

ANALISIS PENGARUH FAKTOR AIR SEMEN (FAS) TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON NORMAL

*Aidzul Akbar Azizudin¹, Heni Pujiastuti², Nurul Hidayati³

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram, aidzulakbar016@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

Diterima: 14-06-2023 | Disetujui: 4-07-2023

ABSTRAK

Beton merupakan suatu elemen dalam konstruksi yang dibentuk oleh campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar yang berupa batu pecah atau kerikil, udara serta bahan lainnya. Kualitas beton sangat tergantung dari kualitas dari masing-masing material pembentuk. Faktor Air Semen merupakan salah satu faktor berpengaruh dalam kualitas beton yang terbentuk. Oleh sebab itu dilakukan penelitian mengenai Faktor Air Semen (FAS) terhadap kuat tekan dan kuat tarik beton normal. Sampel beton dengan variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4; 0,5; dan 0,6 yang dicampurkan dengan agregat halus, kasar dan semen kemudian dilakukan *curing* selama 28 hari dan kemudian akan dilakukan uji. Metode pengujian yang dilakukan yaitu uji kuat tekan dan kuat tarik yang dilakukan untuk mengukur kekuatan beton dengan cara memberikan tekanan dan tarik pada sampel beton hingga beton mengalami kehancuran. Hasil dari penelitian ini diperoleh kuat tekan pada variasi Faktor Air Semen (FAS) 0,4 dengan kekuatan 21,523 MPa, FAS 0,5 memiliki kekuatan 17,932 MPa dan FAS 0,6 dengan kekuatan 11,511. Uji kuat tarik memperoleh hasil bahwa pada variasi FAS 0,4 dengan kekuatan 2,164 MPa, FAS 0,5 dengan kekuatan 2,001 MPa dan FAS 0,6 memiliki kekuatan sebesar 1,145 MPa.

Kata kunci: faktor air semen (FAS), kuat tekan, kuat tarik, beton normal.

1. PENDAHULUAN

Material yang digunakan dalam proses konstruksi dapat dibagi menjadi dua kategori. Pertama adalah material yang merupakan komponen fisik dari bangunan pada akhirnya dan yang kedua adalah material yang berfungsi sebagai penunjang selama proses konstruksi tetapi tidak merupakan bagian fisik dari bangunan setelah selesai (Hartono, et al, 2015). Beton biasanya digunakan untuk membuat struktur seperti balok, kolom, dan pelat karena mudah diproses dan dapat disesuaikan dalam bentuk dan dimensi. Namun, beton biasa memiliki kelemahan seperti tegangan rendah dan berat sendiri yang cukup tinggi (2200 kg/m^3 hingga 2500 kg/m^3) (SNI 7656, 2012).

Kekuatan beton terbagi dalam beberapa jenis diantaranya mutu beton tinggi, mutu beton normal dan mutu beton rendah. Beton dengan kuat tekan normal berkisar antara 21 MPa dan 40 MPa dan bertahan selama 28 hari. Beton mutu tinggi membutuhkan desain dan kontrol komposisi yang tepat untuk bahan yang mengandung semen, agregat, air, dan bahan pengganti yang tepat. Kekuatan beton yang direncanakan akan dipengaruhi oleh kualitas agregat yang digunakan dan dimensi butiran agregat yang digunakan. Beton normal dengan kualitas yang baik dapat didefinisikan sebagai beton yang mampu menahan beban tekanan dengan bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), faktor air semen (FAS), dan zat tambahan (*admixture*) jika diperlukan. (Supit, et al, 2016).

Beton normal memiliki kepadatan dan kerapatan yang lebih tinggi dibanding dengan beton ringan. Pengurangan kepadatan beton mengurangi kualitas beton, penurunan ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti: jenis agregat, proporsi campuran induk dan cara pemadatan atau pencampuran beton. Kajian tersebut mengkaji proporsi campuran beton ringan untuk mencapai mutu beton yang diinginkan, metode tersebut merupakan metode perhitungan untuk *mix design*.

Semakin tinggi nilai koefisien air-semen, semakin buruk kekuatan betonnya. Namun, semakin kecil nilai koefisien air-semen, semakin baik tidak selalu menghasilkan kekuatan beton yang lebih baik. Rasio air-semen yang terlalu rendah menyebabkan kesulitan pemadatan, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kualitas beton (Arizki, 2015). Kandungan air semen memiliki pengaruh yang besar terhadap kuat tekan beton dan oleh karena itu harus diselidiki. Beton akan mengalir jika FAS terlalu banyak, menyebabkan bleeding. Air naik ke permukaan menyebabkan kantong udara di beton, yang mengurangi kuat tekan. Oleh karena itu peneliti ingin mempelajari pengaruh kuat tekan beton terhadap variasi faktor air semen (FAS) dengan menggunakan metode mix design, sedangkan variasi nilai faktor air semen yang digunakan adalah 0,4 ; 0,5 dan 0,6 saat pengujian kuat tekan beton dengan umur 28 hari.

