

STUDI KUAT TEKAN BETON MUTU SEDANG DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN LIMBAH BETON

*Parhan Ali¹, Heni Pujiastuti², Nurul Hidayati³, Erni Yustissiani⁴

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, parhanali20@gmail.com

²Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, pujiastutih@gmail.com

³Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, nurul.hidayati@ummat.ac.id

³Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, erniyustissiani.ey@gmail.com

Diterima: 20-03-2023 | Disetujui: 17-04-2023

ABSTRAK

Kualitas mutu beton sangat tergantung dari kualitas dari masing-masing material penyusunnya. Penggunaan material beton sebagai bahan konstruksi bangunan semakin banyak dijumpai di Indonesia. Salah satu permasalahan yang dihadapi saat ini adalah limbah bongkaran beton yang akhirnya dibuang dan menumpuk di lahan kosong. Abu sekam padi yang digunakan merupakan limbah pembakaran sekam padi dimana memiliki unsur yang bermanfaat untuk peningkatan mutu beton. Pada penelitian ini, akan dilakukan penambahan abu sekam padi, dan limbah beton pada mutu beton sedang. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian beton pada umur beton 28 hari dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan matematis. Hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan pendekatan matematis yang kemudian dibandingkan dengan SNI T-15-1991. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh terjadinya penurunan kuat tekan beton seiring dengan peningkatan variasi campuran limbah beton. Pada variasi limbah beton 0% diperoleh kuat tekan yaitu 21,966 MPa. Pada variasi 25% mengalami penurunan sebesar 9,144% sehingga hasil ini tidak memenuhi standar SNI 03-6468-2000 dan pada variasi 50% didapatkan hasil optimum sebesar 12,840% dari hasil ini sempat mengalami kenaikan kuat tekan dari variasi sebelumnya meskipun variasi 50% tetap tidak memenuhi standar SNI 03-6468-2000. Sedangkan pada variasi 75%, dan 100% mengalami penurunan berturut-turut sebesar 10,615%, dan 12,180%.

Kata kunci: kuat tekan beton, abu sekam padi, limbah beton, variasi campuran beton.

1. PENDAHULUAN

Teknologi di bidang rekayasa material kini semakin berkembang di Indonesia termasuk rekayasa material campuran pada beton. Penggunaan material beton masih banyak digunakan pada pekerjaan konstruksi seperti pada bangunan gedung, konstruksi perkerasan jalan, bendungan dan lainnya. Beton merupakan material yang relatif murah dibandingkan dengan material lain seperti baja. Selain itu, beton juga banyak diminati karena memiliki kuat tekan yang tinggi dan mudah dalam pengerjaannya.

Penggunaan material beton sebagai bahan konstruksi bangunan semakin banyak dijumpai di Indonesia. Meningkatnya pembangunan infrastruktur seperti gedung, jembatan, jalan, dan berbagai fasilitas publik lainnya yang banyak menggunakan bahan beton dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat limbah beton yang tidak dilakukan penanganan dengan serius (Imannurohman, et al, 2020). Salah satu permasalahan yang dihadapi saat ini adalah limbah bongkaran beton yang akhirnya dibuang dan menumpuk di lahan kosong. Pembuangan limbah bongkaran beton tersebut dapat merusak lingkungan pada lokasi pembuangan. Solusi pengurangan sisa limbah adukan beton ini adalah dengan melakukan pemakaian kembali (*Reuse*) material yang masih layak dipakai, dan pengolahan kembali (*Recycle*) sisa material yang ada, agar dapat dimanfaatkan sebagai material bahan konstruksi bangunan.

Abu sekam padi mudah didapatkan di seluruh wilayah di Indonesia karena padi sebagai makanan pokok penduduk Indonesia. Karakteristik abu sekam padi yang cukup halus dengan kandungan silika aktif yang tinggi menjadi dasar penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Penggantian sebagian semen menggunakan abu sekam padi merupakan salah satu upaya menjadikan beton

lebih ramah lingkungan (Raharja, et al, 2013). Maka Abu Sekam Padi dan Limbah Beton dapat dimanfaatkan untuk menghemat penggunaan semen dan agregat kasar sebagai beton keras yang digunakan sebagai bahan bangunan yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini, akan dilakukan penambahan abu sekam padi, dan limbah beton pada mutu beton sedang.

