

KARAKTERISTIK BETON BERBAHAN DASAR *LIMESTONE* SEBAGAI AGREGAT HALUS DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT FIBER

Arbain Tata^{1*}, Sabaruddin¹, Gaftar¹

¹ Program Studi Teknik Sipil FT Unkhair

*ar baitata@yahoo.co.id

Abstrak: penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik beton serat berbahan dasar *limestone* sebagai agregat halus dengan bahan tambah Serat Fiber. Digunakan 36 benda uji untuk pengujian kuat tekan, Elastisitas dan Tarik belah. Dari masing-masing benda uji dibuat beton normal (BN) sebagai control dalam penelitian ini. Beton variasi menggunakan *limestone* sebagai agregat halus dengan bahan tambah Serat Fiber diberi symbol (BF). Masing-masing benda uji adalah BF1, BF2 dan BF3 dengan porsi campuran serat fiber sebesar, 0, 0,25% dan 5%. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa Penambahan serat pada beton berbahan *limestone* dapat meningkatkan kekuatannya hingga mencapai 16,41 %, jika dibandingkan dengan beton normal peningkatan tidak begitu signifikan hanya sebesar 3%. Berat benda uji BF1 terjadi penurunan dibandingkan dengan BN yaitu 19,49% lebih ringan. Kuat Tarik belah pada BF3 lebih Tinggi dari BN dimana kuat Tarik belah BF3 sebesar 2,17 MPa atau lebih Tinggi 1.5% dari BN. Beban runtuh balok BF3 lebih besar dari balok BN, ini menunjukkan penambahan serat 0,5% pada beton pasir kapur dari *limestone* menambah kekuatan pada benda uji BF3 yang berbahan dasar pasir dari *limestone* dibandingkan dengan BN beton normal.

Kata kunci: beton serat, karakteristik, *Limestone*, serat fiber.

I. PENDAHULUAN

Batu Kapur atau *limestone* adalah batuan sedimen yang kaya akan mineral *calcite* (CaCO_3 /*Calcium Carbonate*). Batuan ini terbentuk pada lingkungan pengendapan laut berupa terumbu atau secara klastik. Sumber utama dari *calcite* ini adalah organisme laut. Batu kapur merupakan salah satu batuan sedimen yang kaya akan kandungan *Calcium Carbonate*. Batu kapur merupakan batuan fosfat, Batuan ini sendiri terbentuk dari mineral *Calcium Carbonate* atau CaCO_3 . Umumnya, batu kapur ini digunakan dalam industri pertukangan dan keramik. Tentu saja, manfaat batu kapur tidak hanya sebatas itu. Dalam industri bangunan atau pertukangan batu kapur sering digunakan sebagai bahan pembuatan semen abu atau biasa dinamakan Portland. Semen sendiri sangat penting dan sering dicari karena bahan ini merupakan bahan perekat untuk industri bangunan. Tanpa semen yang terbuat dari batu kapur ini maka bangunan-bangunan yang kita lihat sekarang ini belum tentu sekokoh dan sekuat itu. Beberapa kegunaan umum batu kapur antara lain adalah untuk pondasi rumah, pengeras jalan, sebagai bahan pemutih, pembasmi hama, glasir, dan penjernih air. Selain digunakan dalam industri bangunan, ternyata batu kapur juga biasa digunakan dalam industri kosmetik dan obat-obatan. Melihat manfaatnya yang banyak dan beraneka ragam, banyak yang mencari batu kapur ini [1].