2. LANDASAN TEORI

Beton adalah campuran semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air yang dicampur dengan atau tanpa bahan tambahan (SNI 2847, 2002). Pasir alam atau pasir hasil industri pertambangan biasanya digunakan sebagai agregat halus, sedangkan batu alam atau batu hasil industri pertambangan biasanya digunakan sebagai agregat kasar. Beton banyak digunakan dalam pembangunan rumah saat ini karena pengerjaannya yang cukup sederhana.

Beton terdiri dari beberapa jenis, termasuk beton normal. Beton normal dibuat dengan mencampur semen Portland, air, dan agregat, seperti halnya beton khusus. Beton khusus biasanya mengandung bahan khusus seperti pozzolan, bahan tambahan kimia, serat, dll. Tujuan penambahan admixture adalah untuk menghasilkan beton khusus yang memiliki kualitas yang lebih tinggi daripada beton biasa (Tjokrodinuljo, 2007). Sifat-sifat beton, sebagai material komposit, sangat bergantung pada sifat-sifat komponennya. Beton terdiri dari campuran bahan pengikat yang dapat dipilih, seperti kapur atau semen, agregat halus dan kasar, air, dan aditif (untuk menghasilkan beton dengan sifat khusus). Air dan semen membentuk perekat atau matriks yang juga mengisi lubang agregat halus dan kasar dan mengikat mereka bersama-sama.

Kinerja beton yang dibuat dipengaruhi oleh jenis dan sifat material penyusunnya. Beton juga dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan berat satuannya seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. klasifikasi beton berdasarkan berat satuan (sumber: SNI 2847, 2002)

No	Jenis beton	Berat beton
1	Beton ringan	$\leq 1900 \text{ kg/m}^3$
2	Beton normal	$2100 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3	Beton berat	$\geq 2500 \text{ kg/m}^3$

Material penyusun beton

Dengan memilih bahan pembentuk beton yang tepat, menghitung proporsi yang tepat, merawat dan mengolah beton dengan benar, dan memilih bahan tambahan yang tepat dengan takaran yang tepat, kualitas beton dapat diukur. Bangunan dibuat dari beton, yang terdiri dari semen, agregat, air, dan biasanya aditif atau pengisi.

Semen adalah material yang berfungsi mengisi rongga diantara butiran agregat dan mengikatnya menjadi satu untuk membentuk massa padat. Semen Portland, yang terbuat dari campuran kalsium (Ca), silika (SiO_2), aluminium (Al_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3), adalah jenis semen hidrolis yang sering digunakan dalam pembuatan beton karena dapat bereaksi secara kimiawi dengan air, yang disebut hidrasi, dan membentuk batu padat yang tetap kuat dan stabil bahkan ketika berada di dalam air. Semen portland terdiri dari beberapa macam, ulai dari semen tipe I sampai semen tipe V. Semen tipe I merupakan semen portland untuk penggunaan umum untuk semua tujuan. Semen tipe II relatif terjadi sedikit pelepasan panas, sehingga dapat digunakan untuk struktur besar. Semen tipe III adalah semen yang dapat mencapai kekuatan tertinggi pada umur 3 hari. Semen tipe IV dapat dipakai pada bendungan beton, karena mempunyai sifat panas hidrasi rendah. Dan semen tipe V dapat dipakai untuk beton-beton yang akan ditempatkan di lingkungan dengan konsentrasi sulfat yang tinggi.

Agregat adalah butiran mineral alami yang membentuk 70% volume campuran mortar atau beton. Meskipun agregat hanya disebut sebagai bahan pengisi, sifat agregat memengaruhi kualitas mortar atau beton. Oleh karena itu, pemilihan agregat adalah bagian penting dari pembuatan keduanya. Agregat adalah pengisi dengan fungsi penguat (Tjokrodinuljo, 2007). SNI (1990) menjelaskan syarat-syarat untuk agregat halus yang kemudian dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Batas gradasi agregat halus (sumber: SNI, 1990)

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

dengan, daerah gradasi I = pasir kasar, daerah gradasi II = pasir sedang, daerah gradasi III = pasir agak halus, daerah gradasi IV = pasir halus.

Pemeriksaan dasar terhadap agregat halus pada penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut ASTM C33 (1986), agregat halus diteliti terhadap modulus kehalusan, berat jenis, penyerapan (absorpsi), kadar air, kadar lumpur, dan berat isi.

Adapun persyaratan untuk agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (ASTM, 1986).

