

Studi Eksperimental Penggunaan Abu Ampas Tebu dan Limbah Karbit sebagai Material Substitusi Semen pada Campuran Beton

Adam Creflo Rombe ^{*1}, Frans Phengkarasa ^{*2}, Lisa Febriani^{'3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia adamcreflo1902@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia²Fphengkarsa@hotmail.com dan lisa@ukipaulus.ac.id

Corresponding Author: adamcreflo1902@gmail.com

Abstrak

Penelitian tentang teknologi konstruksi terus dikembangkan dengan tujuan memanfaatkan limbah karbit dan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi pada semen dalam pembuatan beton mutu normal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai dari pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur dengan bahan substitusi dari limbah karbit dan abu ampas tebu 0%, 4%, 8% dan 12%. Dalam pembuatan benda uji digunakan metode American concrete institute (ACI)s. Pengujian dilakukan pada saat umur beton telah melewati proses masa pemeliharaan 7, 21, dan 21 hari. Dari hasil penelitian ini didapat nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan variasi limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 0%, 4%, 8% dan 12% adalah 26,044 MPa, 16,042 MPa, 14,626 MPa dan 14,248. Hasil pengujian kuat tarik belah dengan variasi limbah 10% dan abu ampas tebu 0%, 4%, 8% dan 12% adalah 2,288 MPa, 1,77 MPa, 1,533 MPa dan 1,486 MPa. Hasil pengujian kuat lentur dengan variasi limbah 10% dan abu ampas tebu 0%, 4%, 8% dan 12% yaitu 3,030 MPa, 2,568, 2,414 dan 2,362. Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin tinggi penambahan limbah karbit dan abu ampas tebu maka akan semakin menurun kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat tarik lentur beton.

Kata kunci: Limbah Karbit, Abu Ampas Tebu, Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah, kuat lentur

Abstract

Research on construction technology continues to be developed with the aim of utilizing carbide waste and bagasse ash as a substitute for cement in the manufacture of normal quality concrete. The purpose of this study was to determine the value of testing the compressive strength, split tensile strength and flexural strength with substitute materials from carbide waste and sugarcane ash 0%, 4%, 8% and 12%. The American concrete method was used in the manufacture of test objects. institute (ACI). The test is carried out when the concrete has passed the maintenance period of 7, 21 and 21 days. From the results of this study, the compressive strength values of concrete at 28 days of age with variations of 10% carbide waste and 0%, 4%, 8% and 12% bagasse ash were 26.044 MPa, 16.042 MPa, 14.626 MPa and 14.248. The split tensile strength test results with 10% waste and 0%, 4%, 8% and 12% bagasse ash were 2.288 MPa, 1.77 MPa, 1.533 MPa and 1.486 MPa. The results of the flexural strength test with a variation of waste 10% and bagasse ash 0%, 4%, 8% and 12% were 3.030 MPa, 2.568, 2.414 and 2.362. The results of this study indicate that the higher the addition of carbide waste and bagasse ash, the lower the compressive strength, split tensile strength and flexural tensile strength of concrete.

Keywords: Carbide Waste, Bagasse Ash, Compressive Strength, Split Tensile Strength, Flexural Strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar. Seiring perkembangan zaman, dunia arsitektural dan dunia konstruksi terus berkembang pesat, dan material yang digunakan pun mengalami berbagai perkembangan konsep bangunan hijau atau *green building* yang ramah lingkungan mulai berkembang [1].

Ampas tebu merupakan hasil limbah buangan dari proses pembuatan gula ($\pm 30\%$ dari kapasitas giling). Ampas tebu tersebut dimanfaatkan sebagai bahan bakar ketel uap (alat untuk memproduksi uap pada jumlah tertentu setiap jamnya dengan tekanan dan suhu tertentu). Pembakaran ampas tebu memiliki manfaat untuk peningkatan kekuatan mortar, karena mempunyai sifat pozzolan dan mengandung silika. Abu ampas tebu memiliki kandungan SiO_2 yang cukup tinggi sehingga abu ampas tebu diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran. Abu ampas tebu merupakan bahan pengisi yang memiliki kandungan SiO_2 yang tinggi merupakan pengikat agregat yang baik [2].