Penambangannya dilakukan secara terbuka, sehingga vegetasi yang tumbuh di atas bebatuan kapur harus dibuang. Penambangan secara besar-besaran dan modern memanfaatkan mesin-mesin berat yang dapat mengakibatkan getaran berlebih pada tanah. Hal ini dapat mengakibatkan tanah bekas penambangan menjadi padat dan mengandung kadar logam alkali yang tinggi, mengakibatkan pH menjadi tinggi dan sulit untuk ditumbuhi vegetasi kembali. Oleh karena itu UD (*Basic Indo Ordering*) mengutamakan sistem manual dengan memanfaatkan sumber daya manusia sekitar sebagai tenaga penggali *handboor*. Adanya penambangan dengan system manual maka selain menambah lapangan kerja juga meningkatkan pendapatan masyarakat dari hasil menambang batu kapur tersebut. Apalagi

didukung kegiatan tambang yang serba manual akan menghasilkan kualitas hasil tambang yang baik [2].

Pemilihan bahan-bahan penyusun beton yang mempunyai kualitas baik, perhitungan proporsi campuran yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan yang baik dan penambahan bahan tambah yang tepat dengan kadar yang optimum yang diperlukan akan menentukan kualitas beton yang dihasilkan. Bahan pembentuk beton diantaranya adalah semen, agregat, air, dan bahan tambahan. Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland. Bahan dasar pembentuk semen portland terdiri dari kapur, silika, alumina dan oksida besi. Oksida tersebut bereaksi membentuk suatu produk akibat peleburan. Semen *portland* yang digunakan untuk pembuatan beton, semen yang berbutir halus. Kehalusan butir semen ini dapat diraba atau dirasakan dengan tangan. Semen yang mengandung gumpalan-gumpalan, tidak baik untuk pembuatan beton. Dalam penelitian ini digunakan semen tipe I (satu) yang digunakan dalam penelitian ini [3], [4] dan [5].

II. METODOLOGI

Bagian ini menjelaskan secara rinci tentang metode eksperimen dengan tujuan menyelidiki hubungan sebab akibat antara satu sama lain dengan melakukan suatu percobaan secara langsung untuk mengetahui tujuan penelitian. Dalam penelitian ini eksperimen dilaksanakan di dalam laboratorium Bahan dan Beton dengan beberapa tahap

Persiapan Bahan

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diambil dari quari yang tidak jauh dari tempat penelitian. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir biasa dan pasir dari *limestone* yang di ambil dari Kota Ternate. Air berasal dari air PDAM, Penyediaan semen portland I, baja tulangan, dan serat *fiber* diperoleh dengan mudah di toko terdekat.

Pengujian Bahan

Pengujian bahan penelitian bertujuan mengetahui sejauh mana kelayakan karakteristik bahan penyusun beton yang akan digunakan dalam pembuatan *mix design* penelitian ini berdasarkan standar SNI sehingga dapat diprediksi nilai dan sesuaian dengan disyaratkan SNI. Pengujian bahan dasar hanya dilakukan terhadap agregat halus dan agregat kasar. Pengujian agregat halus yaitu gradasi, berat jenis, penyerapan, berat volume, kadar air, dan kadar lumpur. Sedangkan pengujian agregat kasar sama dengan pengujian agregat halus hanya saja ditambahkan pengujian keausan agregat kasar dengan Mesin Abrasi *Los Angeles* [6], [7] dan [8].

Perencanaan *mix design*

Tahap ini membahas tentang rencana campuran yang berdasarkan SNI 03-2834-2000 tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Dalam penelitian ada 3 tipe benda uji yaitu beton yang menggunakan pasir umum, pasir dari *limestone* dan beton yang menggunakan pasir dari *limestone* dengan tambahan serat *fiberglass* [9].

Pembuatan Benda uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah selinder dan balok masing memakai dua tipe campuran beton yaitu beton yang menggunakan pasir umum dan beton yang menggunakan pasir kapur dengan tambahan serat *fiberglass*.

