

Pengaruh Limbah Karbit / *Calcium Carbit* Sebagai Bahan Substitusi Semen Pada Beton

Liberty Juniasy Somalinggi*¹, Frans Phengkarsa*², Lisa Febriani*³,

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email libertyjuniasy@gmail.com

*² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email fphengkarsa@hotmail.com

*³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email lisa@ukipaulus.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini memanfaatkan limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton yang bertujuan untuk mengetahui nilai optimum penambahan limbah karbit yang berfungsi sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton. Variasi limbah karbit sebesar 0%, 4%, 6%, dan 8%. Sampel yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 72 sampel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari, dan kekuatan tarik belah dan modulus elastisitas diuji pada umur 28 hari. Hasil pengujian bahan limbah karbit 0% menunjukkan kuat tekan 35,47 MPa, kuat tarik belah 2,59 MPa, dan modulus elastisitas 16957,76 MPa. Variasi 4% limbah karbit, kuat tekan 37,64 MPa, kuat tarik belah 2,66 MPa, dan modulus elastisitas 17180,87 MPa. Variasi 6% limbah karbit, kuat tekan 33,60 MPa, kuat tarik belah 2,50 MPa, dan modulus elastisitas 16635,53 MPa. Variasi 8% limbah karbit, kuat tekan 35,48 MPa, kuat tarik belah 2,50 MPa, dan modulus elastisitas 16429,19 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan 4% limbah karbit mendapatkan hasil uji paling optimum untuk semua pengujian.

Kata Kunci : Limbah Karbit, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, dan Modulus Elastisitas

ABSTRACT

This study utilizes carbide waste as a partial substitute for cement in the manufacture of beons which aims to determine the optimum value of adding carbide waste which functions as a partial cement substitute for compressive strength, split tensile strength, and modulus of elasticity of concrete. Variations of carbide waste are 0%, 4%, 6%, and 8%. The sample used was a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm as many as 72 samples. The compressive strength test was carried out at the age of 3 days, 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days, and the split tensile strength and modulus of elasticity were tested at the age of 28 days. The results showed that the concrete with 4% carbide waste obtained the optimum test results for all tests.

Keywords: Carbide Waste, Compressive Strength, Tensile Strength, and Modulus of Elasticity

PENDAHULUAN

Saat ini, ketika teknologi di berbagai bidang mengalami perubahan pesat, sektor industri juga berkembang pesat. Semakin banyak aktivitas industri yang terjadi maka limbah industri juga akan bertambah dan menimbulkan masalah. Apalagi di Indonesia, pengelolaan limbah kurang mendapat perhatian sehingga menimbulkan banyak pencemaran.

Salah satu upaya pencegahan yang dilakukan di zaman sekarang yaitu peneliti menginovasikan dan mengganti bahan dasar campuran beton. Oleh

karena itu, untuk meningkatkan kualitas beton itu sendiri dan meningkatkan nilai ekonomis dan ramah lingkungan dari material yang tidak terpakai seperti limbah karbit, inovasi beton saat ini sedang mengalami perkembangan yang cukup pesat yaitu *reuse* dan *reduce* material yang tidak terpakai atau penambahan bahan tambahan.

Limbah karbit merupakan sisa pembakaran karbit yang tidak digunakan atau dibuang begitu saja. Sampah karbit jenis ini mempunyai sifat fisik berupa serbuk, yaitu berwarna abu-abu pada kondisi lembab, berwarna putih pada kondisi kering, berbau menyengat, dan tidak larut. Limbah ini diperoleh dari

industri pengelasan di bengkel las karbit dan tidak digunakan secara efektif, sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan. Komposisi kimiawi limbah karbit adalah CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 . Dari senyawa yang ada limbah karbit atau kapur buangan industri *acetilin* digolongkan dalam jenis kapur padam yang banyak mengandung CaO , dimana CaO ini merupakan bahan dasar dalam pembuatan semen sebesar 60%-65% yang berasal dari batu kapur [1]. Dengan begitu, maka limbah karbit hasil pengelasan dapat digunakan sebagai semen pada campuran beton.