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% dari berat kering, dan jika lumpur lebih dari 1%, agregat harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari berbagai ukuran dan memenuhi persyaratan berikut saat diayak dengan ayakan:
 - a) Sisa di atas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total.
 - b) Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total.
 - c) Selisih antara sisa-sisa kumulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan berat air dalam campuran beton dengan berat semen. Rasio berat air terhadap berat semen yang digunakan dapat dirumuskan sebagai Persamaan 1.

$$FAS = \frac{(berat\ air)}{(jumlah\ semen)} \quad (1)$$

Jumlah semen yang diperlukan dipengaruhi oleh faktor air-semen. Nilai FAS yang lebih tinggi membutuhkan lebih sedikit semen, sedangkan nilai FAS yang lebih rendah membutuhkan lebih banyak semen.

Uji kuat tekan beton

Menurut SNI 03-1974-1990, kuat tekan suatu beban beton adalah besarnya beban permukaan yang menyebabkan benda uji runtuh ketika dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh tegangan tekan maksimum (f'_c) setelah 28 hari pembebanan tekan selama pengujian. Rumus untuk mendapatkan nilai tegangan tekan tertinggi (f'_c) berdasarkan percobaan di laboratorium menggunakan Persamaan 2.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

dengan f'_c = Kuat tekan benda uji (MPa), P = Beban maksimum (N), A = Luas penampang benda uji (mm²).

Uji kuat tarik belah beton

Nilai kuat tarik tidak langsung benda uji silinder beton saat dibebani disebut kuat tarik pecahan beton. Benda uji diletakkan sejajar dengan meja alat penguji tekanan secara horizontal (SNI, 2002). Beton tidak memiliki daya tarik apa pun. Beton memiliki kuat tekan relatif rendah, berkisar antara 10% hingga 15%. Nilai kuat tarik belah beton dapat diperoleh dengan Persamaan 3.

$$f_t = \frac{P}{h \times d} \quad (2)$$

dengan f_t = Kuat tekan benda uji (MPa), P = Beban maksimum (N), h = tinggi silinder (mm), dan d = diameter silinder (mm).

3. METODE PENELITIAN

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

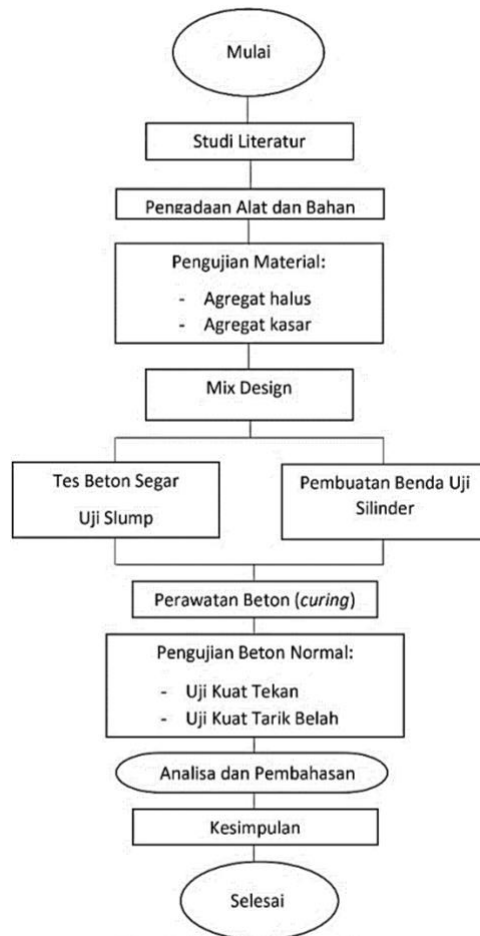
Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan, yaitu semen PCC (Portland Composite Cement), pasir yang diperoleh dari Terong Tawah Lombok Barat, kerikil dengan ukuran 20-30 mm yang diperoleh dari daerah Terong Tawah Lombok Barat, air bersih dari jaringan air milik Laboratorium Universitas Muhammadiyah Mataram.

