



Penggunaan Abu Sekam Kopi dan *Ordinary Portland Cement* terhadap Kuat Tekan Beton Normal

¹Keumala Citra SZ, ²Meillyta, ³Naully Tonayu HSB

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Aceh

¹keumala.citra@unmuha.ac.id, ²meillyta@unmuha.ac.id, ³naullytonayuhb31@gmail.com

Abstract

Cement is one of the binders which is commonly used as a concrete-forming material. Currently, there is a lot of coffee husk waste in Takengon, Central Aceh Regency, which contains silica. The basis of using coffee husk ash and OPC cement as an adhesive on the normal compressive strength of concrete. This study aims to determine the influence of using coffee husk ash and OPC cement as an adhesive on the compressive strength of normal concrete at a percentage of 5%, 10% and 15%. The research specimen is cylindrical shape with 15 cm diameter and 30 cm height. The test was carried out at the age of 7 and 28 days by using a compressive strength testing machine. The method of making the specimen is in accordance with the SNI 7656-2012 standard. It is found from the results in the laboratory, coffee husk ash obtains silicate compounds (SiO_2) 29.11%, magnesium oxide (MgO) 4.92%, calcium oxide (CaO) 5.33%, ferrioxide (Fe_2O_3) 4.25% and aluminum oxide (Al_2O_3). The average compressive strength test results of 7-day old concrete at the percentage of 5% coffee husk ash mixture was 20.21 MPa, at 10% was 20.03 MPa and at 15% was 17.25 MPa. The average compressive strength of concrete at 28 days of age with 5% coffee husk ash mixture is 20.27 MPa at 10% coffee husk ash mixture percentage 19.70 MPa and 15% coffee husk ash mixture 15.46 MPa. Comparison of the results of the compressive strength test for concrete at 7 and 28 days was higher for concrete at 7 days. The results of the different compressive strength tests between the ages of the concrete are caused by the high percentage of coffee husk ash mixture where the higher the coffee husk ash percentage, the weaker the adhesion to the concrete. The percentages of coffee husk ash and OPC cement that meet the design compressive strength of 20 MPa are at 5% and 10% respectively.

Keywords: coffee husk ash, OPC cement, compressive strength, concrete

Abstrak

Semen merupakan salah satu bahan pengikat yang lazim digunakan sebagai material pembentuk beton. Limbah sekam kopi saat ini banyak terdapat di kota Takengon Kabupaten Aceh Tengah yang memiliki kandungan *sillika* menjadi dasar untuk melakukan penggunaan abu sekam kopi dan semen OPC sebagai bahan perekat terhadap kuat tekan beton normal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan abu sekam kopi dan semen OPC sebagai bahan perekat terhadap kuat tekan beton normal pada persentase 5%, 10% dan 15%. Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan benda uji dengan bentuk silinder berukuran 15 x 30 cm. Pengujian dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin uji kuat tekan *Compressing Testing Machine* dan metode pembuatan benda uji sesuai dengan standar SNI 7656-2012. Hasil pemeriksaan abu sekam kopi diperoleh senyawa *sillikat* (SiO_2) 29,11%, magnesium oksida (MgO) 4,92%, kalsium oksida (CaO) 5,33%, ferioksida (Fe_2O_3) 4,25% dan aluminium oksida (Al_2O_3) 0,87%. Hasil uji kuat tekan rata-rata yang diperoleh pada penelitian ini untuk beton umur 7 hari pada persentase campuran abu sekam kopi 5% adalah 20,21 MPa, persentase 10% menghasilkan kuat tekan 20,03 MPa dan pada campuran abu sekam kopi 15% 17,25 MPa. Kuat tekan beton rata-rata pada umur beton 28 hari dengan campuran abu sekam kopi 5% adalah 20,27 MPa pada persentase campuran abu sekam kopi 10% 19,70 MPa dan pada campuran abu sekam kopi 15% 15,46 MPa. Perbandingan hasil uji kuat tekan beton umur 7 dan 28 hari lebih tinggi pada beton umur 7 hari. Hasil uji kuat tekan yang berbeda antara umur beton disebabkan oleh persentase campuran abu sekam kopi yang tinggi dimana semakin tinggi campuran abu sekam kopi mengakibatkan daya rekat pada beton semakin lemah.