Limbah karbit merupakan produk gas asetilen. Gas ini digunakan di seluruh dunia untuk penerangan, pengelasan, pemotongan besi dan pematangan buah. Semen karbita dibuat melalui proses yang sangat sederhana. Kalsium karbita (CaC_2) dan air (H_2O) bereaksi menghasilkan gas asetilen (C_2H_2) kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [2]. Kalsium karbit produk sampingan dari menghasilkan gas asetilen, adalah padatan putih hitam atau abu-abu. Awalnya karena adanya gas dan air, limbah karbita dihasilkan dalam bentuk koloid (semi cair). Setelah 3-7 hari, gas yang terkandung menguap perlahan saat gas menguap, dan limbah karbit kapur mulai mengering dan menjadi potongan yang rapuh dan rapuh, dan dapat menjadi bubuk.

Limbah karbit atau kapur buangan industri acetilin digolongkan dalam jenis kapur padam yang banyak mengandung CaO , dimana CaO ini merupakan bahan dasar dalam pembuatan semen sebesar 60%-65% dan bahan dasar lainnya seperti silika, alumina, dan oksida besi [2].

Tabel 1. Kandungan limbah karbit

Komposisi Kimia	Kandungan %
SiO_2	4,3
Fe_2O_3	0,9
Al_2O_3	0,4
CaO	56,5
MgO	1,7
SO_3	0,06
LOI	36,1

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton. Pemanfaatan limbah karbit ini dapat mengurangi kerusakan lingkungan dan dapat mengurangi penggunaan semen portland pada campuran beton.

Penelitian yang meneliti masalah karbit antara lain Pengaruh Substitusi Limbah Karbit Terhadap Karakteristik Beton". Pada penelitian ini komposisi

perbandingan limbah karbit yang digunakan yaitu 5%, 10%, 15%, dan 20%, dengan mutu beton $f'c$ 25 Mpa. Penelitian ini menggunakan benda uji kubus (15x15x15 cm). Hasil penelitian ini diperoleh nilai kuat tekan optimum terjadi pada penambahan persentase limbah karbit 5% dan mengalami penurunan pada variasi persentase 10% - 20% [3].

Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Pengganti (Substitusi) Semen Pada Pembuatan Beton Ringan Seluler (*Cellular Lightweight Concrete*). Pada penelitian ini variasi persentase limbah karbit yang digunakan adalah 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% terhadap berat benda uji. Hasil penelitian dengan penambahan limbah las karbit menunjukkan bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 1% -2%. Dengan kuat tekan optimum pada variasi 2%, namun mengalami penurunan pada variasi 3% dan 4% [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui jumlah presentase pemakaian limbah karbit dan pengaruhnya sebagai pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton. (2) memperoleh komposisi campuran beton yang optimum dengan menggunakan limbah karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan modulus elastisitas beton.

METODE

Lokasi pengambilan limbah karbit berada di salah satu bengkel las mobil yang terletak di Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, dan tempat pengambilan agregat halus (pasir) dan agregat kasar berasal dari sungai Jeneberang, kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Material Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Paulus Indonesia Makassar. Jenis penelitian eksperimental di laboratorium ini adalah menguji karakteristik agregat dan limbah karbita, menguji kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan modulus elastisitas beton.

1. Karakteristik Agregat

Agregat adalah partikel mineral alami yang berperan sebagai pengisi dalam mortar atau campuran beton [5]. *Grading* agregat ini harus sedemikian rupa sehingga seluruh balok beton dapat bertindak sebagai benda padat, homogen dan padat, dengan agregat kecil bertindak sebagai celah antara agregat besar [6]. Ada dua jenis agregat:

Agregat Halus

Agregat halus bisa berupa pasir alam, pasir olahan atau kombinasi dua jenis pasir. Bentuk agregat halus mempengaruhi kualitas beton yang akan diproduksi, rongga terkecil pada agregat bulat berukuran 33% lebih kecil dibandingkan jenis rongga lainnya. [7]

Agregat halus yang digunakan dalam campuran harus terdiri dari partikel tajam dan keras yang tidak dapat dihancurkan atau dipecahkan oleh cuaca (seperti panas matahari dan hujan). Kandungan *sludge* yang terkandung dalam agregat halus tidak boleh melebihi 6%, jika kandungan *sludge* melebihi 6% maka harus dicuci. Berat jenis dan penyerapan

agregat, semakin tinggi nilai Berat jenis, semakin rendah laju serapannya. agregat halus adalah agregat dengan ukuran partikel maksimum 5,00 mm.