Pelaksanaan penelitian

Alur penelitian dimulai dengan studi pustaka dan dilanjutkan dengan persiapan bahan. Setelah semua bahan tiba di lokasi penelitian, tiap bahan dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah proses penelitian. Ini memastikan bahwa bahan-bahan tidak tercampur dengan bahan lain yang dapat mempengaruhi kualitasnya. Pemeriksaan agregat kasar dan halus dilakukan untuk mengukur kondisi, berat satuan, berat jenis, penyerapan air, kandungan lumpur, dan grade SSD (*Saturated Surface Dry*). Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian berat satuan agregat. Tujuannya adalah untuk menentukan berat satuan agregat lepas dan agregat padat, yang berfungsi sebagai konversi dari satuan berat ke satuan volume dan sebaliknya. Kemudian dilakukan analisis saringan agregat yang tujuannya adalah untuk menggunakan ayakan untuk menganalisis distribusi butiran agregat yang diperlukan untuk perencanaan adukan beton dan mendapatkan nilai Modulus Halus Butiran (MHB). Selanjutnya adalah melakukan pengujian berat jenis agregat yang tujuannya adalah untuk mendapatkan berat jenis, berat jenuh kering, dan penyerapan air. Langkah selanjutnya adalah pemeriksaan kadar air agregat dengan tujuan untuk mendapatkan angka persentase dari kadar air agregat. Hasil pengujian kadar air agregat dapat digunakan untuk menghitung proporsi campuran dan mengontrol mutu beton. Pengujian sifat fisik lainnya yang dilakukan adalah pemeriksaan kadar lumpur pada agregat, yaitu untuk mencari kadar prosentase lumpur dalam agregat, kandungan lumpur harus kurang dari 5% itu adalah syarat agregat untuk pembuatan beton. Selanjutnya melakukan pemeriksaan keausan agregat kasar dengan mesin Los Angeles. Salah satu tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan tingkat keausan, yang dihitung dengan membandingkan berat bahan aus lolos saringan No. 12 (1,7 mm) dengan berat semula dalam persen.

Setelah pemeriksaan sifat fisik selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah perencanaan campuran beton dilakukan sesuai dengan SNI 03-3449-2002. Nilai FAS dan *workability* beton harus diperiksa dan harus sesuai dengan standar yang berlaku. Selanjutnya membuat benda uji, dimana pada penelitian ini benda uji yang digunakan berbentuk silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) untuk uji kuat tekan dan tarik.

Perawatan benda uji dapat dilakukan dengan beberapa cara. Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, beton dirawat dengan cara direndam dalam air sampai uji tekanan kuat dilakukan, yang berlangsung selama 28 hari. Perlakuan ini dilakukan dengan memastikan permukaan beton baru selalu lembab. Beton dapat retak jika mengering terlalu cepat. Beton kehilangan kekuatan karena retak dan kurangnya hidrasi kimia. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan berdasar pada SNI 1974 (2011) dan SNI 2491 (2002). Secara singkat, alur penelitian yang dilakukan ditampilkan dalam bagan alir penelitian pada Gambar 1.



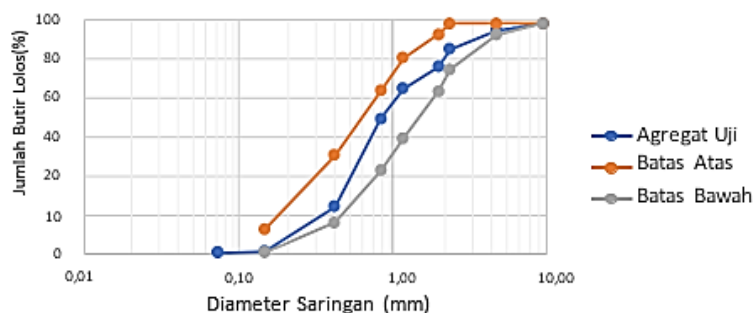
Gambar 1. Bagan alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian berat volume agregat halus

Pada pengujian berat satuan agregat pasir halus masing-masing menggunakan 2 sampel. Dalam penelitian ini, data diperoleh dalam format berat satuan lepas dan berat padat. Hasil pengujian agregat halus menunjukkan bahwa berat isi lepas rata-rata adalah $1,223 \text{ g/cm}^3$, yang memenuhi standar $1,2 \text{ g/cm}^3$ min, dan berat isi padat rata-rata adalah $1,429 \text{ g/cm}^3$, yang juga memenuhi standar. Spesifikasi standar adalah $1,4 \text{ g/cm}^3$ sampai $1,9 \text{ g/cm}^3$ (SNI 03-4804-1998).

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa ukuran butir agregat pasir yang diperoleh dari pasir yang digunakan seperti yang ditampilkan pada Gambar 2. Dari analisis ukuran butir yang dilakukan, pasir dalam keadaan ini termasuk dalam Zona II, yaitu pasir yang sedikit lebih kasar yang banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Nilai MHB yang diperoleh adalah 3,68, yang memenuhi standar sesuai dengan modulus elastisitas halus partikel (SNI 03-1750-1990) yang berkisar antara 1,5 dan 3,8.