Kata Kunci: abu sekam kopi, semen OPC, kuat tekan, beton

1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu bagian yang umum pada pekerjaan konstruksi, beton terbentuk dari bahan alami berupa agregat, air dan semen. Produksi semen secara terus menerus mengakibatkan polusi udara kerusakan lingkungan berupa hilangnya sumber mata air dan berbagai polusi yang akan mengganggu dan menyebabkan berbagai penyakit bagi masyarakat [1]. Limbah sekam kopi di kota Takengon yang telah menumpuk sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan dikarenakan limbah sekam kopi harus di daur ulang terlebih dahulu baru dapat digunakan sebagai pupuk kompos. Pertimbangan penggunaan abu sekam kopi pada penelitian ini karena adanya kandungan *pozollan* berupa *silica* yang merupakan kandungan unsur kimia yang mampu menghasilkan daya rekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu sekam kopi di oven dengan suhu 200-250° C selama 5 jam dengan persentase campuran abu sekam kopi 5%, 10% dan 15% pada campuran beton.

2. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Beton

Beton terdiri atas agregat, semen dan air yang dicampur bersama-sama dalam keadaan plastis dan mudah untuk dikerjakan. Karena sifat ini menyebabkan beton mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan pengguna. Sesaat setelah pencampuran, pada adukan terjadi reaksi kimia yang pada umumnya bersifat hidrasi dan menghasilkan suatu pengerasan dan pertambahan kekuatan. beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah. [2] beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan pembentuknya serta cara pengerjaannya [3]. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton. Selanjutnya kadar lumpur, kebersihan, dan gradasi agregat mempengaruhi kekuatan pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan

perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

Beton terutama terdiri dari tiga bahan, yaitu: semen, air dan agregat, jika diperlukan dibutuhkan bahan pembantu (admixture) untuk merubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah selesai pengadukan. Beton pada umumnya mengandung:

- 1) Rongga - rongga udara 1% - 2%
- 2) Pasta semen (semen + air) 25%- 40%
- 3) Agregat (Kasar + halus) 60% - 70%

Mutu beton memiliki beberapa kelas, yaitu sebagai berikut:

1) Beton Kelas I

Beton Kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non *structural*. Untuk pelaksanaannya tidak memerlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Mutu beton kelas I dinyatakan dengan Bo

2) Beton Kelas II

Beton Kelas II adalah beton untuk pekerjaan structural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B.1, K.125, K.175 dan K.225. Pada mutu beton ini, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan- bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak diisyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K.125, K.175 dan K.225, pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu.

3) Beton Kelas III

Beton Kelas III adalah beton untuk pekerjaan- pekerjaan structural dimana dipakai beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf K dengan angka di belakangnya yang menyatakan karakteristik beton yang bersangkutan.

2.2 Material

Secara umum material beton yang digunakan pada konstruksi terdiri atas semen, air, pasir (agregat halus) dan kerikil (agregat kasar) yang dicampur dengan perbandingan tertentu dan untuk menghasilkan mutu kuat tekan beton. Kekuatan yang di ukur pada standar umur 28 hari. Beton yang dikerjakan secara konvensional umumnya mempunyai kuat tekan antara 18 - 32 MPa. (N/mm²) dan berat 2,4 ton/m³, biasanya disebut sebagai beton normal atau konvensional, sedangkan beton yang mempunyai kuat tekan di atas 35 MPa disebut dengan beton mutu tinggi. Selain kualitas dan gradasi agregat halus dan kasar, kualitas beton yang dibuat juga bergantung pada nilai perbandingan berat penggunaan air dengan semen yang disebut sebagai faktor air semen (FAS). Nilai faktor air semen ini juga akan mempengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan (*workability*) dari beton yang di buat [4].