Kekasaran pasir dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu zona 1 (zona 1), zona 2 (zona 2), zona 3 (zona 3), zona 4 (zona 4), di antaranya zona 1 Pasir di bagian tengah lebih kasar, pasir di area 2 lebih tebal, pasir di area 3 pasir halus, dan pasir di area 4 pasir halus [8]

Tabel 2. Syarat gradasi agregat halus

Ukuran Saringan (mm)	Persen yang Lolos (%)			
	Zona 1 (kasar)	Zona 2 (agak kasar)	Zona 3 (Agak Halus)	Zona 4 (halus)
9,60	100	100	100	100
4,80	90-100	90-100	90-100	95-100
2,40	60-95	75-100	85-100	95-100
1,20	30-70	55-100	75-100	90-100
0,60	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Tabel 3. Spesifikasi karakteristik agregat halus

Karakteristik agregat halus	Interval batas	Pedoman
Kadar organik, warna	<No.3	SNI 2816-2014
Kadar air, %	3,0-5,0	SNI 03-1971-2011
Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
Berat volume gembur, kg/ltr	0,20-2,00	SNI 03-4804-1998
Penyerapan,%	0,20-2,00	SNI 1970-2008
Berat jenis (SSD)	1,6-3,2	SNI 1970-2008
Modulus kehalusan	2,20-3,10	SNI 03-1968-1990

Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa batu pecah, batu pecah, batu pecah, terak tanur sembur atau beton semen hidrolik pecah. Sesuai dengan SNI 03-2847-2002, bahwa agregat kasar merupakan agregat yang mempunyai ukuran butir antara 5,00 mm sampai 20 mm.

Tabel 4. Analisa Saringan Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%) Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95	100	-

19	35 -70	95-100	100
9,6	10 – 40	30-60	50-85
4,8	0 - 5	0-10	0-10

Tabel 5. Spesifikasi karakteristik agregat kasar.

Karakteristik Agregat Kasar	Interval Batas	Pedoman
Kadar air, %	0,5-2,0	SNI 03-1971-2011
Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
Berat volume gembur, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804-1998
Penyerapan,%	0,20-2,00	SNI 1969-2008
Berat jenis SSD	1,60-3,20	SNI 1969-2008

2. Kuat Tekan Beton (Berdasarkan SNI 1974-2011)

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan [9].

Perhitungan kuat tekan beton digunakan persamaan

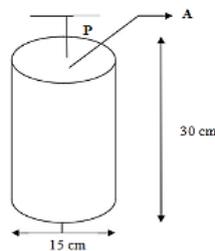
$$\frac{P}{A} \tag{1}$$

Keterangan :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

Mekanisme uji kuat tekan beton ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Uji kuat tekan

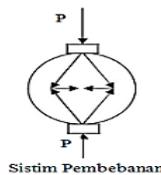
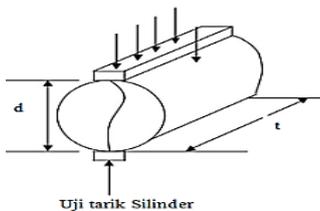
3. Kuat Tarik Belah Beton (Berdasarkan SNI 2491:2014)

Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tarik belah silinder beton yang dipadatkan pada sisi panjangnya. Kuat tarik beton rendah, dan kuat tekan beton tidak sebanding dengan kuat tarik belah [10]. Tegangan tarik yang dihasilkan saat benda uji tarik belah disebut kekuatan silinder belah yang dihitung dengan rumus (2) melalui mekanisme pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 2.

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \quad (2)$$

Dimana :

- T = Kekuatan tarik belah (N/mm, MPa)
- P = Kapasitas beban (N)
- L = Panjang sampel (mm)
- D = Diameter sampel (mm)



Gambar 2. Uji tarik belah

4. Modulus Elastisitas Beton

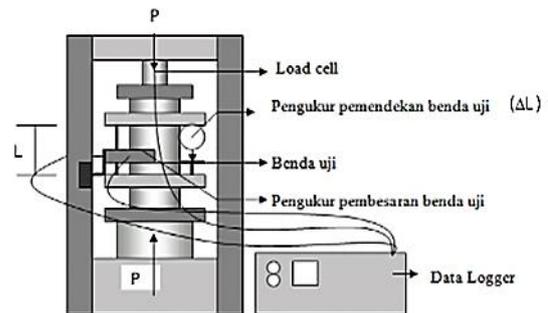
Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan atau ketahanan terhadap deformasi suatu bahan. Modulus elastisitas ditentukan oleh perubahan tegangan relatif terhadap regangan dalam batas elastis.