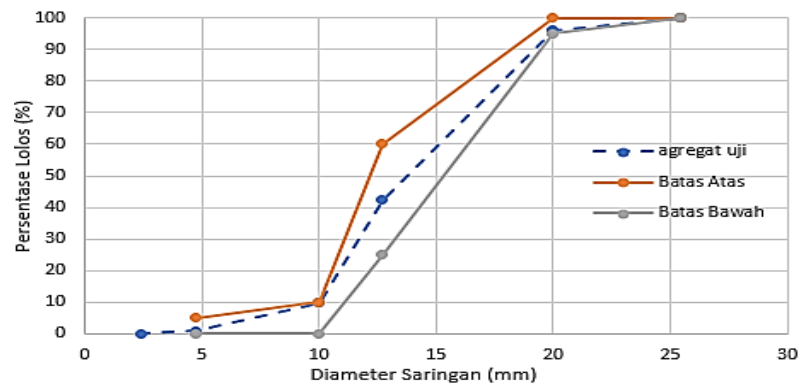
Gambar 2. Grafik gradasi agregat halus

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan air diperoleh hasil pengujian pengeringan dan penyerapan air permukaan jenuh (SNI 1970, 2008). Agregat halus SSD memiliki berat jenis rata-rata 2,353 gr dan kerapatan keadaan semu rata-rata 2,630 gr, yang tidak sesuai dengan berat jenis standar 2,58–2,83 gr. Jenis dan kekuatan tekan beton berkorelasi positif dengan berat agregat. Penyerapan air agregat halus memenuhi standar spesifikasi, yaitu 2–7%, dan nilai penyerapannya adalah 6,956% (SNI 1970-2008).

Menurut pengujian kadar air pasir dalam kondisi kering permukaan jenuh yang dilakukan sesuai dengan SNI (1990), diperoleh hasil sebesar 2,219%. Hasil pengujian yang dilakukan tidak memenuhi persyaratan umum untuk kadar air normal agregat halus, yang berkisar antara 3-5% (SNI 7656, 2012). Agregat halus memiliki kadar lumpur 3,076%, yang memenuhi standar kadar lumpur kurang dari 5%.

Hasil pengujian berat volume agregat kasar

Berat satuan kerikil kasar diukur dengan dua sampel. Penelitian ini mengumpulkan data dalam bentuk berat satuan lepas dan padat. Hasil pemeriksaan agregat kasar menunjukkan bahwa berat unit lepas rata-rata 1,361 g/cm³, memenuhi standar 1,2 g/cm³, dan berat unit padat rata-rata 1,568 g/cm³, memenuhi standar standar 1,4 g/cm³ hingga 1,9 g/cm³ (SNI 03-4804-1998). Berdasarkan kriteria PERMEN PUPR (2017), untuk bahan dan pengujian bahan perkerasan kaku, dengan nilai MHB 7,512, mencapai 5-8, menunjukkan bahwa agregat ini cukup untuk digunakan sebagai komponen beton mutu tinggi. Semua agregat kasar yang melewati saringan berada di antara batas gradasi pasir atas dan bawah menurut SNI 7656-2012, seperti yang ditunjukkan pada diagram gradasi kerikil pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik gradasi agregat kasar

Agregat kasar SSD memiliki berat jenis rata-rata 2,669 gr dan semu rata-rata 2,610 gr, yang merupakan nilai yang sesuai dengan berat jenis standar, yang berkisar antara 2,58 gr - 2,83 gr. Jenis dan kekuatan tekan beton berkorelasi positif dengan berat agregat. Penyerapan air agregat kasar memenuhi standar spesifikasi, yaitu 2–7%, dan nilai penyerapannya 2,821% (SNI 03-1970, 2008). Berdasarkan pengujian kadar air agregat, didapat hasil sebesar 1,750%. Artinya agregat yang digunakan adalah agregat beraturan karena syarat kadar air maksimum untuk agregat beraturan adalah 2% (SNI 03-2834, 2000). Agregat memiliki kadar lumpur kasar 2,184%, yang memenuhi standar kadar lumpur kurang dari 5%. Berat akhir setelah pengujian abrasi agregat masing-masing 3894,3 gram dan 3916,1 gram, masing-masing, dan nilai keausan rata-rata 21,895% memenuhi standar nilai keausan kurang dari 40% (SNI 03-2417, 1991).

Perhitungan *mix design* untuk komponen beton berdasarkan SNI 7656 (2012). Adapun kebutuhan komponen campuran beton per 6 benda uji ditunjukkan pada Tabel 3.