2.3 Sifat Fisis Agregat

Sifat fisis adalah sifat beton yang dikehendaki di dalam perencanaan suatu konstruksi beton. Pada umumnya para teknisi dan perencana menghendaki bahwa bangunan beton tersebut haruslah kuat, tahan lama dan ekonomis serta memberi perasaan aman dan tenteram bagi penghuninya. Sifat agregat menentukan kualitas beton dan hasil yang diharapkan berupa adanya kekuatan dan kemudahan pekerjaan pada pekerjaan konstruksi beton [5]. Proses pemeriksaan agregat untuk

pembentukan beton sangat diperlukan dimana data-data hasil uji fisis berguna sebagai perencanaan jumlah campuran *mix design*. Adapun uji fisis yang dilakukan pada agregat adalah sebagai berikut:

- Pemeriksaan berat volume (*bulk density*)
- Analisis saringan agregat (*sieve analysis*)
- Pengujian berat jenis dan penyerapan (*specific gravity and absorbtion*)

2.4 Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm untuk kerikil. Berdasarkan peraturan SK-SNI-T-15-1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras.
- Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca
- Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir

2.5 Sekam Kopi

Kopi adalah salah satu tanaman semak yang dapat tumbuh di daerah tropis dengan ketinggian 700 – 1600 mdpl. Pohon kopi dipangkas pendek untuk menghemat energi dan bantuan panen, namun bisa tumbuh lebih dari 30 kaki (9 meter) tinggi. Setiap pohon ditutupi daun hijau dan ranting yang saling bertautan saling berpasangan ceri kopi tumbuh di sepanjang cabang. Karena tumbuh dalam siklus yang terus menerus, tidak biasa melihat bunga, buah hijau dan buah matang bersamaan pada satu pohon. Saat ini hasil limbah kopi telah dimanfaatkan dalam berbagai sektor kehidupan, salah satunya pada industri konstruksi. Abu sekam kopi merupakan hasil pembakaran kulit kopi limbah hasil penggilingan biji kopi, limbah ini jumlahnya sangat banyak di temukan di daerah-daerah penghasil kopi. Abu

kulit kopi diolah Kembali menjadi material pengikat yang dihasilkan melalui proses pembakaran kulit kopi pada suhu 200 - 350°C selama 9 jam dengan ukuran partikel yang tembus ayakan no. 40 (75µm) kemudian dijadikan sebagai bahan pengikat pada beton [6-10].

2.6 Pengujian Beton

Sifat beton adalah fungsi dari waktu dan kelembaban di sekitarnya, untuk mendapatkan nilai tersebut, perlu dilakukan pengujian beton dibawah spesifikasi tertentu atau pada kondisi yang diketahui [7]. Pengujian beton dapat dilakukan untuk tujuan yang berbeda tetapi dua tujuan utamanya adalah control kualitas dan sesuai dengan standar spesifikasi. Keperluan uji kuat tekan beton perlu dipersiapkan adukan beton dengan volume 10% lebih banyak daripada volume yang dibutuhkan. Pengadukan campuran beton dapat dilakukan dengan mesin (*mixer*) ataupun secara manual dengan tangan pengadukan.

3. Metode Penelitian

3.1. Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Konstruksi dan Bahan Bangunan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh dan Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Pembuatan benda uji berbentuk silinder yang berdiameter 15 x 30 cm dengan benda uji berjumlah 40 buah.

3.2 Pengadaan dan Pemeriksaan Material

Material yang digunakan pada penelitian ini ialah semen, agregat, air dan bahan tambah abu sekam kopi. Penjelasan lebih rinci akan dijelaskan pada berikut ini

- Agregat kasar yang digunakan dengan nomer saringan 4,75 -19 mm
- Agregat halus, pasir pozzolan digunakan sebagai agregat halus dengan ukuran agregat 0.15 – 4.75 mm.
- Abu sekam kopi dari jenis arabika didapat pada penelitian ini berasal dari hasil pengolahan kilang kopi yang berada di

Kota Takengon Kabupaten Aceh Tengah. Abu sekam kopi di oven selama 5 jam dengan temperature suhu 200-250°C. Ukuran yang dipakai antara 0,15 – 4,75 mm yang telah di periksa nilai senyawa di laboratorium Kimia Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala.