Limbah karbit merupakan bahan buangan dari karbit yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia silika (SiO_2). Limbah karbit merupakan bahan buangan dari karbit yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia silika (SiO_2), (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3). Di sisi lain setiap tahunnya jumlah limbah las karbit semakin bertambah, dimana dapat mencemarkan lingkungan sekitar, dalam hal ini limbah karbit termasuk dalam limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun), yang mana dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton sebagai bahan pengganti atau bahan tambah pada semen [3].

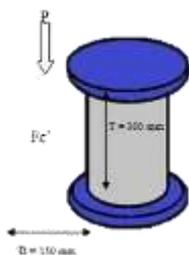
Penelitian tentang Abu ampas tebu dilakukan sebagai bahan tambah dengan persentase substitusi sebesar 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, dan 10% terhadap berat semen. Pada kuat tekan beton penambahan abu ampas tebu mengalami penurunan dibandingkan dengan kuat tekan beton normal dengan hasil beton Abu ampas tebu mendapatkan kuat tekan terbesar yaitu 18,07 Mpa pada presentase penambahan Abu ampas tebu 5% dan beton normal mendapatkan kuat tekan sebesar 29,128 Mpa[4]

Uji yang dilakukan adalah uji kuat tekan menggunakan *Compression Testing Machine* laboratorium PT.Statika Mitra Sarana. Hasil dari penelitian yang dilakukan didapat hasil Kuat tekan beton untuk beton normal sebesar 39,632 MPa, sedangkan pada variasi beton limbah las karbit 7,5 % yaitu 38,39 Mpa, 10 % sebesar 32,102 MPa, dan 11,5 % yaitu sebesar 31,026 Mpa. Jadi dari hasil penelitian yang di peroleh, penggunaan atau penambahan presentase limbah las karbit terlalu banyak dapat mengakibatkan penurunan terhadap nilai kuat tekan beton, dikarenakan limbah las karbit mengakibatkan proses pengikatan material penyusun beton kurang maksimal [5]. Peningkatan kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan densitas dan penurunan porositas dan penyerapan air seiring dengan bertambahnya variasi campuran terhadap abu ampas tebu dan pembakaran produk serbuk gergaji hingga mencapai hasil yang optimal. Hasil optimum pencampuran abu ampas tebu adalah dalam campuran ini variasi 15%, sedangkan hasil yang optimal dari produk pembakaran serbuk gergaji adalah dalam campuran variasi 10 % [6]. Pengaruh kekuatan beton yang menggunakan limbah karbit sebagai bahan substitusi semen dengan variasi 0%, 4%, 6%, dan 8% diperoleh nilai kuat tekan optimum pada variasi 4% yakni sebesar 37,645 MPa, nilai kuattarik belah beton optimum pada variasi 4% yakni sebesar 2,663 MPa, dan nilai modulus elastisitas optimum pada variasi 4% yakni sebesar 17180,87 MPa. limbah karbit dapat mempengaruhi kekuatan beton baik itupada uji kuat tekan, tarik belah, dan modulus elastisitas [7]. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mendapatkan hasil, yang direncanakan menggunakan 5 variasi kadar campuran, yaitu 0%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%. Berdasarkan pengujian yang dilakukan di laboratorium, diperoleh kesimpulan bahwa dengan penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen dengan variasi 5% ke atas, nilai mekanik beton mengalami penurunan sehingga tidak disarankan menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen, kuat tekan maksimum diperoleh dari substitusi AAT sebesar 5% dengan

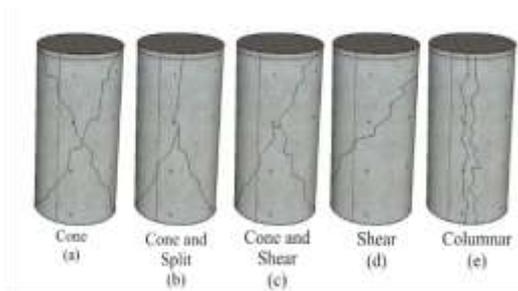
nilai sebesar 43,736 MPa dan kuat tekan terendah terjadi pada substitusi AAT sebesar 25% dengan nilai sebesar 33,232 MPa. Secara keseluruhan dengan substitusi AAT hingga 20% menghasilkan kuat tekan beton lebih dari beton tanpa substitusi AAT.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan kuat lentur beton sebanyak masing-masing 25 sampel selama 28 hari dengan mutu $f'c$ 25 MPa dan mendapatkan kadar persentase yang efektif sebagai pengganti sebagian semen dari variasi limbah karbit 0%, 2%, 4%, 6%, dan 10%