Istianingrum, dan Basewed, (2020) melakukan penelitian dengan hasil bahwa abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton. Kandungan SiO₂ pada abu sekam padi juga dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Substitusi abu sekam padi optimal adalah substitusi penambahan abu sekam padi yang menghasilkan kuat tekan yang maksimal. Substitusi penambahan abu sekam padi optimal dalam penelitian ini adalah substitusi 6% abu sekam padi dengan menghasilkan nilai kuat tekan 34,35 MPa dimana kuat tekan tersebut mengalami kenaikan sebesar 6,08% terhadap beton normal dengan nilai kuat tekan 32,28 MPa. Pengaruh abu sekam padi terhadap berat jenis beton berbanding terbalik dengan nilai kuat tekannya. nilai berat jenis cenderung mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya penambahan abu sekam padi.

Maka pada penelitian ini dicoba untuk meneliti kuat tekan beton mutu sedang dengan memanfaatkan Abu Sekam Padi dan Limbah Beton sebagai bahan tambah untuk pembuatan bahan bangunan dan dengan perbandingan persentase tertentu untuk mendapatkan campuran dengan sifat mekanik yang maksimal.

2. LANDASAN TEORI

Material beton terbentuk dari campuran beberapa bahan utama, yaitu agregat (kasar dan halus), semen, dan air. Agregat adalah butiran-butiran mineral yang dicampur dengan semen dan air menghasilkan beton. Yang dimaksud dengan butiran-butiran mineral disini adalah pasir, kerikil/batu pecah. Agregat digunakan untuk campuran beton terdiri dari 60% sampai dengan 75% dari volume totalnya.

Untuk mengukur kehalusan dan kekasaran butir agregat digunakan parameter modulus kehalusan. Modulus kehalusan adalah jumlah prosentase tertinggal kumulatif pada saringan standar diatas saringan 0,15 mm yang dibagi 100. Nilai kehalusan agregat halus berkisar antara 2,3 dan 3,1 (ASTM C33, 2012). Gradasi agregat halus yang berasal dari alam diatur pada SNI T-15-1990-03 yaitu dengan mengelompokkan dalam empat zona. Rincian karakteristik zone disajikan pada Tabel 1. Gradasi agregat kasar sebaiknya masuk dalam batas yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Batas Gradasi Agregat Halus (*BS*) (sumber: SNI, 1990)

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Tabel 2. Batas Gradasi Agregat Kasar (sumber: SNI, 1990)

Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12.5 mm
40	95-100	100	100
20	30-70	95-100	100
12.5	-	-	90-100
10	Oct-35	25-55	40-85
4.8	0-5	0-10	0-10

Semen adalah bahan halus yang berfungsi sebagai pengikat agregat yang mengandung oksida seperti kapur, silika, alumina dan oksida besi. Semen bertindak sebagai perekat yang mengikat agregat kasar dan halus menjadi massa yang padat dan padat melalui proses hidrasi. Jenis semen yang berbeda menghasilkan panas yang berbeda dan menghilangkan panas secara berbeda, jadi sangat penting untuk mengetahui jenis semen konstruksi yang digunakan. Struktur beton yang lebih besar dan bobot penampang yang lebih tinggi membutuhkan lebih sedikit panas hidrasi.

Menurut Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971), syarat-syarat air untuk beton adalah:

- a) Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan organis atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau baja tulangan.
- b) Apabila ada keraguan tentang air, dianjurkan membawa contoh air tersebut ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan untuk diuji/test.
- c) Apabila pemeriksaan di lembaga tersebut tak dapat dilakukan, maka air dapat dipakai asalkan campuran semen ditambah air yang memakai air kekuatan tekan paling sedikit 90% dari kekuatan semen ditambah air suling pada umur 7 hari dan 28 hari.