Benda uji Slinder

Selinder berukuran 15 cm x 30 cm, dengan jumlah total tipe benda uji 18 buah, dimana 3 buah untuk pengujian kuat tekan, 3 buah untuk pengujian tarik belah dan 3 buah untuk pengujian elastisitas dari masing-masing jenis campuran. Spesifikasi benda uji kuat tekan, kuat tarik belah dan elastisitas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama dan spesifikasi benda uji beton karakteristik

Nama	Kode	Umur Beton	Σ
Beton normal kuat tekan	BN.T	28	3
Beton normal kuat tarik belah	BN.TB	28	3
Beton normal elastisitas	BN.E	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> kuat tekan	BF1.T	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> kuat Tarik belah	BF1.TB	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> elastisitas	BF1.E	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> + 0,25% serat kuat tekan	BF2.T	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> + 0,25% serat kuat tarik belah	BF2.TB	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> + 0,25% serat elastisitas	BF2.E	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> + 0,5% serat kuat tekan	BF3.T	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> + 0,5% serat kuat tarik belah	BF3.TB	28	3
Beton pasir <i>limestone</i> +0,5% serat elastisitas	BF3.E	28	3

Langkah-langkah pembuatan benda uji slinder: menyiapkan dan menimbang bahan-bahan campuran adukan beton sesuai dengan *mix design* adukan beton. Mencampur agregat halus, dengan semen hingga merata. Mencampur agregat kasar, ke campuran sebelumnya hingga merata. Mencampur air, ke campuran sebelumnya dan melakukan pengadukan secara merata dan homogen. Beton yang menggunakan pasir dari *limestone* dan serat *fiberglass* maka campuran ditambah serat *fiberglass*. Sedangkan beton normal tidak perlu ditambah serat *fiberglass*. Mengukur nilai *slump* adukan setelah tercampur homogen. Memasukkan adukan kedalam cetakan benda uji selinder secara bertahap dalam 3 tahap, yaitu masing-masing sekitar 1/3 ukuran selinder. Setiap tahanan dilakukan pemadatan sesuai SNI 03-2834-2011 [6].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini sebelumnya dilaksanakan pemeriksaan bahan yang akan digunakan. Pemeriksaan bahan dasar beton meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Pengujian dalam penelitian ini meliputi pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur beton dan pengujian kuat tarik bambu. Adapun pemeriksaan bahan dan pengujian tersebut dijelaskan pada uraian dibawah ini.

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

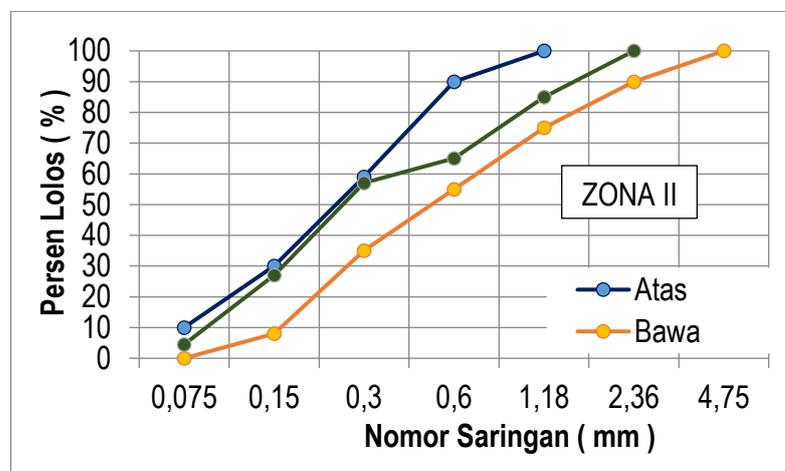
Agregat halus yang digunakan dalam pengujian ini berupa pasir kapur dari *limestone* yang berasal dari Kelurahan Kalumata dan pasir normal dari Kelurahan Kalumata, kota Ternate. Adapun hasil rekapitulasi pengujian agregat halus seperti pada Tabel 2. Dibawa ini. Dari hasil pengujian agregat halus (pasir kalumata) yang diperoleh semua pengujian karakteristik memenuhi standar. itu artinya dari sisi agregat halus berefek baik terhadap mutu beton [10].