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh air, bahan pengikat, karakter serta jenis agregat, perbandingan agregat, *slump*, perawatan beton serta umur beton di uji menggunakan mesin kuat tekan beton. Untuk memperoleh kuat tekan, dengan persamaan $f'c = P/a$, dimana $f'c$ = nilai kuat tekan beton (MPa), P = beban maksimal yang tertera pada mesin (N) [8]



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan

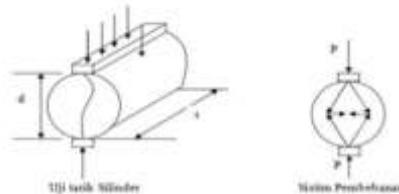


Gambar 2. Sampel Retakan Beton

Kuat tarik belah memberikan gaya tekan pada sisi panjang dari benda uji yaitu beton silinder adalah cara untuk memperoleh hasil nilai dari kuat tarik belah beton. Kalkulasi kuat tarik belah bisa dilihat di persamaan

$$f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d} \dots \dots \dots (1)$$

- L = panjang dari objek pengujian berbentuk silinder (mm),
- P = beban maksimal yang tertera di mesin (N),
- D = diameter dari benda uji berbentuk silinder (mm) dan :
- f_t = nilai kuat tarik belah beton (MPa).



Gambar 3. Uji Tarik belah beton

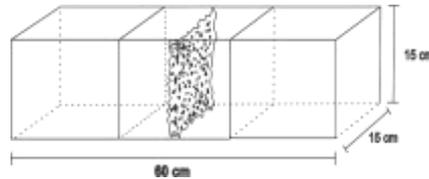
Kuat lentur pada balok adalah hasil dari adanya tegangan yang timbul karena adanya massa eksternal jika bebannya meningkat, maka balok berubah bentuk dengan tekanan yang bertambah yang mengakibatkan timbulnya retak lentur disepanjang bentang balok [9].

Kuat lentur beton bisa dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \dots \dots \dots [2]$$

- L = panjang dari objek pengujian berbentuk silinder (mm),

P = beban maksimal yang tertera di mesin (N),
 b = Lebar penampang lintang patah arah horizontal (cm)
 h = Lebar penampang lintang patah arah vertikal (cm)
 f_r = nilai kuat lentur beton beton (MPa).



Gambar 4. Pengujian Modulus Elastisitas

METODOLOGI

1. Lokasi Pengambilan Material

Tempat mengambil agregat kasar dan agregat halus yaitu dari sungai jeneberang, kabupaten gowa, provinsi Sulawesi selatan. Tempat pengambilan abu ampas tebu (*bagasse ash*) berasal dari PT. Makassar Tenne Jl. Ir. Sutami NO. 38, Bira, Makassar, Kota Makassar, Sulawesi Selatan dan Pengambilan limbah karbit diambil dari salah satu bengkel las yang berada di kota Makassar.



Gambar 5. Lokasi / Tempat pengambilan agregat



Gambar 6. Lokasi pengambilan abu ampas tebu

2. Bahan yang digunakan dalam pembuatan beton

a. *Portland Composite Cement (PCC)* yang bersumber dari PT. Semen Tonasa



Gambar 7. Semen

b. Agregat kasar dan halus yang tempat pengambilannya berasal dari sungai Jeneberang, Kabupaten Gowa



Gambar 8. agregat kasar



Gambar 9. agregat halus

c. Abu ampas tebu yang di peroleh dari dari PT. Makassar Tenne Jl. Ir. Sutami NO. 38, Bira , Kota Makassar, Sulawesi Selatan



Gambar 11. Abu ampas tebu

d. Limbah karbit didapatkan dari salah satu bengkel yang ada di salah satu di Kota Makassar



Gambar 12. Limbah karbit

3. Pengujian karakteristik agregat

Sebelum dilakukan pencampuran beton agregat yang akan digunakan terlebih dahulu diuji karakteristiknya apakah sudah memenuhi atau sesuai standar yang telah di tentukan untuk menjamin kualitas mutu serta untuk mengetahui apakah agregat yang akan digunakan layak di pakai dalam campuran beton.