Standar untuk pengujian modulus elastisitas mengacu pada ASTM C 469-02 "Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression". Rumus untuk menghitung modulus elastisitas adalah:

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005} \quad (3)$$

Dengan:

- E = Modulus elastisitas beton (MPa)
- S₂ = Besar tegangan saat 40% beban batas (MPa)
- S₁ = Besar tegangan saat regangan 0,00005 (MPa)
- ε₂ = Regangan saat 40% beban batas 60



Gambar 3. Pengujian modulus elastisitas beton

5. Pembuatan Benda Uji

Tabel 6. Komposisi kebutuhan bahan campuran beton Untuk 1 m³

Limbah Karbit	Berat (kg)				
	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar	Limbah Karbit
0%	357,41	193	576,58	1192,17	0
4%	343,11	193	576,58	1192,17	14,30
6%	335,96	193	576,58	1192,17	21,44
8%	328,81	193	576,58	1192,17	28,60

HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat Halus

1. Karakteristik Agregat

Tabel 6. Hasil pengujian agregat halus

Karakteristik	Hasil	Interval SNI
Kadar Air	4,058 %	3,00 % - 5,00 %
Kadar Organik	No.1	< No.3
Kadar Lumpur	1,1 %	0,20 % - 6,00 %
Berat Jenis SSD	2,538	1,60 – 3,20
Absorpsi (Penyerapan)	1,317 %	0,20 % - 2,00 %
Berat Volume Padat	1645 kg/m ³	1400-1900 kg/ m ³
Berat Volume Gembur	1573,33 kg/m ³	1400-1900 kg/ m ³
Modulus Kehalusan	2,600	2,20 – 3,10

Agregat Kasar

Tabel 7. Hasil pengujian agregat kasar

Karakteristik	Hasil	Interval SNI
Kadar lumpur	0,520 %	0,2 – 1 %
Kadar air	0,642 %	0,5 - 2,0 %
Berat volume padat	1727,77 8 kg/ltr	1400 - 1900 kg/ltr
Berat volume gembur	1611,11 1 kg/ltr	1400-1900 kg/ltr
Penyerapan	1,504 %	0,20-2,00 %
Berat jenis (SSD)	2,639	1,6 – 3,2

Bahan Pengikat

Tabel 8. Hasil pemeriksaan karakteristik bahan pengikat

Karakteristik	Hasil	Interval SNI
Berat Jenis Semen	3,15	3,00 – 3,20
Berat Jenis Limbah Karbit	3,00	3,00 – 3,20

2. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan Beton

Prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan (SNI 1974-2011). Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Pengujian kuat tekan dirancang untuk mengetahui kekuatan beton saat dikenai beban tekan dalam satuan KN. Berikut hasil perhitungan kuat tekan beton berdasarkan perubahan 0%, 4%, 6% dan 8% dari jumlah limbah karbit.

Tabel 9. hasil pengujian kuat tekan beton limbah karbit 0%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimim (KN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Katual Rata-Rata (MPa)	F'cr
LK 0%	3	230	13.02	12.07	13.65
		220	12.45		
		190	10.75		
	7	330	18.67	18.11	18.87
		320	18.11		
		310	17.54		
	14	480	27.16	26.41	27.57
		470	26.6		
		450	25.46		
	21	530	29.99	29.61	30.05
		520	29.43		
		520	29.43		
28	600	33.95	33.95	35.47	
	580	32.82			
		620	35.08		

Tabel 10. Hasil pengujian kuat tekan beton limbah karbit 4%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimim (KN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Katual Rata-Rata (MPa)	F'cr
LK 4%	3	250	14.15	14.43	14.81
		260	14.71		
		255	14.43		
	7	325	18.39	18.49	18.7
		330	18.67		
		325	18.39		
	14	480	27.16	26.5	27.29
		460	26.03		
		465	26.31		
	21	510	28.86	29.8	30.96
		530	29.99		
		540	30.56		
	28	655	37.07	35.56	37.64
		630	35.65		
		600	33.95		

