



Pengaruh Substitusi Sebagian Agregat Halus dengan Abu Limbah Kulit Sapi Terhadap Kuat Tekan Beton

Henda Riyana¹, Eko Walujodjati²

Jurnal Konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1811014@itg.ac.id
²eko.walujodjati@itg.ac.id

Abstrak – Sebagai alternatif pengganti agregat halus dalam campuran beton, digunakan abu limbah kulit sapi dalam penelitian ini. Persentase bahan substitusi agregat halus yang digunakan yaitu sebesar 10%, 20%, dan 30% dari berat agregat halus. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai kuat tekan beton yang didapat dari hasil pengujian kuat tekan beton. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental (percobaan) yang dilaksanakan di laboratorium Institut Teknologi Garut. Sampel yang digunakan yaitu berbentuk silinder dengan ukuran 10x20 cm untuk sampel beton dengan tambahan abu limbah kulit sapi dan 15x30 cm untuk sampel beton normal dengan rencana kuat tekan 20 Mpa. Bahan yang akan digunakan sebagai campuran beton diuji terlebih dahulu, meliputi analisis saringan, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, kadar organik, dan uji keausan. Setelah proses pencampuran selesai dan beton mengering pada umur 2 hari Sampel beton direndam dalam air selama 28 hari. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan pada umur beton 28 hari. Nilai rata-rata yang didapat dari masing-masing variasi campuran beton yaitu beton normal memiliki kuat tekan 17,78 Mpa, B1 memiliki kuat tekan 13,85 MPa, B2 memiliki kuat tekan 11,19 MPa, dan B3 memiliki kuat tekan 10,74 MPa.

Kata Kunci – Abu Limbah Kulit Sapi; Kuat Tekan Beton; Substitusi Agregat Halus.

I. PENDAHULUAN

Pengolahan kulit telah menjadi industri utama di Kabupaten Garut dan pengelolaan kulit tersebut sudah berdiri sejak tahun 1920. Kawasan industri pengelolaan memiliki luas lahan sekitar 80 hektar. Menurut survei yang dilakukan oleh Dinas Pengelolaan Pasar, Perdagangan, dan Perindustrian Kabupaten Garut terdapat 319 industri pengolahan kulit pada tahun 2012, dengan rincian 250 usaha kecil dan 69 usaha besar [1].

Dampak sosial yang terjadi akibat adanya pembangunan industri pengolahan kulit ini yaitu adanya perubahan pada kehidupan masyarakat garut seperti tersedianya lapangan pekerjaan bagi masyarakat garut. Tetapi dibalik adanya industri pengolahan kulit sapi ini, dampak negatif yang ditimbulkan sangat mungkin bisa terjadi. Salah satu dampak negatif adanya industri rumahan pengolahan kulit yaitu banyaknya limbah-limbah kulit padat yang dibuang sembarang secara terus-menerus di daerah pinggiran sungai atau lahan-lahan yang tidak terpakai yang dijadikan tempat pembuangan limbah kulit padat oleh warga sekitar yang memiliki industri rumahan pengolahan kulit.

Atas dasar itulah peneliti ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengganti sebagian agregat halus dengan abu limbah kulit sapi, dengan harapan bahwa dengan digantinya sebagian agregat halus dengan abu limbah kulit

sapi, beton tersebut memiliki kuat tekan yang sama dengan beton normal, atau dengan digantikannya sebagian agregat halus dengan abu limbah kulit sapi, abu tersebut dapat digunakan juga sebagai pengisi rongga-rongga udara yang terdapat pada beton, sehingga dapat membuat beton mempunyai kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah kulit sapi yang dibuang sembarangan di Kabupaten Garut dengan cara mengganti sebagian agregat halus dengan abu limbah kulit sapi.