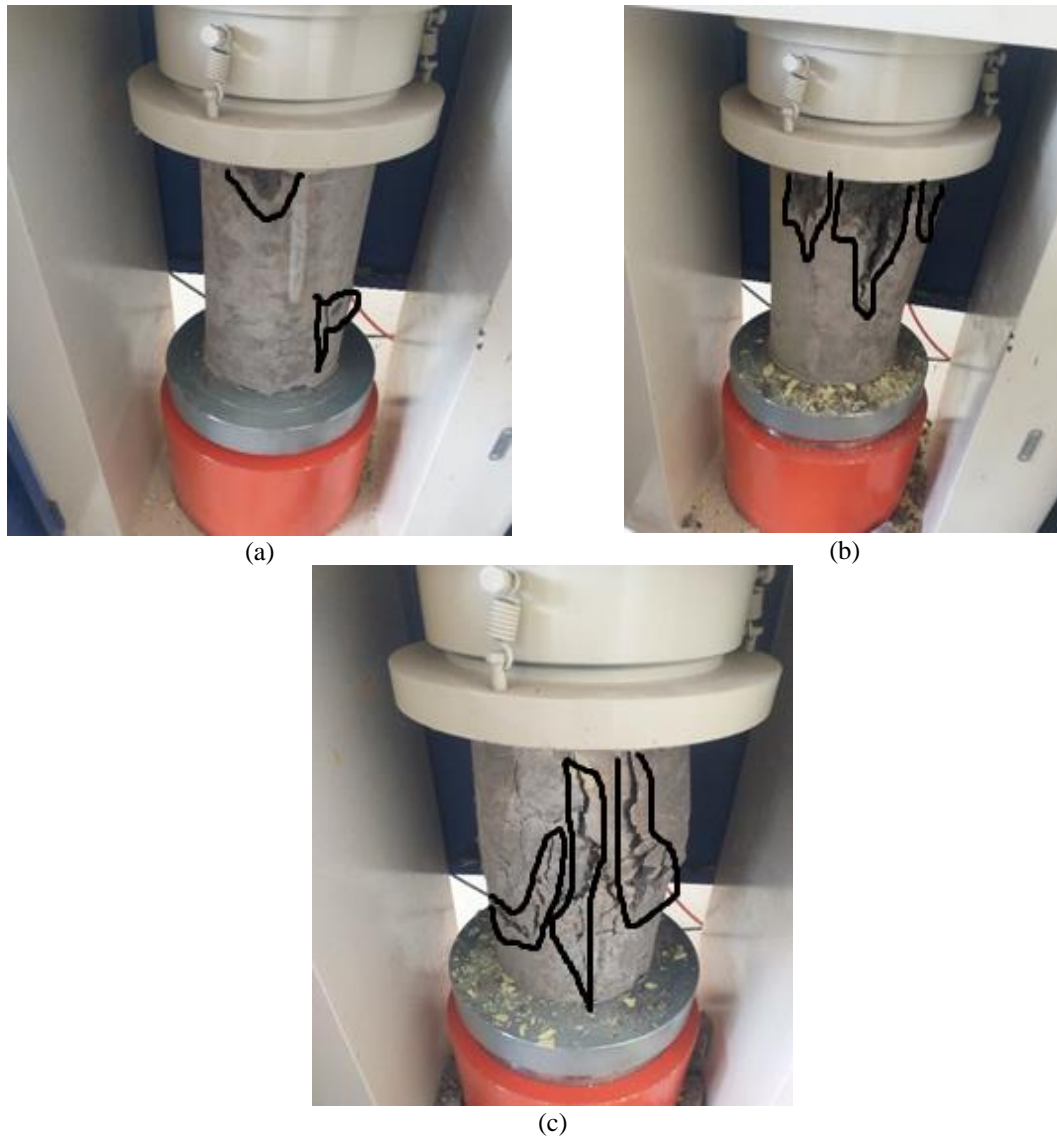
Tabel 3 Kebutuhan bahan penyusun beton per 6 benda uji

Variasi campuran faktor air semen (FAS)	Air (kg)	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)
FAS 0,4	4,521	11,032	19,490	30,070
FAS 0,5	5,651	11,032	19,490	30,070
FAS 0,6	6,781	11,032	19,490	30,070

Berdasarkan pengujian slump, diperoleh bahwa variasi FAS 0,6 memiliki nilai slump tertinggi sebesar 11,2 cm dan variasi FAS 0,4 memiliki nilai squat terendah sebesar 7,9 cm. Akibatnya, semakin banyak variasi FAS yang ditambahkan, semakin rendah nilai slump. Menurut nilai slippage ini, masih ada slippage antara 5 cm dan 12,5 cm, yang menunjukkan bahwa campuran berfungsi dengan baik (Tjokrodinuljo, 2007).

Hasil uji tekan beton

Sampel beton yang diberi beban maksimum mengalami kerusakan yang bervariasi tergantung dari variasi FAS yang diberikan. Jenis kerusakan yang dialami sampel beton ditampilkan pada Gambar 4.

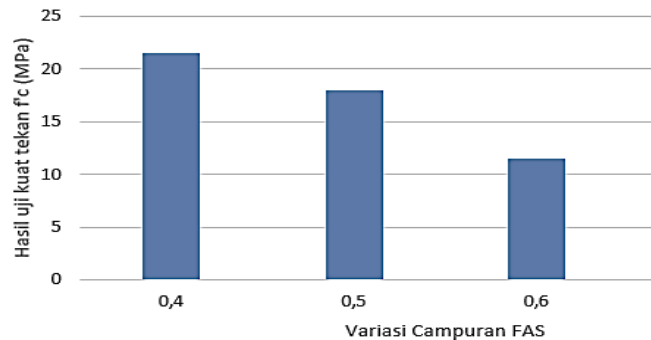


Gambar 4. Jenis kerusakan sampel beton dengan variasi FAS 0,4 (a), FAS 0,5 (b), dan FAS 0,6 (c).