Tabel . 1 Spesifikasi Karakteristik Agregat Halus

No	Karakteristik	Hasil	Interval Astm	Keterangan
1	Kadar Air	3,628%	3,00 % - 5,00 %	Memenuhi
2	Kadar Organik	No.1	< No.3	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	0,301%	0,20 % - 6,00 %	Memenuhi

No	Karakteristik	Hasil	Interval Astm	Keterangan
4	Berat Jenis SSD	2,650	1,60 – 3,20	Memenuhi
5	Absorpsi (Penyerapan)	0,980%	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi
6	Berat Volume Padat	1548,14 kg/m ³	>1,200 kg/ltr	Memenuhi
7	Berat Volume Gembur	1425,47 kg/m ³	>1,200 kg/ltr	Memenuhi
8	Modulus kehalusan	2,68	2,20 – 3,10	Memenuhi

Setelah dilakukan pengujian agregat halus maka didapatkan hasil seperti yang tertera pada tabel 1 di atas dan semua pengujian karakteristik memenuhi interval atau batas Astm dan dapat digunakan dalam pencampuran beton

Tabel 2. Karakteristik Spesifikasi Agregat Kasar

No	Karakteristik	Hasil	Interval Astm	Keterangan
1	Kadar Air	0,64%	0,50 % - 2,00 %	Memenuhi
2	Kadar Organik	0,52%	0,2 % - 1,00 %	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	1517,67 kg/liter	1,40 – 1,90 kg/ltr	Memenuhi
4	Berat Jenis SSD	1440,33 kg/liter	1,40 – 1,90 kg/ltr	Memenuhi
5	Absorpsi (Penyerapan)	2,72	1,60 – 3,20	Memenuhi
6	Berat Volume Padat	0,52%	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi
7	Berat Volume Gembur	6,70	5,50 – 8,50	Memenuhi

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa hasil dari pengujian karakteristik agregat kasar memenuhi interval atau batas ASTM yang sudah ditentukan dan dapat digunakan.

4. Perencanaan Campuran Beton (*mix design*)

Pada *mix design* komposisi campuran yang digunakan mengacu pada *AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)* dengan kuat tekan yang telah direncanakan yaitu 25 Mpa . *Mix design* bertujuan guna mengetahui apakah material yang nantinya digunakan dapat membuat beton bermutu serta memiliki kekuatan seperti mutu rencana yang direncanakan.

Tabel 3. Material yang dibutuhkan dalam campuran beton 1 m³

Bahan	Berat (kg/m ³)
Jumlah Semen	427,49
Jumlah Air	171,701
Jumlah Agregat Halus	749,309
Jumlah Agregat Kasar	1036,309

Tabel diatas merupakan komposisi yang akan digunakan dalam pencampuran.

5. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dapat dilakukan dengan cara berikut :

- a. Semua bahan di satukan dalam mesin pencampur (molen) sesuai dengan takaran yang telah ditentukan.

- b. Pemeriksaan *slump test* yang dilakukan mengacu pada metode ACI (*American Concrete Institute*) dengan nilai *slump test* 70 – 100 mm.
- c. Proses untuk mencetak benda uji dilakukan dengan menggunakan alat yang berbentuk silinder dengan ukuran 15 × 30 cm dan alat yang berbentuk balok dengan ukuran 15 × 60 cm, dan didiamkan selama 24 jam.
- d. Pemberian kode pada benda uji disesuaikan dengan umur benda uji serta variasi benda uji.