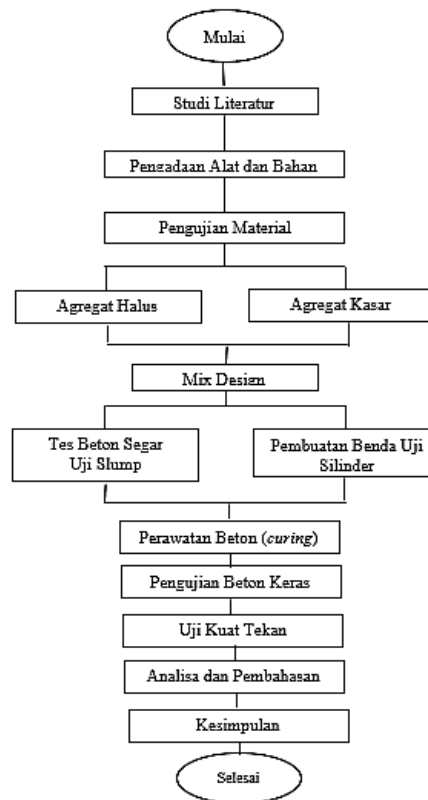
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk menyiapkan bahan dan benda uji untuk pengujian. Perangkat yang digunakan adalah timbangan, ayakan, mesin *Siever*, nampan dan sikat, gelas ukur, piknometer, oven, kerucut Abrahams, cetakan benda uji, mistar dan jangka sorong, alat *capping*, tongkat penumbuk, mesin uji tekan dan uji geser (*Testing Machine Compression*), *concrete mixer*, cetakan beton silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, dan wadah adukan.

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan, yaitu semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tiga Roda PCC (*Portland Composit Cement*) dalam satuan 50 kg/zag. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Mataram. Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah beton dengan ukuran 20 mm yang diperoleh dari daerah Mataram. Penelitian ini menggunakan air bersih dari jaringan air milik Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram. Abu sekam padi yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Gudang padi di BTN Belencong. Limbah beton yang di gunakan dalam penelitian ini di peroleh dari bongkaran kolom proyek perumahan yang berlokasi di terong bawah.

Pelaksanaan penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dimulai dari persiapan, pengujian bahan, pengujian berat satuan agregat, analisis saringan agregat, pemeriksaan kadar air agregat, pemeriksaan berat jenis limbah beton, pengujian *workability slump* beton segar, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan beton, pengujian kuat tarik belah, dan dilanjutkan dengan analisis dan pembahasan. Adapun tahapan penelitian juga ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan bahan

Hasil pengujian berat satuan agregat halus

Pemeriksaan berat satuan agregat halus pasir masing - masing menggunakan 2 buah sampel. Dalam pemeriksaan ini didapatkan data berupa berat satuan lepas dan berat satuan padat. Hasil pemeriksaan pada agregat halus didapatkan berat satuan padat rata-rata sebesar $1,447 \text{ g/cm}^3$, nilai ini memenuhi standar, yaitu $1,4 \text{ gr/cm}^3 - 1,9 \text{ gr/cm}^3$ dan berat satuan lepas rata-rata sebesar $1,223 \text{ g/cm}^3$. Berat satuan lepas pada agregat halus juga memenuhi standar spesifikasi yaitu $1,2 \text{ gr/cm}^3$.