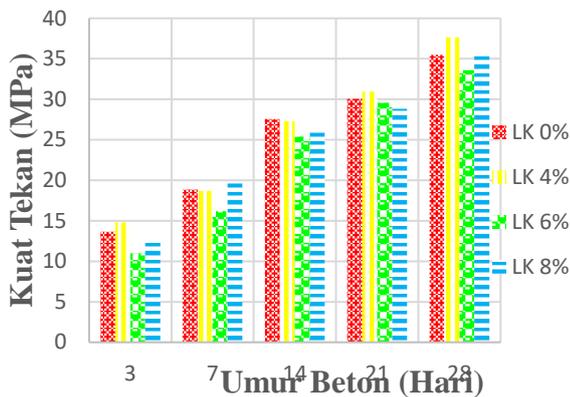
Tabel 11. Hasil pengujian kuat tekan beton limbah karbit 6%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimim (KN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Katual Rata-Rata (MPa)	F'cr
LK 6%	3	180	10.19	10.56	11
		190	10.75		
		190	10.75		
	7	280	15.84	15.94	16.16
		280	15.84		
		285	16.13		
	14	355	20.09	22.54	25.39
		420	23.77		
		420	23.77		
	21	440	24.9	26.5	29.59
		450	25.46		
		515	29.14		
	28	530	29.99	28.86	33.6
		440	24.9		
		560	31.69		

Tabel 12. Hasil pengujian kuat tekan beton limbah karbit 8%

Variasi	Umur (Hari)	Beban Maksimim (KN)	Kuat Tekan Beton Aktual (MPa)	Kuat Tekan Beton Katual Rata-Rata (MPa)	F'cr
LK 8%	3	215	12.17	10.85	12.56
		190	10.75		
		170	9.62		
	7	240	13.58	15.94	19.62
		270	15.28		
		335	18.96		
	14	390	22.07	22.45	25.89
		355	20.09		
		445	25.18		

21	415	23.48	24.99	28.83
	410	23.2		
	500	28.29		
28	585	33.1	29.33	35.48
	440	24.9		
	530	29.99		



Gambar 4. Hasil pengujian kuat tekan beton terhadap umur beton

Berdasarkan gambar 11, Menunjukkan bahwa kuat tekan beton dari beberapa variasi limbah karbit semakin meningkat seiring bertambahnya umur beton.

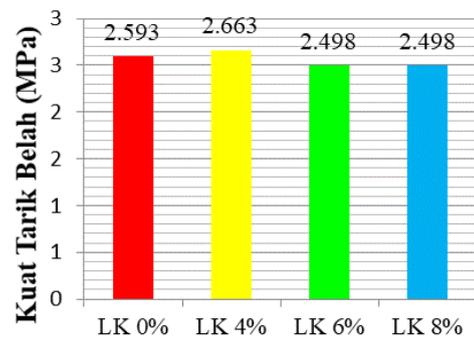
3. Hasil Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton bertujuan untuk mengetahui gaya tarik maksimum yang diberikan pada beton dalam satuan KN. Setelah mencapai umur perlakuan yang direncanakan yaitu 28 hari, masing-masing sampel dibagi sesuai dengan perubahan substitusi limbah garam kalium yang digunakan, kemudian dilakukan uji tarik belah di laboratorium.

Tabel 13. Hasil pengujian kuat tarik belah beton

Variasi Limbah Karbit	Kuat Tarik Belah Aktual (KN)	Kuat Tarik Belah Aktual Rata-rata (MPa)	Kuat Tarik Belah Aktual Rata-rata (MPa)
0%	195	2,76	2,59
	170	2,41	
	185	2,62	
4%	180	2,55	2,66
	185	2,62	
	200	2,83	

6%	185	2,62	2,50
	165	2,33	
	180	2,55	
8%	175	2,48	2,50
	170	2,40	
	185	2,62	



Variasi Limbah Karbit (%)

Gambar 5. Hubungan variasi limbah karbit terhadap kuat tarik belah beton pada umur 28 Hari

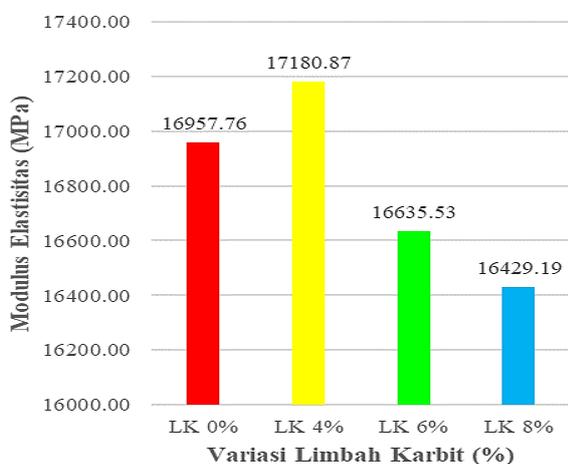
Berdasarkan gambar 5, dapat disimpulkan bahwa kuat tarik belah terbesar pada substitusi limbah karbit 4% yaitu 2,66 MPa dimana hasil tersebut melebihi hasil kuat tarik belah pada persentase limbah karbit 0% yaitu 2,59 MPa dengan kenaikan 2,70%. Namun dapat dilihat disini bahwa semakin banyak limbah karbit akan menurunkan nilai kuat tarik.