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus (Pasir Kalumata)

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur	1.55	0,2%-5%
2	Kadar Air Agregat	4.68	3%-5%
4	Penyerapan Air Agregat	0.62	0,2%-2%
5	Berat Kering Oven	2.34	1,6-3,2
6	Berat Jenis Kering Permukaan, Jenuh Air	2.36	1,6-3,2
7	Berat Jenis Semu	2.38	1,6-3,2
8	Modulus kehalusan agregat	3.25	1,5%-3,8%

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus Pasir Normal (Pasir Kalumata)

Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Kg)	Berat Tertahan (%)	Kumulatif Berat Tertahan (%)	Berat Lolos (%)
4,75 (no 4)	0,000	0	0	100
2,36 (no 8)	0,075	15	15	85
1,18 (no 16)	0,100	20	35	65
0,6 (no 30)	0,040	8	43	57
0,3 (no 50)	0,150	30	73	27
0,15 (no 100)	0,113	22,5	95,5	4,5
0,075 (no 200)	0,023	4,5	100	0
Jumlah Σ	0,500	100	361,5	



Gambar 1. Grafik Agregat Halus Pasir Normal

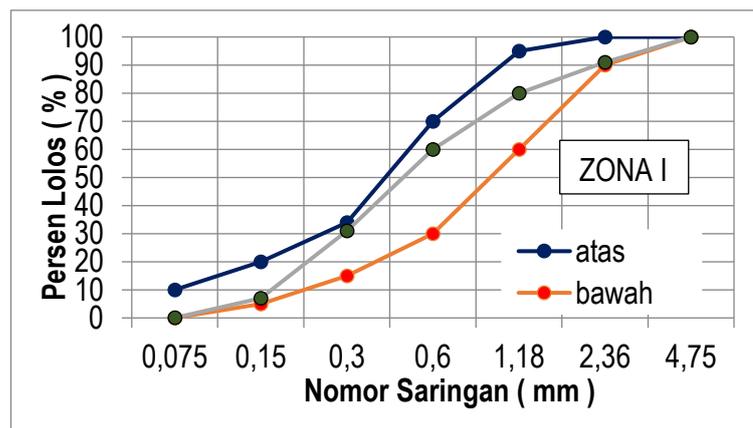
Dari hasil pengujian agregat halus diatas pengujian kadar lumpur pasir kapur dari *limestone* diperoleh 7.5% maka tidak memenuhi standar yang ditentukan 0,2%-5% (SNI 03-4142-1996). pengujian kadar air agregat di peroleh 26.50% tidak memenuhi standar yang ditentukan 3%-5% (SNI 03-1971-1990). untuk penyerapan air agregat diperoleh 34.33% maka tidak memenuhi standar 0,2%-2% (ASTM C 127, SNI 1996-1990-F). Disebabkan adanya porositas agregat atau pori-pori pasir lebih besar sehingga daya serap air lebih banyak. Jika nilai penyerapan air agregat besar akan berpengaruh pada pengadukan beton dimana campuran beton akan kaku karena kurangnya jumlah air yang dibutuhkan semen pada saat hidrasi. Oleh karena itu kondisi agregat harus SSD saat pencampuran agar tidak terjadi kekurangan atau kelebihan air yang memberikan dampak pada campuran. Untuk berat kering oven. Berat jenis kering permukaan jenuh air, berat jenis semu, dan nilai modulus kehalusan agregat dari

hasil yang diperoleh pada pengujian karakteristik agregat halus pasir kapur dari *limestone* memenuhi standar yang ditentukan.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus Pasir Kapur dari *limestone*

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur	7,50 %	0,2%-5%
2	Kadar Air Agregat	26,50 %	3%-5%
4	Penyerapan Air Agregat	16,28 %	0,2%-2%
5	Berat Kering Oven	1,91 %	1,6-3,2%
6	Berat Jenis Kering Permukaan, Jenuh Air	2,22 %	1,6-3,2%
7	Berat Jenis Semu	2,77	1,6-3,2
8	Modulus kehalusan agregat	3.10	1,5%-3,8%