Pengujian gradasi agregat halus pasir

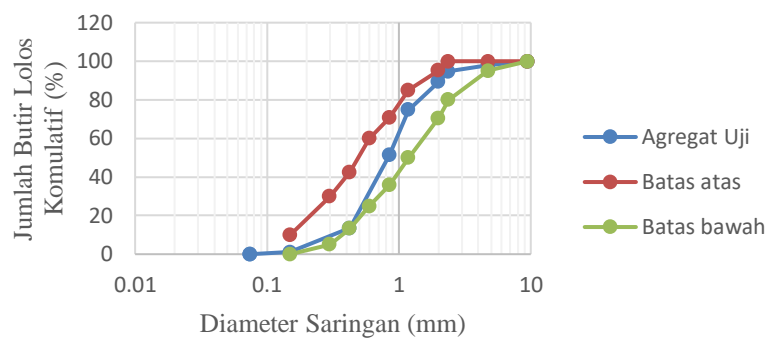
Berdasarkan pengujian pada laboratorium yang telah dilakukan, diperoleh bahwa gradasi agregat pasir diperoleh pasir yang digunakan termasuk pada zona II yaitu pasir agak kasar, dimana pasir dalam kondisi ini banyak digunakan sebagai material penyusun beton, dari analisis gradasi yang telah dilakukan didapat modulus kehalusan butiran dimana persentase kumulatif tinggal ayakan berbanding dengan persentase tertinggal ayakan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3 dan dapat disimpulkan bahwa semua agregat halus yang melewati lubang ayakan berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi pasir.

Tabel 3. Hasil pengujian gradasi agregat halus

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
40	0	0	0	100
20	0	0	0	100
10	0	0	0	100
4,75	10,20	2,04	2,04	97,96
2,38	16,52	3,304	5,344	94,656
2	26,70	5,34	10,684	89,316
1,18	72,65	14,53	25,214	74,786

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
0,60	117,03	23,406	48,62	51,38
0,30	189,56	37,912	86,532	13,468
0,15	61,54	12,308	98,84	1,16
0,075	5,80	1,16	100	0
Sisa	0		100	0
Jumlah	500		377,274	
			MHB=	3,77

Nilai MHB yang didapat sebesar 3,77 termasuk dalam kriteria syarat menurut SNI 03-1750-1990 tentang modulus halus butir yaitu 1,5 sampai 3,8, sehingga agregat ini baik untuk digunakan sebagai material penyusun beton mutu tinggi. Dapat dilihat dari grafik gradasi pasir rencana pada Gambar 2 bahwa semua agregat halus yang melewati lubang ayakan berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi pasir menurut ASTM C33.



Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus

Berat jenis agregat

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus meliputi pemeriksaan berat jenis kondisi kering dan berat jenis dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Hasil pemeriksaan untuk agregat halus didapatkan berat jenis dalam kondisi semu rata-rata sebesar 1,922 gr dan berat jenis dalam kondisi SSD sebesar 1,864 gr/cm³, dan nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 - 2,83 gr/cm³. Apabila agregat berat jenis tinggi, maka beton yang dihasilkan berberat jenis tinggi dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Pemeriksaan penyerapan agregat halus memenuhi standar spesifikasi yaitu 2% - 7%. Nilai penyerapan diperoleh 3,425%.

Pemeriksaan kadar air agregat

Hasil pemeriksaan kadar air agregat menunjukkan pasir yang digunakan memiliki kadar air sebesar 3,70% nilai ini memenuhi standar spesifikasi yaitu 3% - 5%.

Pemeriksaan kadar lumpur agregat

Kadar lumpur agregat halus sebesar 3,863%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu kurang dari 5%. Lumpur yang menempel pada permukaan agregat dapat menghalangi terjadinya lekatan antara agregat dan pasta semen (SNI, 1998).

Hasil pengujian berat satuan agregat kasar

Pada pengujian ini didapatkan data berupa berat satuan padat dan berat satuan lepas. Hasil pemeriksaan pada agregat kasar didapatkan berat satuan padat rata-rata sebesar 1,602 g/cm³, nilai ini memenuhi standar yaitu 1,4 gr/cm³ - 1,9 gr/cm³ dan berat satuan lepas rata-rata sebesar 1,257 g/cm³, untuk nilai berat satuan lepas juga memenuhi standar spesifikasi yaitu min 1,2 gr/cm³.