- Semen yang dipakai pada penelitian ini ialah semen tipe OPC merek semen Andalas. Pada semen ini tidak dilakukan lagi pemeriksaan fisis karena telah memenuhi Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004.
- Air yang digunakan untuk campuran beton rigid berasal dari air bersih Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Daroy Banda Aceh. Yang telah memenuhi syarat SNI 03-2847-2002.

Prosedur penelitian meliputi, pemeriksaan berat volume agregat (*bulk density*), pemeriksaan analisis saringan (*seive analysis*), pemeriksaan berat jenis dan absorpsi (*specivic gravity and absorbtion*), pemeriksaan abu sekam kopi, perencanaan proporsi campuran, pengujian kuat tekan beton. Data yang dihasilkan diperoleh dari hasil pengujian yang kemudian dilakukan pengolahan data. Data hasil pengujian dihitung rata-rata untuk setiap perbandingan nilai kuat tekan beton dengan persentase bahan tambah abu sekam kopi. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* 2015.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1.1 Pemeriksaan Berat Volume (*Bulk Density*)

Bulk density merupakan berat suatu massa tanah per satuan volume tertentu. Volume tanah adalah kepadatan tanah termasuk pori-pori tanah. Pada umumnya tanah pada lapisan atas memiliki nilai *bulk density* lebih rendah dari tanah dibawahnya. Adapun nilai yang di dapat pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Jenis Agregat	Berat Volume	Batas Izin Troxell
Gembur Pasir	1,427	> 1,4
Padat Pasir	1,729	
Gembur Kerikil	1,514	
Padat Kerikil	1,703	

Berdasarkan hasil pemeriksaan tabel 1 maka agregat yang dipakai memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai proporsi campuran dimana material pembentuk beton tersebut lebih besar dari 1,4 Kg.

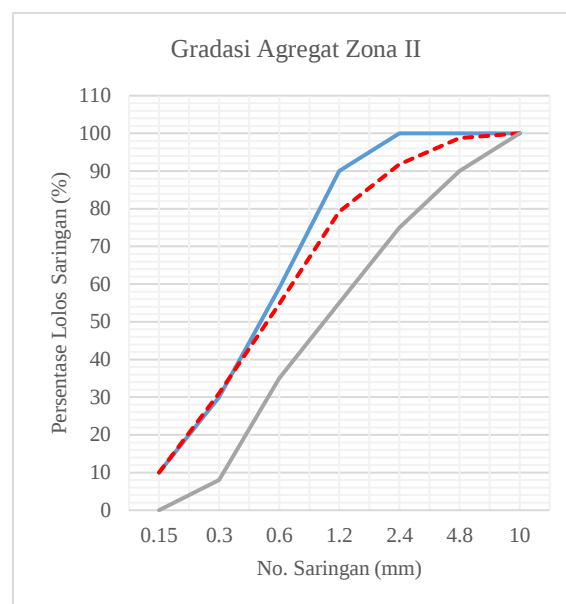
4.1.2 Analisis Saringan Agregat (*Seive Analysis*)

Analisa saringan agregat adalah pembagian butiran (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar. Alat yang digunakan adalah *shake machine* dengan ukuran tertentu. Hasil perhitungan modulus halus butir untuk agregat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Nilai Modulus Halus Butir Agregat

Jenis Agregat	Fineness Modulus (FM)
Agregat Halus	2,31
Agregat Kasar	8,45

Gradasi agregat pada penelitian ini berada pada zona II dengan persentase lolos saringan sesuai dengan ketentuan yang telah ditentukan oleh SNI 03-2834-2000. Agregat memenuhi persyaratan untuk dipakai dalam perencanaan campuran beton. Grafik gradasi agregat dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 1. Gradasi Agregat Zona II

Berdasarkan gambar 1 menunjukan gradasi agregat yang dipakai pada penelitian ini berada dalam batas zona gradasi agregat II. Gambar gradasi agregat diatas menjelaskan bahwa keadaan agregat agak halus dimana hal tersebut berpengaruh pada kualitas beton. Agregat yang bervariasi maka volume pori pada beton semakin kecil.