Mengulas sedikit karya ilmiah yang pernah dilakukan oleh beberapa penulis yang berkaitan dengan bahan substitusi agregat halus pada campuran beton. Heronimus Lumenta (2019) hasil penelitian yang didapat yaitu penggunaan agregat halus (pasir) yang efisien yaitu dengan perbandingan abu batu 25%: pasir 75% + fly ash 15% dari berat semen, disebabkan nilai kuat tekannya yang stabil sehingga baik digunakan. Kuat tekan beton mengalami penurunan pada variasi abu batu 50%: pasir 50% + fly ash 15% dari berat semen dan variasi abu batu 75%: pasir 25% + fly ash 15% dari berat semen. Hal ini disebabkan butiran agregat abu batu yang seharusnya berfungsi sebagai filler terlalu banyak, sehingga pasta semen tidak dapat menyelimuti dan merekatkan seluruh agregat. Faktor ini yang mempengaruhi kuat beton menjadi turun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan variasi abu batu 0%, 25%, 50%, dan 75% dari berat agregat halus (pasir) dengan ditambah fly ash 15% dari berat semen [2]. Perbedaan penelitiannya yaitu terdapat pada Bahan substitusi agregat halus yaitu abu batu dan penambahan fly ash.

Puja Nifta Hadi (2019) hasil penelitian yang didapat yaitu hasil kuat tekan beton pada: Komposisi Beton Normal memperoleh hasil kuat tekan rata – rata pada umur 7 hari sebesar 17,82 MPa, pada umur 14 hari sebesar 18,48 MPa, pada umur 21 hari sebesar 27,62 dan pada umur 28 hari sebesar 40,82 MPa. Komposisi Beton campuran BC20 memperoleh hasil kuat tekan rata – rata pada umur 7 hari sebesar 14,99 MPa, pada umur 14 hari sebesar 23,57 MPa, pada umur 21 hari sebesar 29,98 dan pada umur 28 hari sebesar 29,98 MPa. Komposisi Beton Campuran BC30 memperoleh hasil kuat tekan rata – rata pada umur 7 hari sebesar 20,18 MPa, pada umur 14 hari sebesar 20,55 MPa, pada umur 21 hari sebesar 16,97 dan pada umur 28 hari sebesar 22,06 MPa [3]. Perbedaan penelitiannya yaitu terdapat pada Bahan substitusi agregat halus yaitu Limbah Bubut.

Handrian wijaya (2020) hasil penelitian yang didapat yaitu hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak persentase abu bonggol yang dimasukkan pada campuran beton, maka semakin rendah nilai kuat tarik belah yang dihasilkan. Hasil pengujian kuat tarik belah rata - rata dari beton dengan abu bonggol jagung 10% dan sika 0,8% dari berat semen sebesar 3,94 MPa. Hal ini menunjukkan penurunan kuat tarik belah beton sebesar 16,75% dari beton yang tidak menggunakan abu bonggol jagung. Hasil pengujian kuat tarik belah rata - rata dari beton dengan abu bonggol jagung 15% dan sika 0,8% dari berat semen sebesar 2,95 MPa. Hal ini menunjukkan penurunan kuat tarik belah beton sebesar 55,93% dari beton yang tidak menggunakan abu bonggol jagung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui pengaruh penambahan Superplasticizer (Sika Viscocrete – 3115 N) bersamaan penggantian sebagian agregat halus dengan abu bonggol jagung terhadap kuat tarik belah beton [4]. Perbedaan penelitiannya dengan penelitian yaitu terdapat pada Bahan substitusi agregat halus yaitu Bahan substitusi abu bonggol jagung dengan menggunakan superplasticizer dan menggunakan pengujian kuat tarik belah beton.