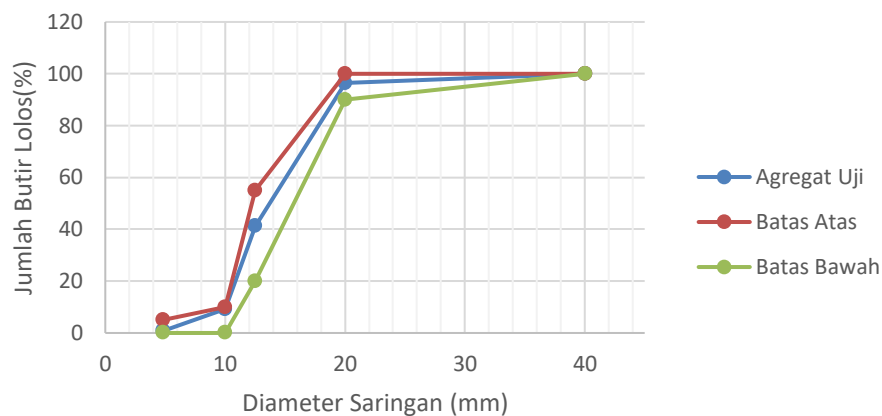
Pengujian gradasi agregat kasar

Melalui prosedur yang sama seperti gradasi pada agregat halus, hasil pemeriksaan kerikil menunjukkan nilai MHB agregat kasar yang didapat sebesar 7,512 (Tabel 4) termasuk dalam kriteria syarat, yaitu berada diantara 5 - 8, sehingga gradasi ini baik untuk digunakan sebagai material penyusun beton mutu sedang. Dapat dilihat

dari grafik gradasi kerikil pada Gambar 3 bahwa semua agregat kasar yang melewati lubang ayakan berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi pasir menurut SNI 7656-2012.

Tabel 4. Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gr)	Berat tertinggal (%)	Berat tertinggal kumulatif (%)	Persen lolos kumulatif (%)
25,4	0	0	0	100
3/4'	19,8	3,96	3,96	96,04
12,7	268,4	53,68	57,64	42,36
3/8'	163,4	32,68	90,32	9,68
4,75	44,6	8,92	99,24	0,76
2,38	3,8	0,76	100	0
1,18	0	0	100	0
0,85	0	0	100	0
0,425	0	0	100	0
0,15	0	0	100	0
Sisa	0	0	100	0
Jumlah	500	100		
			MHB=751,2	7,512



Gambar 3. Grafik Gradasi agregat kasar

Berat jenis agregat

Pemeriksaan berat jenis agregat kasar meliputi pemeriksaan berat jenis kondisi kering dan berat jenis dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*). Hasil pemeriksaan untuk agregat kasar didapatkan berat jenis dalam kondisi semu rata-rata sebesar $2,632 \text{ gr/cm}^3$ dan berat jenis dalam kondisi SSD sebesar $2,721 \text{ gr/cm}^3$, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat jenis yaitu $2,58 - 2,83 \text{ gr/cm}^3$. Apabila agregat berat jenis tinggi, maka beton yang dihasilkan berberat jenis tinggi dan memiliki kuat tekan yang tinggi, Pemeriksaan penyerapan agregat kasar memenuhi standar spesifikasi yaitu 2% - 7%. Nilai penyerapan diperoleh 3,353%.

Kadar air agregat kasar

Hasil pemeriksaan kadar air agregat menunjukkan kerikil yang digunakan memiliki kadar air sebesar 1,44% nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi yaitu 3% - 5%.

Kadar lumpur agregat kasar

Kadar lumpur agregat kasar sebesar 2,742%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu kurang dari 5%.

Hasil pemeriksaan limbah beton

Hasil pengujian limbah beton

Pemeriksaan berat satuan agregat kasar (limbah beton) menggunakan 2 buah sampel. Prosedur pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kuat material limbah beton sama dengan pengujian yang dilakukan terhadap pengujian agregat kasar. Adapa hasil yang diperoleh berat satuan padat rata-rata sebesar 1,438 g/cm³ dan semua agregat kasar tambahan (limbah beton) yang melewati lubang ayakan berada diantara batas atas dan batas bawah gradasi limbah beton. Berat jenis limbah beton dalam kondisi semu diperoleh rata-rata sebesar 5,164 gr/cm³ dan berat jenis dalam kondisi SSD sebesar 6,941 gr/cm³. Kadar air limbah beton menunjukkan kerikil yang digunakan memiliki kadar air sebesar 5,042%. Kadar lumpur agregat kasar sebesar 2,669%.