Dari hasil pemeriksaan Analisa saringan pasir kapur dari *limestone* masuk pada zona I, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Agregat Halus Pasir Kapur dari *limestone*

Hasil pengujian agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada pengujian ini berasal dari Kelurahan Kalumata, kota Ternate. Pengujian karakteristik agregat kasar, yang meliputi pengujian kadar lumpur, kadar air, penyerapan air agregat, berat jenis kering oven, berat jenis kering permukaan jenuh air, berat jenis semu, modulus kehalusan agregat, dan keausan atau abrasi. Adapun hasil pengujian karakteristik agregat kasar Kalumata dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Kasar

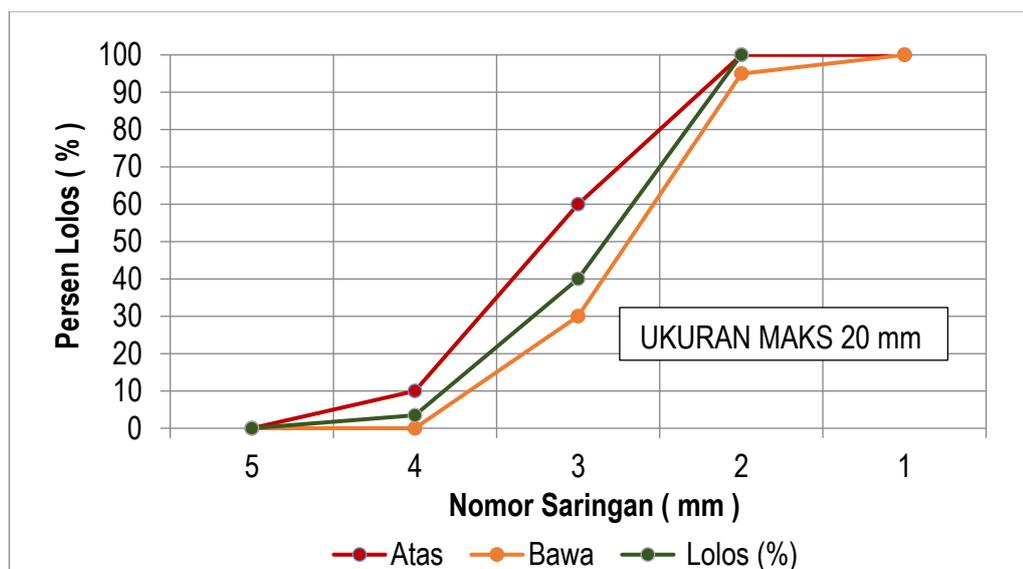
NO	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi SNI	Keterangan
1	Kadar Lumpur	0,54%	0,2 – 1,0%	Memenuhi
2	Kadar Air Agregat	0,56%	0,5 -2,0%	Memenuhi
3	Penyerapan Air Agregat	2,06	0,2-4,0	Memenuhi
4	Berat Jenis Kering Oven	2,26	1,6-3,2	Memenuhi
5	BJ Kering Permukaan, Jenuh Air	2,31	1,6-3,2	Memenuhi

6	Berat Jenis Semu	2,37	1,6-3,2	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan Agregat	7,53%	5-8 %	Memenuhi
8	Keausan dengan mesin Los Angeles	30,10%	<40 %	Memenuhi

Pada pengujian agregat kasar diatas, diperoleh hasil kadar lumpur 0,54%, kadar air agregat 0,56%, penyerapan air agregat 2,06 kg/ltr, berat jenis kering oven 2,26 kg/ltr, berat jenis kering permukaan, jenuh air 2,31 kg/ltr, berat jenis semu 2,37 kg/ltr, modulus kehalusan agregat 7,53% dan keausan/abrasi 30,10% untuk itu semua pengujian memenuhi standar.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar

Diameter Ayakan (mm)	Berat Tertahan (Kg)	Berata Tertahan (%)	Kumulatif Berat Tertahan (%)	Berat Lolos (%)
37,5 (1 ½")	0,000	0	0	100
19,1 (¾")	0,000	0	0	100
9,5 (3/8")	0,300	60	60	40
4,75 (No. 4)	0,183	36,5	96,5	3,5
0,075 (No.200)	0,018	3,5	100	0
Jumlah Σ		100	256,5	



Gambar 3. Grafik Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Hasil gradasi agregat kasar masuk pada ukuran butir 20 mm hal ini baik untuk mutu beton karena agregat yang sedang akan mampu menghasilkan kepadatan yang maksimum dan porositas yang minimum, untuk semua saringan yang lolos tidak lebih atau kurang dari batas atas dan batas bawah.

Proporsi Campuran Beton

Hasil pengujian agregat yang di lakukan di laboratorium untuk menentukan rencana komposisi untuk kebutuhan semen, agregat kasar, agregat halus dan air dalam rencana adukan beton. Dalam penelitian ini rencana campuran berdasarkan pada SNI 03-2834-2000. Didapatkan dua jenis rencana komposisi beton yaitu BN (beton normal) dan BF (beton variasi) dengan mutu beton yang direncanakan 25 Mpa dan FAS yg dipakai 0,56. Dari perhitungan rencana campuran (mix desain) adukan beton diperoleh kebutuhan bahan 1 m³ beton sebagai berikut:

Tabel 6. Komposisi Campuran BN

Bahan Beton	Berat (Kg/M ³)	Rasio Terhadap Semen
Semen	366,071 Kg	1,000
Pasir	909,816 Kg	2,485
Batu Pecah	654,113 Kg	1,787
Air	205,000 Kg	0,560
Jumlah Σ	2135,000 Kg	

Tabel 7. Komposisi Campuran BF1

Bahan Beton	Berat (Kg/M ³)	Rasio Terhadap Semen
Semen	366,071 Kg	1,000
Pasir Kapur	909,816 Kg	2,485
Batu Pecah	654,113 Kg	1,787
Air	205,000 Kg	0,560
Jumlah Σ	2135,000 Kg	

Untuk campuran BF2 dan BF3 sama seperti BF1, hanya saja ditambahkan serat 2.5% untuk BF2 dan 5% untuk BF3. Berat serat dihitung 2.5% dan 5% dari berat semen pada campuran BF1. Di dapat berat serat untuk BF2 adlah 27 kg/m³ dan BF3 adalah 29 kg/m³.

Pemeriksaan Nilai Slump

Salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui workability campuran beton adalah dengan cara pemeriksaan nilai slump, nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Nilai slump diukur pada setiap pengecoran dengan didapat rata-rata nilai slump adalah 10,12 cm.

Dari hasil pengujian yang didapat, nilai slump rata-rata cm 10.55 cm, nilai slump yang ditetapkan SNI untuk pengecoran balok adalah 7,5 – 15 cm. Maka nilai yang didapat bisa digunakan dalam pengecoran benda uji.

Hasil Pengujian Karakteristik

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan umur 28 hari, yang dilakukan uji kuat tekan selinder dengan pembebanan dilakukan hingga benda uji hancur, seperti pada gambar 4. Uji kuat tekan dilakukan pada 12 benda uji selinder, yaitu 4 benda uji selinder untuk sampel beton normal, dan 3 benda uji selinder untuk masing-masing beton variasi, baik BF1, BF2 dan BF3. Untuk hasil uji kuat tekan rata-rata dilakukan rekapitulasi seperti pada tabel 8.