Putri Nurul Aini (2021) hasil penelitian yang didapat yaitu mutu bahan yang dipakai dalam penelitian ini memenuhi syarat yang berlaku. Hasil kuat tekan beton normal pada umur 14 hari mengidentifikasi target kuat tekan 10,67 Mpa pada umur 28 hari tidak tercapai yang disebabkan faktor kesalahan dalam pembuatan sampel benda uji. Penambahan serbuk kayu yang memiliki nilai daya serap air yang tinggi akan mengurangi nilai slump, oleh karena itu bahan yang ditambahkan dapat digunakan plasticizer atau superplasticizer, sehingga worklablility campuran dapat terjaga. Berat isi beton segar dengan penambahan serbuk kayu nilainya lebih kecil dibandingkan dengan berat isi beton normal. Pada faktor air-semen yang sama, kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kayu lebih kecil dari pada kekuatan beton normal [5]. Menurut hasil analisis trendline menunjukkan adanya penurunan kuat tekan beton dengan tambahan substitusi agregat halus menggunakan serbuk kayu;

1. Penurunan 7,04% untuk variasi campuran 1%.
2. Penurunan 1,5% untuk variasi campuran 1,5%.
3. Penurunan 14,08% untuk variasi campuran 2%.
4. Penurunan 17,50% untuk variasi campuran 2,5%.

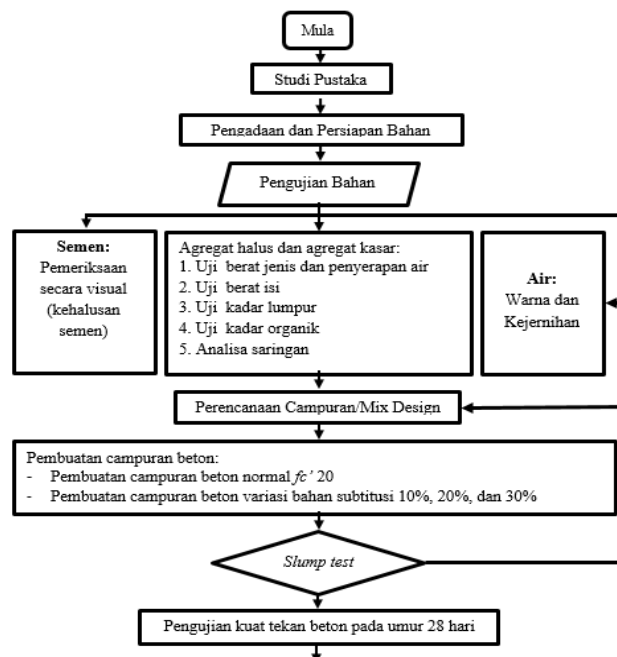
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah dengan menggunakan bahan substitusi serbuk kayu dalam campuran dapat mempengaruhi kuat tekan [5]. Perbedaan penelitiannya yaitu terdapat pada Bahan substitusi agregat halus yaitu Bahan substitusi Serbuk Kayu dengan menggunakan superplasticizer.