Gambar 13. Benda uji

6. Perawatan benda uji

Setelah sampel didiamkan selama 24 jam, sampel kemudian dilepas dari masing-masing cetakan dan diletakkan pada suhu ruangan pada batas waktu yang telah ditentukan. Perawatan dilakukan dengan tujuan agar benda uji mengalami pengerasan secara cepat dan untuk menjaga kestabilan dari hidrasi semen.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. *Trial Mix*

Pembuatan *trial mix* ini dilakukan guna mengetahui apakah komposisi yang dihitung telah memenuhi kuat tekan rencana. Jika kuat tekan rencana telah terpenuhi maka bisa untuk ke pembuatan benda uji. Pada pengujian *trial mix* ini digunakan faktor umur 7 hari sesuai dengan variasi rencana yaitu 25 Mpa.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan *Trial Mix*

Sampel	Umur beton	Kuat Tekan Beton (MPa)	Rata - rata Kuat Tekan Beton (MPa)
I	7 Hari	25,478	27,070
II		27,070	
III		28,662	

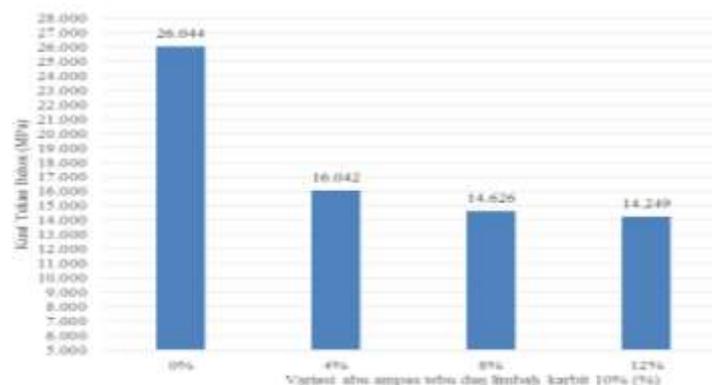
Hasil *trial mix* diatas dengan faktor umur 7 hari yang telah melalui perendaman menunjukkan bahwa telah memenuhi kuat tekan rencana 25 Mpa, sehingga dapat dilanjutkan untuk membuat benda uji.

2. Kuat tekan beton

Pembuatan benda uji siap dilaksanakan apabila hasil yang diperoleh dari *trial mix* telah memenuhi mutu beton yang direncanakan pada umur 28 hari .

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Umur 28 Hari

Benda Uji 28 hari	Berat Beton	Kuat Tekan	A	Mpa	Rata-Rata	persen penurunan(%)
0%	12.44	465000	17662.5	26.327	26.044	-
	12.38	445000	17662.5	25.195		
	12.65	470000	17662.5	26.610		
4%	12.66	310000	17662.5	17.551	16.042	38,405
	12.68	260000	17662.5	14.720		
	12.44	280000	17662.5	15.853		
4%	12.44	310000	17662.5	17.551	14.626	43,840
	12.18	255000	17662.5	14.437		
	12.31	210000	17662.5	11.890		
12%	12.73	300000	17662.5	16.985	14.249	45,289
	12.67	255000	17662.5	14.437		
	12.68	200000	17662.5	11.323		



Gambar 14. Kuat Tekan Beton 28 Hari (MPa)

Dari tabel dan grafik diatas menunjukkan bahwa semakin bertambah umur beton maka semakin meningkat pula nilai kuat tekan beton pada variasi 0% pada umur beton 7, 21, dan 28 hari. Semakin tinggi penambahan variasi substitusi maka kuat tekannya juga semakin menurun. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat beton normal untuk umur 28 hari dengan nilai kuat tekan 26,044 Mpa, di bandingkan dengan penambahan variasi substitusi 4%, 8% dan 12%. Dengan presentase pada variasi limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 4%, 8% dan 12% persentasenya adalah 38,41%, 43,84% dan 45,29%.

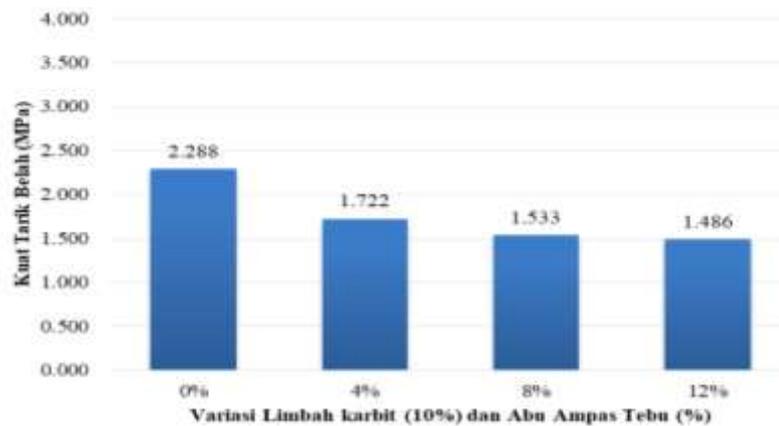
3. Kuat Tarik belah beton

Pengujian ini dilakukan saat benda uji berumur 28 hari menggunakan alat mesin teakn untuk mengetahui kuat tarik belah beton maksimum pada saat beton meneroma beban (P) dalam satuan Kn.