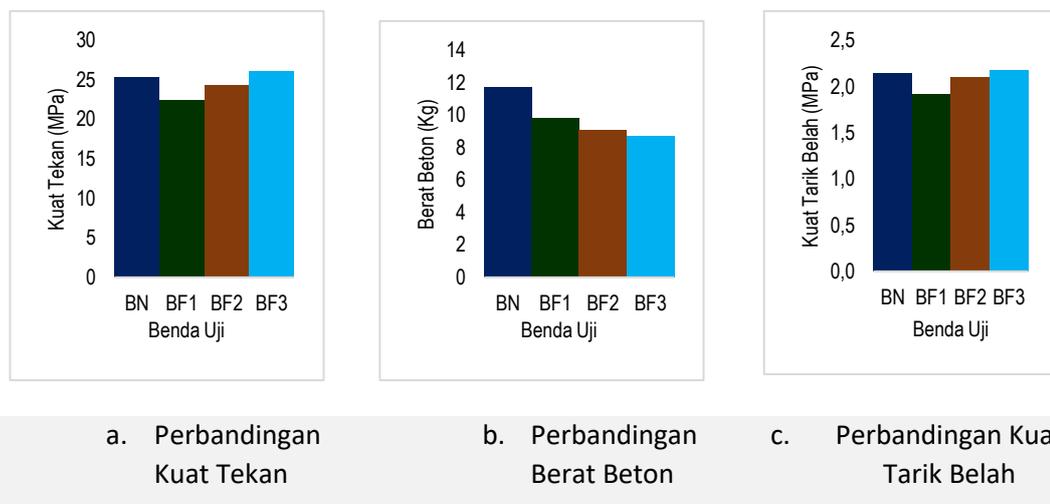
- a. Uji Kuat Tekan dengan Compression Testing Machine
- b. Perbandingan Kuat Tarik Belah dan Berat BN, BF1, BF2 dan BF3.
- c. Ujian Elastisitas BN, BF1, BF2 dan BF3

Gambar 4. Pengujian Karakteristik beton

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan BN, BF1, BF2 dan BF3.

Sampel	Berat (Kg)	Kuat Tekan Pada saat 28 Hari (MPa)	Rata-rata	
			Berat (Kg)	Kuat Tekan (MPa)
BN1	11,60	25,48	11,71	25,26
BN2	11,65	25,19		
BN3	11,75	25,48		
BN4	11,85	24,91		
BF1.1	9,80	22,64	9,80	22,36
BF1.2	9,99	22,92		
BF1.3	9,60	21,51		
BF2.1	9,20	23,21	9,10	24,34
BF2.2	9,00	24,34		
BF2.3	9,10	25,47		
BF3.1	8,50	26,03	8,68	26,03
BF3.2	8,72	25,19		
BF3.3	8,81	26,88		

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa mutu beton untuk BN mencapai yang direncanakan yaitu 25 MPa. Hasil kuat tekan rata-rata untuk benton normal sebesar 25,27 Mpa sama dengan 310,35 kg/cm² dan hasil kuat tekan rata-rata untuk beton variasi1 (BF1) dan beton variasi2 (BF2) dibawa dari BN, sementara beton variasi3 (BF3) lebih tinggi dari beton normal dimana beton variasi3 mencapai 26.03 MPa atau lebih tinggi dari kuat tekan BN sebesar 3.05 %. Untuk perhitungan kuat tekan beton terlampir.



Gambar 5. Perbandingan Karakteristik BN, BF1, BF2 dan BF3

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik belah diberikan pembebanan sampai benda uji terbelah. Hasil kuat Tarik belah dan berat rata-rata dapat dilihat pada table 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah BN, BF1, BF2 dan BF3.