Thoriq Amrulloh (2021) hasil penelitian yang didapat yaitu penggunaan prosentase campuran dengan kuat tekan rata-rata sebesar 3,83 MPa di umur beton 28 hari pada faktor air semen 0,4. Sedangkan untuk faktor air semen 0,5 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 3,68 MPa dan untuk faktor air semen 0,6 dengan kuat tekan rata-rata sebesar 1,51 MPa. Dari data tersebut kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan faktor air semen yang lebih besar. Nilai kuat tekan beton tidak ada yang mencapai target kuat tekan 17,24 MPa. Pengujian absorpsi beton didapat rata-rata sebesar 6,5% pada faktor air semen 0,4. Sedangkan untuk faktor air semen 0,5 dengan absorpsi rata-rata sebesar 14,5% dan untuk faktor air semen 0,6 dengan absorpsi rata-rata sebesar 19,0%. Dari data tersebut nilai absorpsi beton semakin bertambah seiring dengan dengan faktor air semen yang lebih besar. nilai absorpsi beton terkecil dengan nilai 6,5 %. Biaya yang diperlukan untuk 1m³ beton dengan penggunaan 10% abu limbah aluminium yang disubstitusikan dengan pasir/bahan pengganti terhadap pasir pada faktor air semen 0,4 sebesar Rp. 479.973,26. Harga beton ringan tanpa campuran abu limbah aluminium untuk 1m³ sebesar Rp. 502.903,30. Perhitungan diatas berdasarkan Harga Satuan Pekerjaan tahun 2019. Berdasarkan perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu limbah aluminium sebagai substitusi pasir mengurangi biaya (lebih murah) Rp. 22.930,05-. Sehingga dapat diaplikasikan untuk konstruksi non struktural. Tujuan penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh pemanfaatan limbah abu aluminium mensubstitusi agregat halus dengan variasi faktor air semen 0,40; 0,50 dan 0,60 terhadap kuat tekan beton [6]. Perbedaan penelitiannya yaitu terdapat pada Bahan substitusi agregat halus yaitu Bahan substitusi abu aluminium.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian yang dipakai pada penelitian ini yaitu metode percobaan (eksperimental) yang dilakukan di laboratorium Institut Teknologi Garut. Metode ini ditujukan untuk mendapatkan hasil berupa beberapa data yang dapat menegaskan hubungan variabel yang diteliti. Secara skematis, prosedur penelitian yang dilakukan dibentuk dalam sebuah bagan alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian (lanjutan)

B. Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Garut untuk melakukan beberapa pengujian, seperti pengujian mutu bahan, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian slump, pengujian kuat tekan beton. Sumber data yang digunakan pada penelitian berasal dari data primer seperti pengujian kualitas agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan secara langsung di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Garut dan data sekunder yaitu pengujian semen yang berasal dari Laboratorium Rekayasa Beton Politeknik Negeri Bandung.

C. Rancangan Penelitian

Dilakukan pengujian bahan terhadap agregat halus (pasir cilopang) berupa pengujian berat jenis, berat isi, kandungan zat organik, kandungan lumpur, kandungan air dan analisa saringan. Untuk agregat kasar dilakukan pengujian berat jenis, berat isi, analisa saringan, kadar air dan uji abrasi dengan menggunakan mesin Loss Angeles. Kemudian selanjutnya dilaksanakan pengujian kuat tekan. Pada pengujian ini menggunakan 12 sampel beton dengan bentuk silinder berukuran 300 x 150 mm untuk beton normal dan 200 x 100 mm untuk beton dengan campuran abu. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan.

Tabel 1: Jumlah Benda Uji

Subtitusi abu	Dimensi (cm)	Jenis Pengujian	Jumlah benda uji	Keterangan
Beton Normal	15 x 30	Uji tekan	3	Pengujian umur 28 hari
10 %	10 x 20	Uji tekan	3	Pengujian umur 28 hari
20%	10 x 20	Uji tekan	3	Pengujian umur 28 hari
30%	10 x 20	Uji tekan	3	Pengujian umur 28 hari
Jumlah Total Benda Uji			12	

D. Bahan Penelitian

Bahan yang dipakai yaitu diantaranya; abu limbah kulit sapi, semen Portland type I, agregat halus berupa pasir cilopang, agregat kasar berupa batu pecah dari Tasik dengan dimensi nominal maksimum yaitu 25 mm.

E. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada SNI 2493:2011. yaitu sebagai berikut:

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.
2. Oven dengan suhu $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$.
3. Cetakan beton silinder diameter 10 x 20 cm.
4. Kerucut abrams satu set alat pengukur *slump*.
5. Mesin penggetar ayakan (*shieve shaker*).
6. Mesin uji tekan, kapasitas 2000 KN.
7. Satu set saringan.

8. Tongkat penusuk yang terbuat dari baja.
9. Palu karet.
10. Bejana.
11. Gelas ukur 1000 cc.
12. Picnometer.
13. Bak rendam.
14. Ember.
15. Sekop atau sendok beton.
16. Penggaris atau meteran.
17. Wadah.