4.1.3 Berat Jenis dan Absorpsi (*Specific Gravity and Absorption*)

Pemeriksaan dengan perbandingan relative antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Berat jenis suatu zat dapat diperoleh dengan membagi kerapatan dengan kerapatan air. Pemeriksaaan ini bertujuan untuk mengetahui apakah metrial yang digunakan sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil perhitungan untuk berat jenis pasir dan kerikil dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat

Jenis Agregat	Berat Jenis		Batas Izin Teori Troxell
	SD	OD	
Agregat Halus	2,4	2,2	2,0 - 2,7
Agregat Kasar	2,7	2,7	2,5 - 2,8

Hasil perhitungan pada tabel 3 berat jenis agregat yang digunakan pada penelitian ini cukup baik untuk material pembentuk beton.

4.1.4 Hasil Pemeriksaan Senyawa Abu Sekam Kopi

Abu sekam kopi yang dipakai pada penelitian ini berasal dari sisa penggilingan kopi di Blang Kolak II kecamatan Bebesen kabupaten Aceh Tengah. Proses pembakaran abu sekam kopi dengan suhu 200-250° C selama 5 jam dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Program Studi Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala. Hasil pemeriksaan di dapatkan berdasarkan pemeriksaan senyawa di BARISTAND (Badan Riset dan Standarisasi Industri) Banda Aceh. Berikut adalah perbandingan kandungan senyawa pada abu sekam kopi dan semen OPC:

Tabel 4. Perbandingan Kandungan Senyawa Pada Abu Sekam Kopi Hasil Pengujian Baristand dan Semen OPC

Nama	Semen OPC (%)	Abu Sekam Kopi (%)
Alluminium Oksida	5,49	0,87
Ferioksida	3,78	4,25
Kalsium Oksida	65,21	5,33
Magnesium	-	4,92
Silikat	20,92	29,11

Berdasarkan hasil pemeriksaan diatas dapat dilihat bahwa kandungan abu sekam kopi yang telah di oven menghasilkan senyawa-senyawa yang terdapat di dalam kandungan semen OPC. Senyawa kalsium oksida (CaO) pada semen OPC tidak terdapat pada kandungan

abu sekam kopi dimana hal ini dapat berpengaruh pada kuat tekan beton karena dikarenakan kalsium oksida (CaO) berpengaruh pada proses pengikatan beton.

4.2 Hasil Pemeriksaan Campuran (Mix Design)

Setiap persentase campuran dengan penggunaan abu sekam kopi sebagai perekat dengan pembuatan benda uji silinder berukuran 15 x 30 cm sebanyak 40 benda uji. Untuk masing-masing umur beton adalah 7 dan 28 hari.

Proporsi campuran yang signifikan berkurang pada persentase 15% dimana hal tersebut dapat berpengaruh pada proses pengikatan kuat tekan beton. kandungan senyawa pada abu sekam kopi yang tidak dapat mengimbangi kandungan senyawa semen OPC pada persentase tinggi dimana hal ini dapat menyebabkan proses pengikatan beton kurang baik.