Sampel	Berat (Kg)	Kuat Tarik Belah Pada saat 28 Hari (MPa)	Rata-rata	
			Berat (Kg)	Kuat Tarik (MPa)
BN1	11,55	2,26	11,55	2,14
BN2	11,65	1,98		
BN3	11,45	2,05		
BN4	11,56	2,26		
BF1.1	9,80	1,77	9,80	1,91
BF1.2	9,99	2,12		
BF1.3	9,60	1,84		
BF2.1	9,20	2,26	9,10	2,10
BF2.2	9,00	1,98		
BF2.3	9,10	2,05		
BF3.1	8,50	2,33	8,68	2,17
BF3.2	8,72	2,05		
BF3.3	8,81	2,12		

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat belah rata-rata BN mencapai 2,14 MPa. Atau sama dengan 21,82 kg/cm² dan hasil kuat tarik rata-rata untuk beton variasi1 (BF1) dan beton variasi2 (BF2) dibawa dari BN, sementara beton variasi3 (BF3) lebih tinggi dari beton normal dimana beton variasi3 (BF3) mencapai 2,17 MPa atau lebih tinggi dari kuat tarik BN sebesar 1,38%. Untuk perhitungan kuat tarik dan berat rata-rata beton terlampir. Sedangkan hasil perbandingan penurunan berat dari beton variasi dan beton normal sebesar 15,20% BF1, 21,23% BF2 dan 24,89% BF3 baton variasi terhadap beton normal. Perbandingan hasil pengujian kuat Tarik dan berat rata-rata BN, BF1, BF2 dan BF3 dapat di lihat pada Gambar 5. Hasil pengujian elastisitas dapat dilihat pada table 10. hasil pengujian yang ditampilkan berupa hasil masing-masing benda uji dan rata-ratanya. Untuk perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Nilai Elastisitas BN, BF1, BF2 dan BF3

No	Sampel	Ec MPa	Ecr MPa
1	BN1	26647	26533
2	BN2	26803	
3	BN3	26149	
4	BF1.1	21792	19911
5	BF1.2	16370	
6	BF1.3	21571	
7	BF2.1	25957	24534
8	BF2.2	21710	
9	BF2.3	25934	
10	BF3.1	38109	34238
11	BF3.2	38424	
12	BF3.3	26181	

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan sebagai berikut : Kuat tekan beton normal yang berfungsi sebagai kontrol (BN) = 25.26 MPa. Penambahan serat pada beton berbahan limestone dapat meningkatkan kekuatannya hingga mencapai 16,41 %, jika dibandingkan dengan beton normal peningkatan tidak begitu signifikan hanya sebesar 3%. Berat benda uji BF1 terjadi penurunan dibandingkan dengan BN yaitu 19,49% lebih ringan. Kuat Tarik belah pada BF3 lebih Tinggi dari BN dimana kuat Tarik belah BF3 sebesar 2,17 MPa atau lebih Tinggi 1.5% dari BN. Beban runtuh balok BF3 lebih besar dari balok BN, ini menunjukkan penambahan serat 0,5% pada beton pasir kapur dari *limestone* menambah kekuatan pada benda uji BF3 yang berbahan dasar pasir dari *limestone* dibandingkan dengan BN yaitu beton normal.

REFERENSI

- [1] Mulyono, 2003. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [2] Tata, A. Sultan, M. A. Sumartini, (2016). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Jurnal SIPILsains*, Vol 06 (11). pp. 23-30.
- [3] Tata, A. dkk (2017). Studi Karakteristik Agregat Pasir Pantai Mangoli, Sosowomo dan Loto Sebagai Bahan Campur Beton. *Jurnal Tecno*. Vol 06 (02). pp. 1-8.
- [4] Martin D. J. S. 2013. Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer. Penerbit Andi. Jawa Timur.
- [5] Purnawan Gunawan dkk (2014), Studi Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan modulus Elastisitas Beton Ringan Teknologi Foam dengan Bahan Tambah Serat Polyester.
- [6] SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal Badan Standardisasi Nasional.
- [7] SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder SNI 1974:2011. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [8] SNI 4431:2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [9] SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- [10] Tata, A. Frederik Raffel, A. Ihsan, M. And Djamaluddin, R. (2019). GFRP-sheet strengthened RC beams after seawater immersion under monotonic and fatigue loads, M ATEC Web of Conferences, Bali Indonesia, pp.1-11.