F. Pengujian Bahan

1. Analisis Saringan Agregat
Tujuannya adalah untuk mengetahui gradasi dari butir agregat halus, dan agregat kasar [7].
2. Berat Jenis Agregat (*Specific Gravity*)
Rasio berat suatu bahan dalam satuan volume terhadap berat air dalam volume yang sama pada suhu tertentu [8].
3. Berat Isi Agregat
adalah berat total dibagi volume [9].
4. Kadar Zat Organik Agregat Halus
Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pedoman untuk pengujian pasir yang akan digunakan dalam mortar atau campuran beton untuk melihat apakah mengandung bahan organik [10].
5. Kadar Lumpur Agregat Halus
Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan jumlah lumpur yang terkandung dalam agregat halus. Jumlah lumpur maksimum: 5%[11].
6. Keausan Agregat Kasar
perbandingan berat bahan awal (asli) dengan berat bahan yang hilang atau hancur akibat tumbukan bola baja [12].
7. Kadar Air Agregat
Tujuan pengujian ini untuk menentukan berapa banyak kandungan air dalam agregat [13].

G. Pembuatan Benda Uji

Rencana campuran beton diperlukan untuk menentukan proporsi yang tepat untuk melakukan pengecoran agar diperoleh kekuatan beton yang seragam dan sesuai dengan perencanaan.

H. Perawatan Benda Uji

Setelah semua benda uji dibuat, maka tahap selanjutnya yaitu perawatan benda uji. Perawatan ini sangatlah penting dilakukan agar sampel beton tetap baik pada saat pengujian akan dilakukan. Sampel harus dirawat dalam kondisi basah dengan suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ dimulai saat beton dicetak sampai dilakukannya pengujian [14].

I. Pengujian Benda Uji

Uji kuat tekan adalah salah satu pengujian yang digunakan dalam pengujian ini. Pengujian ini menentukan berapa banyak beton dapat menahan beban aksial atau tekan.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Pengujian Bahan

Pengujian yang dilaksanakan yaitu pada agregat. Kemudian untuk semen, dalam penelitian ini menggunakan jenis semen tipe 1 dengan nilai berat jenis yaitu 2,94 gr/ml diambil dari hasil pengujian Laboratorium Rekayasa Beton Politeknik Negeri Bandung, dikarenakan terdapat merek semen yang sama yaitu semen tiga roda yang juga dipakai dalam penelitian tersebut. Berikut adalah hasil pengujian bahan yang diteliti di laboratorium teknik sipil Institut Teknologi Garut pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2: Pengujian Agregat Halus

No	pengujian	Standar	Hasil	Keterangan
1	Kandungan organik	Warna no. 3	Warna no. 3	Memenuhi
2	Kandungan lumpur	< 5%	2,22%	Memenuhi
3	Analisa saringan	2,3 - 3,1 %	3,08	Memenuhi
4	Berat jenis	-	2,56	-
5	Berat isi	-	1,64	-
6	Berat Isi	-	1.01%	-
7	Kadar air	-	6,69 %	-

Tabel 3: Pengujian Agregat Kasar

No	pengujian	Standar	Hasil	Keterangan
1	Analisa saringan	-	3,04	-
2	Berat jenis	-	2,50	-
3	Berat isi	-	1,40	-
4	Keausan	> 50%	23,4 %	Memenuhi
5	Penyerapan air	-	4,63%	-
6	Kadar air agregat kasar	-	4,2%	-

Dari hasil pengujian agregat kasar dan agregat halus didapatkan disimpulkan bahwa kualitas dari agregat halus dan agregat kasar sesuai dengan standar yang digunakan yaitu SNI dan ASTM C-33.

B. Desain Mix

Rancangan campuran beton dihitung dengan metode SNI 7656-2012. Diketahui data campuran beton untuk umur 28 hari dengan rencana kekuatan beton f_c 20 Mpa dengan nilai slump diambil 100 ± 20 mm. Dengan data agregat pada tabel 4 dan data proporsi campuran pada tabel 5.