4.3 Kuat Tekan Beton

4.3.1 Hasil Uji tekan Beton

Pada pengujian kuat tekan dilakukan pembuatan benda uji 15 x 30 cm dengan persentase benda uji campuran abu sekam kopi 5%, 10% dan 15%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 dan 28 hari. Hasil dari uji kuat tekan beton kemudian di bagi dengan faktor umur beton. Hasil perhitungan dari setiap benda uji dihitung rata-rata dan sesuai dengan rumus pada bab 2. Adapun nilai kuat tekan rata-rata pada beton umur 7 dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-rata Umur 7 Hari

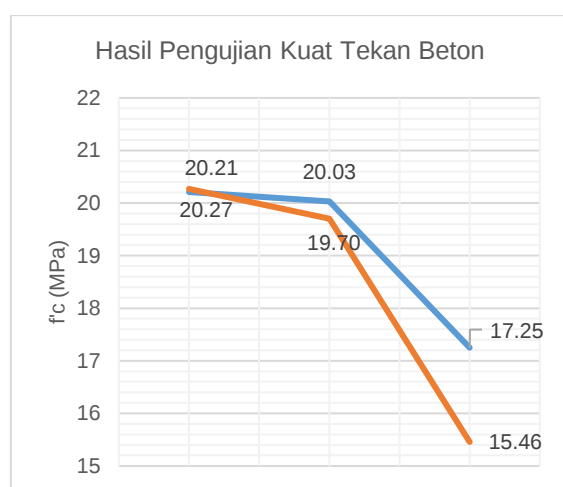
Nama Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BNASK7 0%	21,95
BNASK7 5%	20,21
BNASK7 10%	20,03
BNASK7 15%	17,25

Hasil uji kuat tekan beton menurun pada persentase campuran abu sekam kopi yang tinggi yaitu 15% apa bila dibandingkan dengan Beton tanpa penambahan abu sekam kopi. Pada persentase campuran abu sekam kopi dibawah 10% hasil uji kuat tekan beton memenuhi perencanaan kekuatan tekan beton rencana yaitu 20 MPa apa bila dibandingkan dengan abu sekam kopi dengan penambahan 15% pada beton.

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Rata-rata Umur 28 Hari

Nama Benda Uji	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
BNASK7 0%	20,38
BNASK7 5%	20,27
BNASK7 10%	19,70
BNASK7 15%	15,46

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian untuk beton umur 28 hari pada persentase 5% dan 10% memenuhi kuat tekan rencana pengujian kuat tekan beton yaitu 20 MPa. Pada persentase 15% hasil kuat tekan menurun dan kurang dari pada kuat tekan rencana pengujian beton. Hasil pengujian sama dengan beton 7 hari dimana semakin tinggi persentase penambahan abu sekam kopi maka semakin menurun hasil uji kuat tekan beton. Grafik pengujian kuat tekan beton umur 7 dan 28 hari dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 dan 28 Hari

Berdasarkan gambar 2 menunjukkan bahwa kuat tekan 7 hari lebih tinggi dibandingkan umur 28 hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan abu sekam kopi, kuat tekan beton untuk umur awal beton mampu meningkatkan dibandingkan pada umur 28 hari.

4.3.2 Pola Retak

Pola retak yang terjadi pada beton umur 7 hari dominan pada retak vertikal dari ujung ke ujung dan pada beton umur 28 hari dominan pada pada retak kerucut dan vertikal ke ujung. Hasil uji pola retak dapat dilihat pada dibawah ini:



Gambar 3. Retak Vertikal Dari Ujung Ke Ujung Pada Beton Umur 7 Hari

Gambar diatas adalah retak yang dominan pada beton 7 hari. Penyebab terjadinya pola retak pada beton disebabkan oleh faktor seperti tidak homogenya agregat kasar yang mengakibatkan distribusi kekuatan pada beton tidak merata. Pada saat pembuatan benda uji terjadi pemisahan material beton dimana material yang berat akan berada di bawah dan material yang ringan akan berada di atas dimana hal tersebut menyebabkan krops pada beton.



Gambar 4. Retak Kerucut dan Vertikal Pada Ujung Pada Beton Umur 28 Hari

Gambar diatas menjelaskan adanya faktor yang menyebabkan terjadinya berbagai jenis pola retak pada penelitian ini. Semua jenis pola retak dapat terjadi pada setiap variasi benda uji baik pada campuran beton normal. Faktor yang menyebabkan terjadinya pola retak yang berbeda pada setiap benda uji menjadi hal yang lazim terjadi. Retak kerucut dan vertikal pada ujung beton adalah pola retak paling dominan pada beton umur 28 hari dengan jumlah 6 buah.