Tabel 6 : Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (ft)

Variasi LK 10% & AAT (%)	umur beton	Berat Beton	P(N)	L	D	Ft	rata-rata	persen penurunan(%)
0%	28	12.18	160000	300	150	2.265	2.288	-
		12.28	175000	300	150	2.477		
		12.32	150000	300	150	2.123		
4%	28	12.08	130000	300	150	1.840	1.722	24,742
		12.07	120000	300	150	1.699		

Variasi LK 10% & AAT (%)	umur beton	Berat Beton	P(N)	L	D	Ft	rata-rata	persen penurunan(%)
8%	28	12.18	115000	300	150	1.628	1.533	32,983
		12.08	115000	300	150	1.628		
		12.05	110000	300	150	1.557		
		12.13	100000	300	150	1.415		
12%	28	12.16	115000	300	150	1.628	1.486	35,051
		12.21	110000	300	150	1.557		
		12.13	90000	300	150	1.274		



Gambar 15. Jumlah Benda Uji Untuk Kuat Tekan

Dari hasil uji kuat tarik belah dapat dilihat pada tabel dan diagram batang diatas menunjukkan bahwa nilai kuat Tarik belah yang paling tinggi terjadi pada beton normal yaitu 2,288 Mpa dan nilai kuat tarik belah yang terendah terjadi pada penambahan variasi limbah karbit 10% dan abu ampa tebu 12% dengan hasil 1,486 Mpa jika dibandingkan dengan variasi limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 4%, dan 8%. Presentase limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 4%, 8% dan 12 % yaitu 24,742%, 32,989% dan 35,051%.

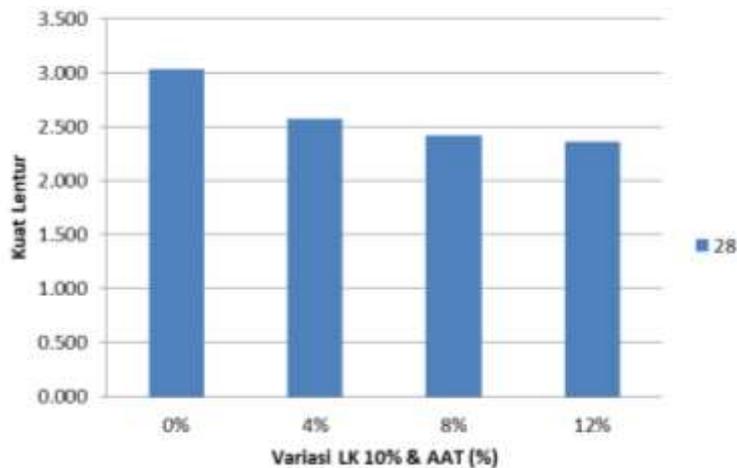
4. Kuat lentur beton

Pengujian ini dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari, benda uji berbentuk balok dengan ukuran 600 mm × 150 mm × 150 mm, dengan menggunakan alat uji lentur yang memiliki dua titik pembebanan.

Tabel 7 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton (*f_r*)

Variasi LKK (10%) & AAT (%)	P	Fr	Rata-Rata	persen penurunan(%)
0%	20000	3.081	3.030	-
	19000	2.927		
	20000	3.081		
4%	18000	2.773	2.568	15,254
	17000	2.619		
	15000	2.311		
8%	17000	2.619	2.414	20,335
	15000	2.311		
	15000	2.311		
12%	16000	2.465	2.362	22,033
	14000	2.157		

16000 2.465



Gambar 16 Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton (f_r)

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara variasi substitusi limbah karbonit dan abu ampas tebu dengan kuat lentur dimana semakin menurun dimana nilai paling tertinggi yaitu 3,030 Mpa dan yang paling rendah pada variasi limbah karbonit 10% dan abu ampas tebu 12% lebih rendah dibandingkan penambahan limbah karbonit 10% dan abu ampas tebu 4% dan 8% yaitu 2,568 Mpa dan 2,414 Mpa.

5. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Tabel 8 Persentase Hubungan antara Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah (%)

Variasi LK(10%) & AAT	f_c	F_t	Persentase Hubungan
0%	25.677	2.288	8.912
4%	15.170	1.722	11.352
8%	13.625	1.533	11.254
12%	13.295	1.486	11.178

Dari tabel 8, didapatkan nilai persentase hubungan antara kuat tekan dengan kuat tarik belah (f_t) pada variasi 0%, 4%, 8% dan 12% adalah 8.912%, 11.352%, 11.254% dan 11.178%.

6. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Tabel 9 Persentase Hubungan antara Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Balok (%)

Variasi Limbah Karbit (10%) dan Abu Ampas Tebu (%)	f_c	F_r	Hubungan KT dan KL (%)
0%	25.67662	3.030	0.60
4%	15.17049	2.568	0.66
8%	13.62542	2.414	0.65
12%	13.29535	2.362	0.65

Dari data diatas diperoleh perbandingan kuat lentur terhadap nilai kuat tekan pada limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 0%, 4%, 8%, dan 12% berturut-turut yaitu 0,60%, 0,66%, 0,65% dan 0,65%

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian “Studi Eksperimental Penggunaan Abu Ampas Tebu Dan Limbah Karbit Sebagai Material Substitusi Sebagian Semen Pada Campuran Beton” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan abu ampas tebu dan limbah karbit tidak memenuhi mutu rencana beton dengan limbah karbit 10% dan abu ampas tebu 4%, 8% dan 12% dan mengalami penurunan pada pengujian kuat tekan pada beton.
2. Dari hasil penelitian diatas penggunaan abu ampas tebu dan limbah karbit sebagai bahan substitusi bahan

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, 2018, Spesifikasi Umum Revisi 2. Jakarta: Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan Penelitian Dan Pengembangan.
- [2] Wiyono, Adi, Adjib Karjanto, And Galih Damar Pandulu. "Pengaruh Pengganti Sebagian Semen Dengan Abu Ampas Tebu Terhadap Kualitas Mortar Berdasarkan Kuat Tekan Dan Penyerapan Air." *Eureka: Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia* 1.1 (2017).
- [3] Makmur, Aswir, Sahrul Harahap, And Fithriyah Patriotika. "Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Limbah Las Karbit Sebagai Pengganti Sebagian Semen." *STATIKA* 5.1 (2022): 96-106.
- [4] Saputra, Eko Bagus, Luky Indra Gunawan, And Hendramawat Aski Safarizki. "Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Beton Normal." *Modulus: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil* 1.2 (2019): 67-71.
- [5] Ilham, Wahyudi. "Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton." *Abstract Of Undergraduate Research, Faculty Of Civil And Planning Engineering, Bung Hatta University* 2.1 (2022): 9-10.
- [6] Andriyani, M. Nashir, Dan N. Angriany, "Karakteristik Campuran Laston Asphalt Concrete Wearing Course," *J. Karajata Engineering*, Vol. 1, No.1, Hlm. 63-72, 2021.
- [7] L. B. Suparma, Yosevina, Dan D. S. Laos, "Pengaruh Penggunaan Aspal Modifikasi EVA (EVA-MA) Pada Perancangan Campuran Beton Aspal," *Dalam Prosiding The 18th FSTPT International Symposium*, UNILA, 2015.
- [8] Mahmud, Khoirul, Dominggus Bakarbesy, And Arief Fath Atiya. "Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Pengganti Semen Terhadap Sifat-Sifat Mekanik Beton." *Jurnal PORTAL SIPIL* 11.2 (2022): 52-61.
- [9] Suryanto, "Kinerja Laboratorium Asphalt Concrete-Wearing Course Dengan Agregat Dari Sungai Aliran Lahar Dingin Gunung Merapi," *Civitech*, Vol.1, No.1, Hlm.62-70, 2019.
- [10] Wilda, Khairiah, Muhammad Abdullah Nasution, And Ernie Shinta Y. Sitanggang. "Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Limbah B3 Las Karbit Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat* 2.1 (2022): 35-43.