 N/mm² (SK SNI T, 1993) berarti dinding panel tidak begitu lentur, hal ini disebabkan oleh lemahnya pada sambungan antara dinding panel yang disebabkan campuran perekat pasta pada sambungan kurang begitu bagus sehingga kuat lentur yang didapat berkisar 0,190 MPa sampai dengan 0,713 MPa dan retak dicapai hanya terjadi pada sambungan antar dinding panel, bukan retak keseluruhan struktural dari dinding panel

Tabel 4. Hasil perhitungan kuat lentur dinding panel

No	fas	berat kg	P kgf	L cm	b cm	h cm	MOR	
							kgf/cm ²	Mpa
1	0.3	334	207.48	220	100	10	6.847	0.685
2	0.35	36	216.13	220	100	10	7.132	0.713
3	0.4	362.5	72.04	220	100	10	2.377	0.238
4	0.45	370.4	57.63	220	100	10	1.902	0.190

Hasil dari pengujian berat satuan volume silinder pada nilai fas 0,30 didapat berat satuan volume rata-rata 1,409 gr/cm³, untuk nilai fas 0,35 didapat berat satuan volume rata-rata 1,406 gr/cm³, untuk nilai fas 0,40 didapat berat satuan volume rata-rata 1,461 gr/cm³, dan untuk nilai fas 0,45 didapat berat satuan volume rata-rata 1,449 gr/cm³. Dari hasil pengujian berat satuan volume *workability* dari silinder beton dipengaruhi oleh pemadatan silinder betonnya. Melihat hasil berat satuan volume dari tiap-tiap nilai fas, dari nilai fas 0,30 sampai nilai fas 0,45 hasil berat satuan volumenya kurang dari 1,850 gr/cm³ (Murdock dan K.M. Brook, 1999), sehingga hasil dari pengujian silinder dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan berat satuan volume silinder

fas	No	Berat (g)	Luas Permukaan (cm ²)	Tinggi cm	V cm ³	γ_c (g/cm ³)	γ_c (rata-rata) (g/cm ³)
0,30	1	7550	176,625	30	5.298,750	1,425	1,409
	2	7550	176,625	30	5.298,750	1,425	
	3	7550	176,625	30	5.298,750	1,425	
	4	7340	176,625	30	5.298,750	1,385	
	5	7340	176,625	30	5.298,750	1,385	

Lanjutan tabel 1

0,35	1	7500	176,625	30	5.298,750	1,415	1,406
	2	7300	176,625	30	5.298,750	1,378	
	3	7650	176,625	30	5.298,750	1,444	
	4	7600	176,625	30	5.298,750	1,434	
	5	7200	176,625	30	5.298,750	1,359	
0,40	1	8750	176,625	30	5.298,750	1,651	1,461
	2	6900	176,625	30	5.298,750	1,302	
	3	7000	176,625	30	5.298,750	1,321	
	4	8150	176,625	30	5.298,750	1,538	
	5	7900	176,625	30	5.298,750	1,491	
0,45	1	7000	176,625	30	5.298,750	1,321	1,449
	2	7600	176,625	30	5.298,750	1,434	
	3	7700	176,625	30	5.298,750	1,453	
	4	8300	176,625	30	5.298,750	1,566	
	5	7800	176,625	30	5.298,750	1,472	

Hasil pemeriksaan terhadap kuat tekan silinder untuk fas 0,30 didapat kuat tekan rata-rata 3,621 MPa, pada fas 0,35 didapat kuat tekan rata-rata silinder 3,678 MPa, fas 0,40 didapat kuat tekan rata-rata silinder 3,395 MPa, sedangkan fas 0,45 didapat kuat tekan rata-rata silinder 2,829 MPa. Melihat hasil pengujian nilai fas 0,40 sampai nilai fas 0,45 kuat tekan rata-rata masuk dalam syarat no.1 yaitu f'_c (rata-rata) berada di bawah f'_c lebih dari 3,45 MPa yang menyatakan ada pengurangan kekuatan beton (Winter dan A.H. Nilson, 1993). Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Silinder

fas	No	Berat (kg)	Luas Permukaan (cm ²)	P desak		f _c ' (kg/cm ²)	f _c (rata-rata)	
				(kN)	(kg)		(kg/cm ²)	(MPa)
0,3	1	7.55	176.625	70	7000	39.632	36.235	3.62
	2	7.55	176.625	65	6500	36.801		
	3	7.55	176.625	70	7000	39.632		
	4	7.34	176.625	65	6500	36.801		
	5	7.34	176.625	50	5000	28.309		
0,35	1	7.5	176.625	75	7500	42.463	36.801	3.68
	2	7.3	176.625	55	5500	31.139		
	3	7.65	176.625	75	7500	42.463		
	4	7.6	176.625	65	6500	36.801		
	5	7.2	176.625	55	5500	31.139		
0,40	1	8.75	176.625	80	8000	45.294	33.970	3.40
	2	6.9	176.625	40	4000	22.647		
	3	7	176.625	40	4000	22.647		
	4	8.15	176.625	70	7000	39.632		
	5	7.9	176.625	70	7000	39.632		
0,45	1	7	176.625	45	4500	25.478	28.309	2.83
	2	7.6	176.625	60	6000	33.970		
	3	7.7	176.625	50	5000	28.309		
	4	8.3	176.625	45	4500	25.478		
	5	7.8	176.625	50	5000	28.309		