Berdasarkan Gambar 4, dapat disimpulkan bahwa permukaan beton dengan FAS 0,4 yang tidak ada kehancuran dan retak sedikit di permukaan atas beton. Beton dengan FAS 0,5 menunjukkan permukaan beton dengan memiliki kehancuran lebih banyak daripada beton dengan FAS 0,4. Beton dengan FAS 0,6 memiliki kuat tekan yang buruk dari beton dengan FAS 0,4 dan 0,5. Adapun nilai kuat tekan beton setelah diberi beban ditampilkan pada Tabel 4 dan disajikan dengan grafik pada Gambar 5.

Tabel 4. Nilai kuat tekan beton

Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan MPa	Keterangan
0,4	21,523	Memenuhi Standar
0,5	17,932	Tidak Memenuhi Standar
0,6	11,511	Tidak Memenuhi Standar



Gambar 5. Grafik nilai kuat tekan beton berdasarkan variasi campuran FAS

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa Faktor Air Semen (FAS) dengan nilai kuat tekan terendah terdapat pada campuran Faktor Air Semen (FAS) 0,6 yang disebabkan oleh tingginya jumlah kadar air semen yang terkandung pada campuran beton sehingga menghasilkan beton yang memiliki kekuatan yang lebih rendah dan beton yang dihasilkan menjadi keropos. Faktor Air Semen (FAS) dengan campuran 0,4 memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dikarenakan jumlah kadar air yang terkandung dalam campuran beton lebih sedikit sehingga menghasilkan beton dengan tekstur yang padat dan menghasilkan kekuatan beton yang lebih kuat.

Semakin tinggi kadar air beton maka akan mempengaruhi kekuatan beton dan menyebabkan kekuatan beton menjadi menurun, sehingga dapat dikatakan bahwa kuat tekan beton dan air berbanding terbalik, pada gambar diatas menunjukkan bahwa beton dengan kadar yang rendah yaitu 0,4 yang dapat memenuhi standar dengan kekuatan 21,523, sedangkan beton dengan campuran Faktor Air Semen (FAS) 0,5 dan 0,6 tidak memenuhi standar karena memiliki kekuatan 17,932 dan 11,511. Standar yang ditetapkan SNI yaitu berkisar antara 20-30 MPa.

Hasil uji tarik belah beton

Nilai kuat tarik untuk beton tidak langsung membelah benda uji beton silinder akibat pembebanan benda uji yang ditempatkan secara horizontal terhadap permukaan alat uji tekan. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm diuji kuat tarik belah beton umur 28 hari. Kuat tarik belah beton diuji menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM). Jenis kerusakan yang terjadi akibat pengujian belah beton ditunjukkan pada Gambar 6.

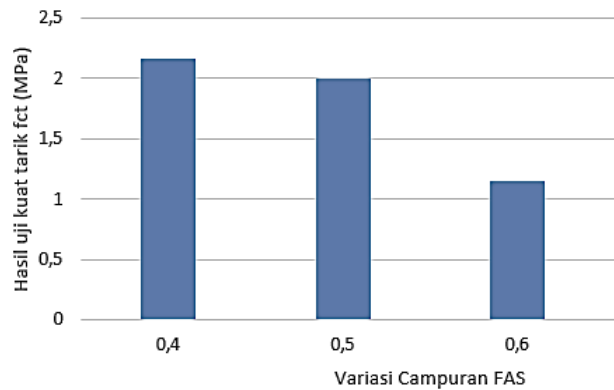


Gambar 6. Jenis kerusakan beton setelah uji kuat tarik belah

Adapun nilai kuat tarik belah beton dengan variasi FAS berbeda ditampilkan pada Tabel 5. Sedangkan grafik nilai kuat tarik belah beton berdasarkan variasi campuran FAS ditampilkan pada Gambar 7.

Tabel 5. Nilai kuat tarik belah beton

Variasi Campuran Beton	Kuat Tekan MPa	Keterangan
0,4	2,164	Memenuhi Standar
0,5	2,001	Memenuhi Standar
0,6	1,145	Tidak Memenuhi Standar



Gambar 7. Grafik nilai kuat Tarik belah beton berdasarkan variasi campuran FAS

Nilai kuat tarik beton dengan campuran Faktor Air Semen (FAS) 0,4 dengan nilai kuat tarik sebesar 2,164 MPa dan nilai tersebut merupakan nilai kuat tarik beton tertinggi, Faktor Air Semen (FAS) dengan campuran kadar air semen 0,5 menunjukkan hasil kuat tarik yaitu 2,001 MPa, dan hasil pada campuran Faktor Air Semen dengan kadar air semen 0,6 menghasilkan kuat tarik dengan nilai 1,14 MPa dan nilai tersebut merupakan nilai kuat terendah. Adapun standar nilai kuat tarik belah beton normal (20 MPa) adalah berkisar antara 2-3 MPa (Ferguson, 1986).