Tabel 4: Data Hasil Pengujian Agregat

No.	Pengujian	Ag. Kasar	Ag. Halus
1	Modulus Kehalusan	3,05	3,08
2	Berat jenis curah(bulk)	2,61	2,56
3	Penyerapan Air	4,63	1,10
4	Berat Isi Kering	1,53	1,73

Tabel 5: Data Proporsi Campuran

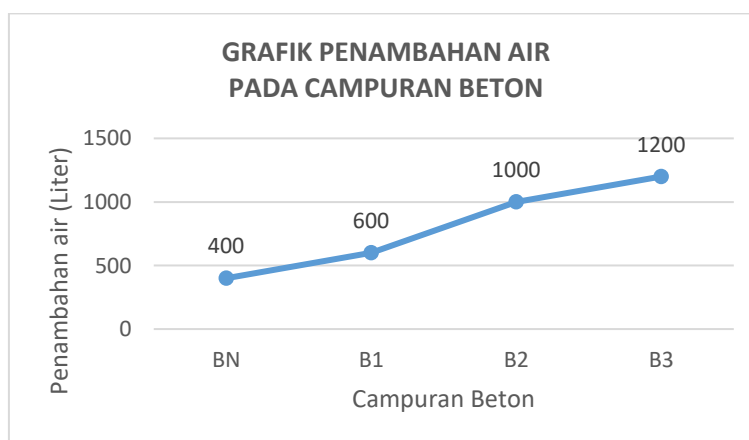
Variasi penambahan	Air (kg)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Halus (kg)	Abu (kg)
BN	2,65	6,23	14,14	17,32	-
B1	0,79	1,83	3,77	5,13	0,42
B2	0,79	1,83	3,35	5,13	0,84
B3	0,79	1,83	2,93	5,13	1,26
Total	2,36	5,53	10,05	15,39	2,51

C. Hasil Uji Slump Beton (Slump Test)

Uji slump bertujuan untuk mengawasi kemudahan dalam pengerjaan (workability) juga sifat homogen pada adukan beton segar dengan kekentalan tertentu Hasil pengujian slump pada percobaan memenuhi dengan rencana awal dalam mix design (100 ± 20). Nilai slump test dari beberapa campuran dapat diamati pada tabel 6.

Tabel 6: Nilai Slump Test

Sampel	Nilai Slump (mm)	Standar maksimum (mm)	Penambahan Air
BN	90	100	400 Liter
B1	95	100	600 Liter
B2	90	100	1000 Liter
B3	90	100	1200 Liter



Gambar 2: Grafik Penambahan Air Pada Campuran Beton

D. Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar

Hasil pengujian berat jenis beton segar untuk masing-masing sampel dengan nilai slump antara 75 sampai 100 mm didapatkan berat jenis rata-rata sebesar $2176,63 \text{ kg/m}^3$. Hasil tersebut memenuhi persyaratan SNI 7656 – 2012, yaitu antara 2200 dan 2500 kg/m^3 . Hasil pengujian berat isi beton segar tiap sampel dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7: Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar

No	Mc (Kg)	Mm (Kg)	Vn (m ³)	D (Kg/m ³)	Rata-rata (Kg/m ³)	Standar (kg/m ³)	Keterangan
BN	1	24,64	11,08	0,0053	2558,49	2286,79	2200 - 2500 Memenuhi
	2	23,38	12,60	0,0053	2033,96		
	3	22,82	10,80	0,0053	2267,92		
B1	1	8,20	4,76	0,0016	2150	2236,6	
	2	8,12	4,54	0,0016	2247,8		
	3	8,16	4,46	0,0016	2312,5		
B2	1	8,18	4,80	0,0016	2112,5	2125	
	2	8,14	4,74	0,0016	2125		
	3	8,02	4,60	0,0016	2137,5		
B3	1	8,00	4,66	0,0016	2087	2058,16	
	2	8,16	4,90	0,0016	2037,5		
	3	8,16	4,88	0,0016	2050		

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis beton segar dapat disimpulkan bahwa beton segar memiliki berat jenis yang sesuai dengan standar SNI 7656 – 2012 yaitu 2200 – 2500 kg/m³.