Pengujian lain yang dilakukan terhadap material limbah beton adalah pengujian keausan limbah beton yang dilakukan menggunakan mesin Los Angeles. Berdasarkan SNI 03-2417-1991, jika keausan yang diperoleh lebih dari 40% maka agregat tersebut tidak baik untuk di gunakan, dan jika keausan yang diperoleh di bawah 40% maka agregat tersebut baik untuk di gunakan. Dari hasil pengujian, diperoleh diperoleh berat akhir setelah pengujian abrasi agregat kasar pada sampel I dan II sebesar 3651 gram dan 3766,5 gram serta nilai keausan rata-rata sebesar 25,825%.

Desain campuran bahan penyusun beton (*mix design*)

Adapun desain campuran yang dilakukan pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Bahan Penyusun Beton per 1 m³

Variasi campuran	Air	semen	Abu sekam padi	Pasir	kerikil	Limbah beton
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
0% limbah beton / 8%abu sekam padi	2,944	5,198	0,452	9,244	15,035	0
25% limbah beton /8%abu sekam padi	2,944	5,198	0,452	9,244	11,276	3,759
50% limbah beton /8%abu sekam padi	2,944	5,198	0,452	9,244	7,517	7,517
75% limbah beton /8%abu sekam padi	2,944	5,198	0,452	9,244	3,759	11,276
100% limbah beton /8%abu sekam padi	2,944	5,198	0,452	9,244	0	15,035

Nilai *slump test* dapat digunakan untuk mengukur *workability* dari campuran beton yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan nilai *slump* dengan variasi campuran limbah beton

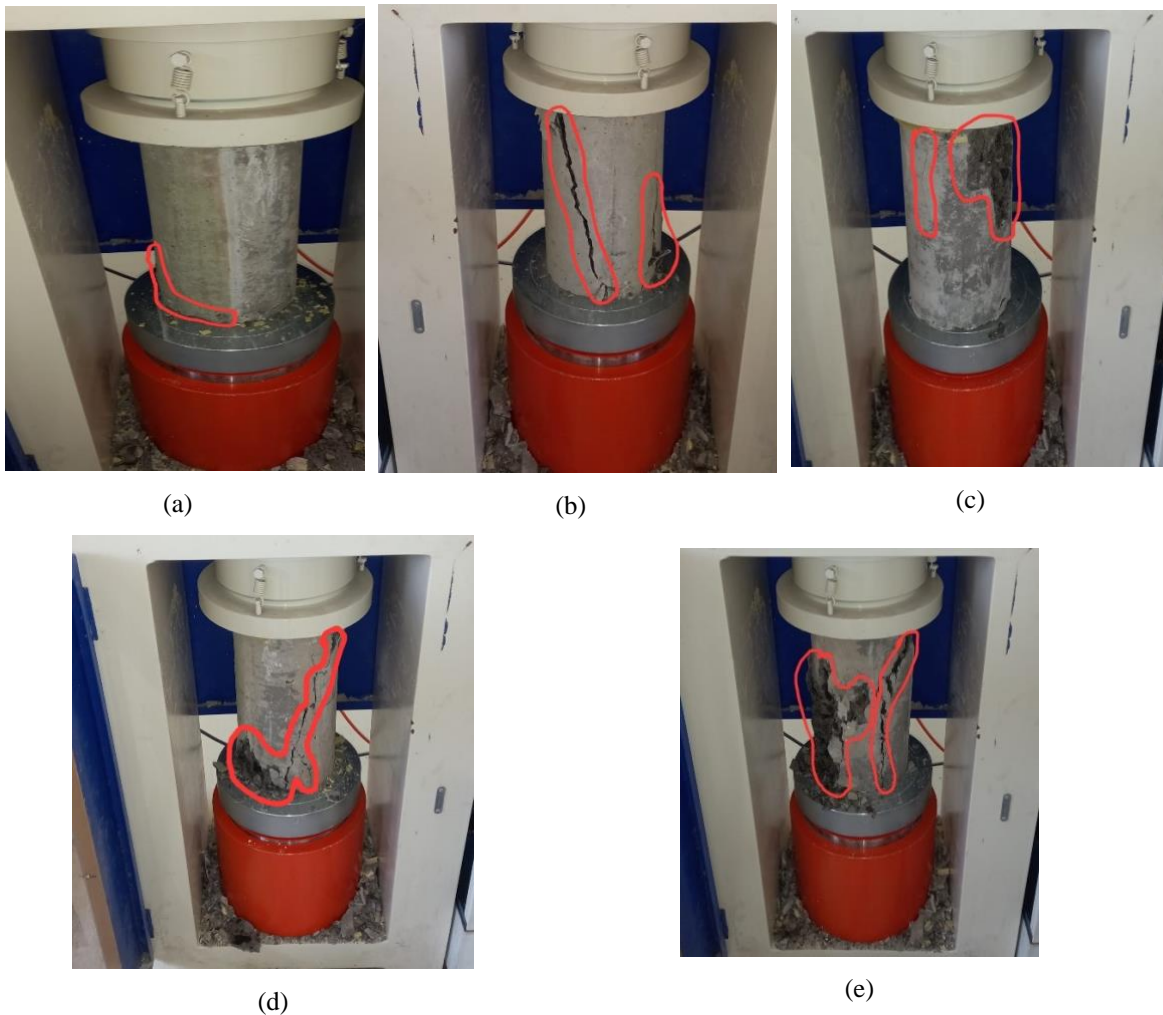
NO	Variasi Campuran	Tinggi Slump (cm)
1	Campuran 0%	9,3
2	Campuran 25%	9,1
3	Campuran 50%	9
4	Campuran 75%	8,3
5	Campuran 100%	7,5