4.4 Analisa Data

Hasil analisa data yang didapat dengan menggunakan rumus standar deviasi menghasilkan keberagaman data yang sangat baik dengan teori batas izin Troxell. Hasil analisa data yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai Rata-rata Standar Deviasi Beton Umur 7 Hari

Nama Benda Uji	Analisa Data (%)	Keterangan
BNASK28 0%	0,665	Sangat Baik
BNASK28 5%	0,473	Sangat Baik
BNASK28 10%	0,424	Sangat Baik
BNASK28 15%	1,242	Sangat Baik

Tabel 9. Nilai Rata-rata Standar Deviasi Beton Umur 28 Hari

Nama Benda Uji	Analisa Data (%)	Keterangan
BNASK28 0%	0,397	Sangat Baik
BNASK28 5%	0,057	Sangat Baik
BNASK28 10%	0,599	Sangat Baik
BNASK28 15%	0,962	Sangat Baik

Tabel diatas dapat dilihat bahwa masing-masing persentase campuran beton pada umur 28 hari menghasilkan keberagaman data yang sangat baik sesuai dengan teori izin treoxell. Nilai standar deviasi yang paling tinggi beraada pada persentase 15% yaitu 0,962% dimana hal tersebut berada pada klasifikasi nilai standar deviasi dibawah 5%.

4.5 Pembahasan

Proses pengovenan abu sekam kopi dilakukan dengan suhu 200-250° C dengan lamanya waktu 5 jam. Rata-rata suhu pada saat abu sekam di oven setiap satu jam sekali adalah 242° C. Suhu oven yang lebih rendah dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sasmitha tahun 2015 dengan menggunakan suhu 350-500° C dapat di ganti dengan suhu yang lebih rendah namun dengan lama waktu pengovenan. Penyusutan berat abu sekam kopi pada saat di oven dengan berat awal 10 Kg menjadi 8 Kg berat kering akhir. Kandungan senyawa yang dihasilkan berupa *sillikat* dengan persentase 29,11% yang merupakan zat utama penyusun semen sehingga abu sekam kopi dan semen OPC dapat dipakai sebagai bahan perekat pada material penyusun beton.

Hasil pengujian kuat tekan beton menunjukan bahwa semakin tinggi persentase campuran abu sekam kopi pada campuran maka kekuatan tekan beton berkurang. Berdasarkan hasil yang diperoleh beton dengan persentase 5% dan 10% memiliki kuat tekan beton rata-rata sesuai dengan kekuatan beton yang direncanakan yaitu 20 MPa dengan dibagi dengan faktor umur

beton 7 hari 0,65 dihasilkan kuat tekan beton rata-rata adalah 20 MPa. Persentase campuran abu sekam kopi 15% menghasilkan kekuatan beton 17,25 MPa yang mana hasil tersebut tidak sesuai dengan kekuatan rencana beton. Pengujian yang dilakukan pada beton umur 28 hari juga tidak jauh berbeda dengan umur beton 7 hari. Persentase campuran abu sekam kopi yang semakin tinggi mengurangi kekuatan beton terutama pada persentase 15%. Maka diambil kesimpulan pada penelitian ini adalah untuk penggunaan abu sekam kopi dan semen OPC memenuhi persyaratan kuat tekan rencana 20 MPa pada persentase 5% dan 10%. Sedangkan pada persentase 15% kekuatan beton tidak memenuhi persyaratan.