E. Hasil Pengujian Tekan Beton

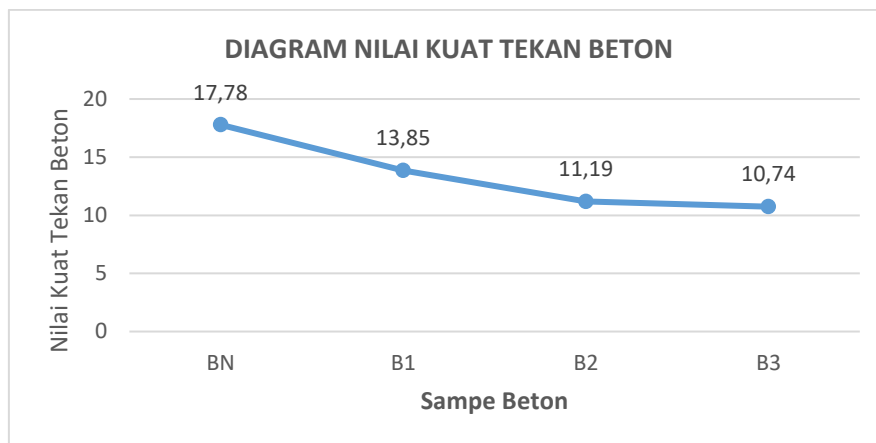
Pengujian ini merupakan prosedur paling utama, yaitu untuk mengetahui berapa besar beton dapat menerima beban aksial atau tekan.

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan (f_c') yang direncanakan untuk campuran beton pada umur beton 28 hari adalah 20 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata beton pada umur 28 hari lebih rendah dari mutu beton rencana. Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8: Hasil Pengujian Kuat Tekan

no	Sampel	P (KN)	A (mm ²)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
1	BN	292,9	17671,46	20,04	17,78
		295,8	17671,46	16,74	
		354,2	17671,46	16,57	
2	B1	122,9	7853	15,65	13,85
		99,4	7853	12,65	
		104,1	7853	13,25	
3	B2	90,5	7853	11,52	11,19
		91	7853	11,58	
		823,3	7853	10,48	
4	B3	94,3	7853	12,00	10,74
		69,3	7853	8,82	
		89,6	7853	11,41	



Gambar 3: Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sampel beton dengan variasi beton normal (BN) memiliki kuat tekan beton yaitu sebesar 17,78 MPa. Sedangkan sampel beton dengan penambahan abu limbah kulit mengalami penurunan, sampel B1 dengan nilai 13,85 MPa dengan penurunan sebesar 22% dari beton normal. Sampel B2 dengan nilai 11,19 MPa dengan penurunan sebesar 37% dari beton normal dan sampel B3 dengan nilai 10,74 MPa dengan penurunan sebesar 39,6% dari beton normal. Dari hasil yang didapat, maka hasil penelitian yg dilakukan dapat diketahui semakin banyak abu limbah kulit yang ditambahkan maka kuat tekan beton semakin menurun.

Menurut Mulyati dkk., (2012:51) ikatan antar karbon cukup lemah, bahkan lebih lemah dari ikatan antar karbon dan mortar, dengan demikian kehadiran ikatan antara karbon-karbon akan memperlemah kekuatan mortar. Karna abu limbah kulit tersebut berasal dari hasil pembakaran maka abu tersebut dapat menghasilkan karbon sehingga membuat ikatan antar mortar melemah dan membuat kuat tekan pada beton mengalami penurunan.