Berdasarkan Tabel 6, nilai tertinggi terdapat pada variasi limbah beton 0% sebesar 9,3 cm, dan nilai slump terendah terdapat pada variasi campuran 100% sebesar 7,5 cm. Semakin tinggi persentase limbah beton yang ditambahkan maka nilai slumpnya semakin rendah. Nilai slump ini menunjukkan bahwa masih terdapat *slippage* dalam rentang nilai slump antara 5 cm dan 12,5 cm, sehingga campuran dapat tertangani dengan baik (Tjokrodiluljo, 2007).

Hasil uji kuat tekan beton

Kuat tekan beton adalah besarnya tegangan per satuan luas yang menyebabkan suatu benda uji beton runtuh apabila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh *Compression Testing Machine* (CTM). Kuat tekan beton diuji menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Benda uji diuji setelah 28 hari. Kuat tekan beton diuji menggunakan alat uji tekan (CTM) dan dari hasil tersebut ditentukan kuat tekan benda uji yaitu beban maksimum dibagi luas benda uji.

Beton yang telah didesain sesuai dengan campuran pada Tabel 5 kemudian diberi beban tekan menggunakan pengujian sampel pada alat uji tekan di laboratorium sehingga diperoleh gambaran kerusakan sampel beton yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Beton dengan campuran limbah beton 0% (a), 25% (b), 50% (c), 75% (d), dan 100% (e)

Beton yang dicampur dengan agregat kasar 100% (limbah beton) tanpa kerikil memiliki tampilan permukaan seperti pada Gambar 4.9. Berdasarkan gambar, beton yang terbentuk jauh lebih ringan dari beton biasa. Karena berat jenis limbah beton berbeda dengan kerikil, berat beton dengan limbah beton dapat berkurang hingga 3 kg. Beton yang dicampur dengan 100% limbah beton memiliki kuat tekan paling rendah dibandingkan dengan variasi 25%, 50% dan 75%. Hal ini juga dipengaruhi oleh umur limbah beton yang belum terlalu lama sehingga menyebabkan berkurangnya kekuatan pada limbah beton ini, sehingga beton yang di dapatkan memiliki daya kuat tekan yang sangat rendah. Adapun nilai kuat tekan beton campuran ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan beton

Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan (MPa)	Keterangan
0%	21,966	Memenuhi standar
25%	12,822	Tidak memenuhi standar
50%	12,840	Tidak memenuhi standar
75%	11,351	Tidak memenuhi standar
100%	9,786	Tidak memenuhi standar

Dari hasil pengujian menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan beton seiring dengan peningkatan variasi campuran limbah beton. Dimana dari Tabel 7 diperoleh kuat tekan beton maksimum didapatkan pada variasi limbah beton 0% (tanpa tambahan limbah beton) yaitu 21,966 MPa. Pada variasi 25% mengalami penurunan sebesar 9,144% sehingga hasil ini tidak memenuhi standar SNI 03-6468-2000 yaitu tidak boleh kurang dari 20 Mpa dan pada variasi 50% di dapatkan hasil optimum sebesar 12,840% dari hasil ini sempat mengalami kenaikan kuat tekan dari variasi sebelumnya meskipun variasi 50% tetap tidak memenuhi standar SNI 03-2834-2000 yaitu tidak boleh kurang dari 20 MPa Sedangkan pada variasi 75%, dan 100% mengalami penurunan berturut-turut sebesar 10,615%, dan 12,180%. Hasil ini juga tidak memenuhi standar SNI 03-6468-2000 yaitu tidak boleh kurang dari 20 MPa, Hal ini diperkirakan terjadi akibat semakin bertambahnya variasi campuran limbah beton, *workability* dan tingkat kepadatannya menjadi semakin menurun, sehingga ketika terjadi pembebanan maksimum beton dengan campuran limbah beton cepat mengalami deformasi dan membuat kuat tekan semakin menurun.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kuat tekan beton menunjukkan bahwa semakin bertambah variasi campuran limbah beton maka kuat tekan beton akan menjadi semakin menurun. Hal ini diperkirakan diakibatkan campuran limbah beton yang berlebihan sehingga membuat campuran menjadi menggumpal atau tingkat homogenitas menjadi berkurang.
2. Dari hasil pengujian menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan beton seiring dengan peningkatan variasi campuran limbah beton. Dimana dapat kita ketahui kuat tekan beton maksimum didapatkan pada variasi limbah beton 0% (tanpa tambahan limbah beton) yaitu 21,966 MPa. Pada variasi 25% mengalami penurunan sebesar 9,144% dan pada variasi 50% di dapatkan hasil optimum sebesar 12,840%. Sedangkan pada variasi 75%, dan 100% mengalami penurunan berturut-turut sebesar 10,615%, dan 12,180%.

6. SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama pengujian ini, maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi penelitian selanjutnya dapat dilakukan variasi pencampuran berbeda agar kuat tekan beton dapat lebih baik.
2. Tidak di sarankan menambahkan limbah beton pada campuran beton karna akan menurunkan kualitas mutu beton.
3. Direkomendasikan sebagai tambahan bahan dan bukan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram yang telah membantu dan mengizinkan penulis dalam melakukan pengujian dan penelitian ini. Tak lupa juga terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram yang telah memberi dukungan kepada penulis sehingga jurnal ini dapat diterbitkan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33-07. (2012). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. Washington D. C.
- Istianingrum, K., dan Basewed, F. (2020). *Pemanfaatan Dan Pengaruh Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan*. Tugas Akhir Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Imannurohman, N., Sudarno, dan Amin, M. (2020). *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete – Wearing Coarse (AC-WC)*. Journal RICE (Review in Civil Engineering), 4(1), 6-15.
- Raharja, S., As'ad, S., dan Sunarmasto. (2013). *Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*. Matriks Teknik Sipil, 1(4), 503-510.

- SNI 03-2417-1991. (1991). Metode Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-4804-1998. (1989). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2834-2000. (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1974-2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Tjokrodimuljo. (2007). *Teknologi Beton*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.