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh bahwa selisih nilai kuat tarik yang dihasilkan dari pengujian yang telah dilakukan, telah terjadi peningkatan selisih pada setiap penambahan campuran Faktor Air Semen (FAS). Pada tabel diatas menunjukkan hawa nilai kuat tarik pada campuran Faktor Air Semen (FAS) 0,4 menghasilkan kuat tarik sebesar 2,164 MPa, pada campuran Faktor Air Semen (FAS) dengan kadar 0,5 menghasilkan beton dengan kuat tarik 2,001 MPa, dan campuran pada Faktor Air Semen (FAS) dengan kadar 0,6 menghasilkan beton dengan kuat tarik sebesar 1,145 dan nilai tersebut merupakan nilai kuat terendah.

Semakin tinggi kadar air semen yang terkandung dalam campuran beton akan menghasilkan beton yang memiliki kekuatan terhadap tarikan yang lebih rendah, dan semakin rendah kadar air yang terkandung dalam campuran beton akan menghasilkan beton yang lebih kuat. Rendahnya kekuatan beton yang disebabkan tingginya kadar air dalam kadungan beton menyebabkan rongga-rongga yang terbentuk pada beton dan menjadikan beton lebih mudah keropos, lain halnya jika beton yang memiliki bahan campuran dengan kadar air semen yang rendah akan menghasilkan kekuatan beton yang lebih kuat yang disebabkan karena beton yang yang terbentuk padat sehingga kekuatan beton juga tinggi.

Faktor Air Semen (FAS) yang memenuhi standar menurut Ferguson yaitu yang memiliki kekuatan terhadap tarikan 2-3 MPa, pada tabel diatas Faktor Air Semen (FAS) yang memenuhi standar yaitu pada kadar 0,4 dan 0,5 dengan kekuatan 2,164 MPa dan 2,001 MPa, sedangkan Faktor Air Semen (FAS) dengan kadar 0,6 tidak memenuhi standar yang disebabkan nilai kekuatannya berada di bawah 2 yaitu 1,145 MPa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sampel beton drngan variasi faktor air semen (FAS) sebesar 0,4 ; 0,5; dan 0,6 menunjukkan hasil bahwa kuat tekan pada variasi faktor air semen (FAS) 0,4 dengan kekuatan 21,523 MPa, FAS 0,5 memiliki kekuatan 17,932 MPa dan FAS 0,6 dengan kekuatan 11,511. Diantara ketiga perbandingan tersebut yang memenuhi standar terdapat pada variasi FAS sebesar 0,4.
2. Sampel beton dengan variasi faktor air semen (FAS) sebesar 0,4 ; 0,5; dan 0,6, memperoleh hasil bahwa kuat tarik pada variasi faktor air semen (FAS)0,4 dengan kekuatan 2,164 MPa, FAS 0,5 dengan kekuatan

2,001 MPa dan FAS 0,6 memiliki kekuatan sebesar 1,145 MPa. Dari hasil pengujian tersebut beton yang memenuhi standar yaitu dengan variasi FAS sebesar 0,5 dan 0,4.

6. SARAN

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

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan membatasi variasi campuran air semen 0,6 karena mutu yang dihasilkan tidak memenuhi syarat beton normal.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk meneliti campuran beton dengan bahan-bahan yang bisa dikombinasikan untuk menghasilkan campuran dalam pembuatan beton yang kuat.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan perbandingan yang lebih bervariasi agar memperoleh hasil yang tepat dan perbandingan yang tepat.

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. (1986). *Standards Specification For Portland Cement*. American Society For Testing And Materials.
- Arizki, R., Wallah, S. E., dan Windah, R. S. (2015). *Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai*. Jurnal Sipil Statik, 3(1), 68–76.
- SNI 1974 1990
- SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Hartono, W., Purba, D. H., dan Sugiyarto. (2015). Analisis Dan Pengelolaan Sisa Material Konstruksi Dan Faktor Penyebab Pada 3 Proyek Kelurahan Ditinjau Bagian Pondasi Menggunakan Root Cause Analysis (RCA). Matriks Teknik Sipil, 3(1), 292–299.
- Supit, F. V., Pandaleke, R., & Dapas, S. O. (2016). *Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat di Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 6(2), 476–484.
- Tjokrodinuljo. (2007). *Teknologi Beton*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.