Pola retak yang dihasilkan berdasarkan klasifikasi SNI-1974-2001 pada umur beton 7 hari adalah retak vertikal dari ujung ke ujung sebanyak 6 benda uji. Pola retak pada umur beton 28 hari adalah retak kerucut dan vertikal pada masing-masing ujung beton sebanyak 6 benda uji. Pada penelitian ini terdapat semua jenis klasifikasi pola retak dari hasil pengujian beton. Faktor yang mempengaruhi terjadinya pola retak pada beton adalah tidak homogenya agregat kasar pada beton dan terjadi pemisahan campuran pada saat pembuatan benda uji dimana material yang berat akan bertumpuk diatas dan material yang ringan akan berada diatas. Pemisahan campuran dapat menyebabkan korosi pada beton.

Berdasarkan analisa data yang di dapat dengan rumus standar deviasi masing-masing persentase menghasilkan data rata-rata yang baik. Nilai standar deviasi kemudian di gunakan untuk mencari data *covarium* atau ragam sampel yang mana hasil yang di dapatkan berada di bawah persentase 5% yang menandakan keberagaman data sangat baik dan tidak ada keberagaman data yang terlalu jauh dari data dasar. Hal ini menjelaskan bahwa pada masing-masing hasil uji kuat tekan beton pada masing-masing persentase data yang diperoleh tidak jauh berbeda.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian pengaruh pengaruh penggunaan abu sekam kopi dan semen OPC terhadap kuat tekan beton normal adalah Hasil uji fisis agregat memenuhi persyaratan sebagai material penyusun beton.

Kandungan senyawa abu sekam kopi silikat (SiO₂) 29,11%, magnesium oksida (MgO) 4,92%, kalsium oksida (CaO) 5,33%, ferioksida (Fe₂O₃) 4,25%, dan aluminium oksida (Al₂O₃) 0,87% dimana senyawa tersebut merupakan bahan dasar penyusun semen

Pengaruh abu sekam kopi pada persentase 5% memiliki nilai kuat tekan 20,21 MPa pada umur beton 7 hari dan 20,27 MPa pada umur beton 28 hari yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal 20 MPa

Penggunaan abu sekam kopi dan semen OPC menyebabkan kekuatan beton lebih meningkat pada umur 7 hari dengan nilai kuat tekan 17,25 MPa dibandingkan dengan umur beton 28 hari yaitu 15,46 MPa

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa kenaikan persentase abu sekam kopi sebagai bahan pengikat tidak mempengaruhi kuat tekan dari beton

Nilai uji kuat tekan menghasilkan nilai keberagaman data yang baik dengan nilai standar deviasi dibawah 5% dengan nilai 1,242% pada umur beton 7 hari dan 0,962% pada umur beton 28 hari

Daftar Pustaka

- [1] Kementrian PUPR. 2017. *Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku*. Bandung. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat
- [2] Mulyono. 2005. *Teknologi Beton*. Andi offist: Yogyakarta
- [3] Sagel, dkk. 1994. *Pedoman Pengejaraan Beton*. Jakarta. Erlangga
- [4] Murdock, L.J. & Brook, K.M., (2003). *Bahan dan Praktek Beton, Edisi Keempat Terjemahan oleh Stephanus Hindarko*. Erlangga, Jakarta
- [5] Runduowono, F. 2013. *Pengaruh Fisis Agregat Terhadap Rongga Dalam Campuran Beraspal Panas*. Manado. Universitas Sam Ratulangi
- [6] Neville. 2003. *Properties Of Concrete, Diterjemahkan Oleh Zainul Astamar*. Erlangga. Jakarta
- [7] Nugraha, P. 1998. *Teknologi Beton dengan Antisipasi Terhadap Pedoman Beton*. Surabaya. Universitas Kristen Surabaya
- [8] Ruksudjarit, A dkk. 2008. *Synthesis and characterization of nanocrystalline hydroxyapatite*

- from natural bovine bone*. Jakarta. Current Applied Physics
- [9] Sukandarrumidi. 1991. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta. Universitas Gajah Mada
- [10] Wang, C.K. & Salmon, C.G. 1990. *Desain Beton Bertulang*, Jakarta. Erlangga Edisi ke 4 Jilid 1