Hasil berat satuan volume dari dinding panel untuk nilai fas 0,30 didapat berat satuan volume rata-rata 1,319 gr/cm³, nilai fas 0,35 didapat berat satuan volume rata-rata 1,356 gr/cm³, untuk nilai fas 0,40 didapat berat satuan volume rata-rata 1,427 gr/cm³ dan untuk nilai fas 0,45 didapat berat satuan volume rata-rata 1,452 gr/cm³. Berat satuan volume dinding panel kurang dari 1,850 gr/cm³ (Murdock dan K.M. Brook, 1999), sehingga hasil dari penelitian silinder dapat diklasifikasikan sebagai beton ringan. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. perhitungan berat satuan volume dinding panel

fas	No	Berat (gr) (gr)	Luas (cm ²) (cm ²)	Lebar (cm) (cm)	V (cm ³) (cm ³)	gc (gr/cm ³) (gr/cm ³)	gc (rata-rata) (gr/cm ³)
0,3	1	73500	5000	10	50000	1,470	1,319
	2a	32000	2500	10	25000	1,280	
	2b	33500	2500	10	25000	1,340	
	3	64500	5000	10	50000	1,290	
	4a	31500	2500	10	25000	1,260	
	4b	30500	2500	10	25000	1,220	
	5	68500	5000	10	50000	1,370	
0,35	1	75000	5000	10	50000	1,500	1,356
	2a	32500	2500	10	25000	1,300	
	2b	31000	2500	10	25000	1,240	
	3	68500	5000	10	50000	1,370	
	4a	32500	2500	10	25000	1,300	
	4b	32500	2500	10	25000	1,300	
	5	74000	5000	10	50000	1,480	

Ffas	No	Berat (gr) (gr)	Luas (cm ²) (cm ²)	Lebar (cm) (cm)	V (cm ³) (cm ³)	gc (gr/cm ³) (gr/cm ³)	gc (rata-rata) (gr/cm ³)
0,4	1	76500	5000	10	50000	1,530	1,427
	2a	32500	2500	10	25000	1,300	
	2b	35000	2500	10	25000	1,400	
	3	76000	5000	10	50000	1,520	
	4a	35500	2500	10	25000	1,420	
	4b	34000	2500	10	25000	1,360	
	5	73000	5000	10	50000	1,460	
0,45	1	77500	5000	10	50000	1,550	1,452
	2a	34500	2500	10	25000	1,380	
	2b	35400	2500	10	25000	1,416	
	3	75000	5000	10	50000	1,500	
	4a	34000	2500	10	25000	1,360	
	4b	34000	2500	10	25000	1,360	
	5	80000	5000	10	50000	1,600	

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada Bab V, maka dapat dibuat kesimpulan antara lain :

1. Hasil dari pengujian berat satuan volume silinder beton yaitu pada nilai fas 0,30 didapat berat satuan volume rata-rata 1,409 gr/cm³, untuk nilai fas 0,35 didapat berat satuan volume rata-rata 1,406 gr/cm³, untuk nilai fas 0,40 didapat berat satuan volume rata-rata 1,461 gr/cm³, dan untuk nilai fas 0,45 didapat berat satuan volume rata-rata 1,449 gr/cm³.
2. Hasil dari pengujian kuat tekan silinder beton yaitu pada nilai fas 0,30 didapat kuat tekan rata-rata 3,621 MPa, pada nilai fas 0,35 didapat kuat tekan rata-rata silinder 3,678 MPa, pada nilai fas 0,40 didapat kuat tekan rata-rata silinder 3,395 MPa, sedangkan pada nilai fas 0,45 didapat kuat tekan rata-rata silinder 2,829 MPa.
3. Berat satuan volume dinding panel untuk nilai fas 0,30 didapat berat satuan volume rata-rata 1,319 gr/cm³, nilai fas 0,35 didapat berat satuan volume rata-rata 1,356 gr/cm³, untuk nilai fas 0,40 didapat berat satuan volume rata-rata 1,427 gr/cm³ dan untuk nilai fas 0,45 didapat berat satuan volume rata-rata 1,452 gr/cm³.
4. Dari hasil pengujian kuat lentur dinding panel pada fas 0,30 kuat lentur sebesar 0,685 MPa, untuk fas 0,35 kuat lentur sebesar 0,713 MPa, untuk fas 0,40 kuat lentur sebesar 0,238 MPa sedangkan untuk fas 0,45 kuat lentur rata-rata sebesar 0,190 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. *Balok Dan Pelat Beton Bertulang*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Chu-Kia Wang, dan Charles G. Salmon, 1994. *Desain Beton Bertulang*, Penerjemah Hariandja, Binsar, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1993. *Tata Cara Pemasangan Panel Beton Ringan Berserat*, Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan LPMB, Bandung.
- Gere, James M., dan Stephen P. Timoshenko, 1996. *Mekanika Bahan*, penerjemah Wospakrik, Hans. J., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mediastika, C.E., 2008. *Jerami Sebagai Bahan Baku Panel Akustik Pelapis Dinding*, Jurnal Teknik Arsitektur, Universitas PETRA (Diambil Dari Internet).
- Modul 02. *Pengujian Kualitas Agregat Kasar*, Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Murdock, L.J., dan K.M. Brook, 1999. *Bahan dan Praktek Beton*, terjemahan Hindarko, Ir. Stephanus, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Neville, A.M., dan J.J. Brooks , 1987. *Concrete Technology*, Penerbit Longman Scientific and Technical, New York.