IV. KESIMPULAN

Kuat tekan beton rata-rata yang didapatkan pada hasil pengujian beton normal, dan beton dengan bahan substitusi abu limbah kulit sapi pada umur 28 hari dengan mutu beton $f'c$ 20 MPa yaitu sebagai berikut:

- Beton normal (BN) = 17,78 MPa.
- Campuran abu 10% (B1) = 13,85 MPa.
- Campuran abu 20% (B2) = 11,19 MPa.
- Campuran abu 30% (B3) = 10,74 MPa.

Adapun berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa saran dari peneliti beton dengan abu limbah kulit sapi ini tidak disarankan untuk digunakan sebagai konstruksi bangunan karena nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton normal. Untuk penelitian selanjutnya beton dengan campuran abu limbah kulit ini mungkin bisa ditambahkan dengan *plasticizer* dan bahan penguat beton lainnya agar beton tersebut memiliki kuat tekan yang sama dengan beton normal atau bahkan bisa melebihi kuat tekan beton normal, agar beton tersebut juga dapat dimanfaatkan untuk pembangunan dan dapat mengurangi limbah kulit yang ada di garut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Cahyadi and M. R. Rosidin, "Rancangan Perbaikan Prosedur Pengelolaan Limbah Kulit di Sukaregang Kab. Garut," *J. Kalibr.*, vol. 18, no. 2, pp. 42–48, 2021, doi: 10.33364/kalibrasi/v.18-2.730.
- [2] H. Lumenta, S. T. Bintoro, D. Widiyanto, and W. Suseno, "Pengaruh Substitusi Sebagian Agregat Halus

- Dengan Abu Batu Dan Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton,” *G-Smart*, vol. 3, no. 1, p. 28, 2021, doi: 10.24167/g.s.v3i1.1765.
- [3] P. N. Hadi and A. A. Setiawan, “Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton,” *Widyakala J.*, vol. 6, no. 1, p. 77, 2019, doi: 10.36262/widyakala.v6i1.148.
- [4] S. Maharani, Masril, and E. Bastian, “PENGARUH PENGGUNAAN ABU BONGGOL JAGUNG 5%, 7.5% DAN 10% SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON f’c 14.53 MPa Siti,” vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [5] P. N. Aini, R. Roestaman, and E. Walujodjati, “Pengaruh Penggunaan Serbuk Kayu Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus dalam Campuran Beton dengan Bahan Tambah Superplasticizer,” *J. Konstr.*, vol. 19, no. 1, pp. 169–178, 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-1.902.
- [6] T. Amrulloh, S. Riyanto, and T. Rochman, “Pengaruh Limbah Abu Aluminium Sebagai Substitusi Agregat Halus Dengan Faktor Air Semen Yang Berbeda Pada Beton Ringan Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi,” *J. JOS-MRK*, vol. 2, no. 1, pp. 97–103, 2021, doi: 10.55404/jos-mrk.2021.02.01.97-103.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, “SNI ASTM C136:2012. Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar,” *Badan Stand. Nas.*, pp. 1–24, 2012.
- [8] SNI 1970-2008, “Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus,” *Badan Standar Nas. Indones.*, pp. 7–18, 2008, [Online]. Available: <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- [9] SNI 03-4804-1998, “Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat,” *Badan Stand. Nas. Indones.*, pp. 1–6, 1998.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2816:2014. Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton,” *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 10, 2014.
- [11] PBI, “Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971,” *Badan Stand. Indones.*, pp. VII–6, 1971.
- [12] Departemen Pekerjaan Umum, “Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles, SNI 2417:2008,” *Standar Nas. Indones.*, 2008.
- [13] SNI 03-1971-1990, “Metode Pengujian Kadar Air Agregat,” *Badan Standardisasi Nas.*, vol. 27, no. 5, p. 6889, 1990.
- [14] SNI 2493-2011, “Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium,” *Badan Standar Nas. Indones.*, p. 23, 2011, [Online]. Available: www.bsn.go.id