4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Prosedur pengujian dilaksanakan berdasarkan (SNI 03-4196-1996) ASTM C469. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya beban yang dapat dipikul tanpa merusak beton itu sendiri (masih dalam keadaan plastis). Pengujian modulus elastisitas beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Berikut merupakan hasil perhitungan modulus elastisitas beton dari variasi substitusi limbah karbit 0%, 4%, 6% dan 8%.

Tabel 14 Hasil perhitungan modulus elastisitas beton

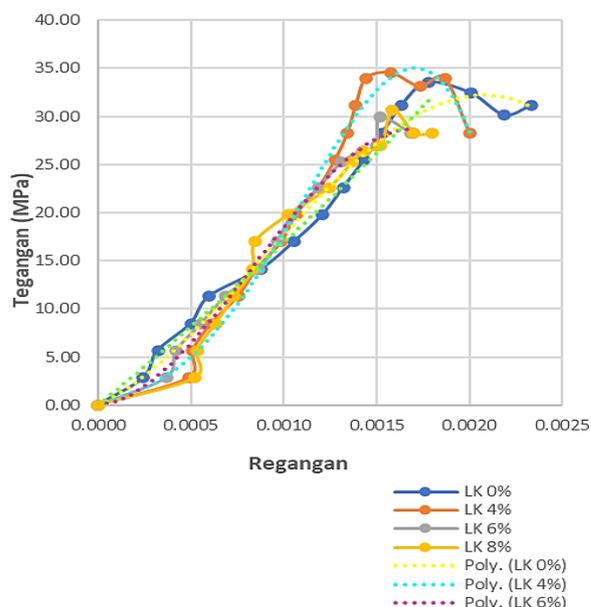
Variasi	Kode Benda Uji	Modulus Elastis (MPa)	Rata-Rata Modulus Elastis (MPa)	Modulus Elastis Teoritis ($4700\sqrt{f_c}$)	Rata-Rata Modulus Elastis Teoritis ($4700\sqrt{f_c}$)
LK 0%	SPKT A1	18042,45	16957,76	27386.55	27384.01
	SPKT A2	16978,43		26926.24	
	SPKT A3	15852,39		27839.25	
LK 4%	SPKT B1	17175,78	17180,87	28614.25	28021.22
	SPKT B2	16945,50		28062.86	
	SPKT B3	17421,33		27386.55	
LK 6%	SPKT C1	17405,77	16635,53	25739.47	25216.61
	SPKT C2	16191,11		23452.44	
	SPKT C3	16309,70		26457.92	
LK 8%	SPKT D1	18345,57	16429,19	27042.05	25411,32
	SPKT D2	12856,45		23452.44	
	SPKT D3	18085,54		25739,47	



Gambar 6. Hubungan variasi limbah karbit terhadap modulus elastisitas beton

Berdasarkan gambar 6, dapat disimpulkan bahwa modulus elastisitas terbesar pada substitusi limbah karbit 4% yaitu 17180,87 MPa dimana hasil tersebut melebihi hasil kuat tarik belah pada persentasi limbah karbit 0% yaitu 15957,76 MPa. Namun dapat dilihat bahwa semakin banyak limbah karbit yang ditambahkan maka semakin rendah modulus elastisitasnya.

Berdasarkan gambar 7, hubungan tegangan dan regangan pada variasi 0% terjadi tegangan maksimum sebesar 33,58 MPa dengan nilai regangan 0.0018, pada variasi 4% terjadi tegangan maksimum sebesar 34,52 MPa dengan nilai regangan 0.0016, pada variasi 6% terjadi tegangan maksimum sebesar 29,99 MPa dengan nilai regangan 0.0015, dan pada variasi 8% terjadi tegangan maksimum sebesar 30,70 MPa dengan nilai regangan 0.0016.



Gambar 7. Hubungan antara tegangan dan regangan

KESIMPULAN

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 kuat tarik belah beton optimum pada variasi 4% yakni sebesar 2,663 MPa, dan nilai modulus elastisitas optimum pada variasi 4% yakni sebesar 17180,87 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa limbah karbit dapat mempengaruhi kekuatan beton baik itu pada uji kuat tekan, tarik belah, dan modulus elastisitas.

Komposisi campuran beton dengan menggunakan limbah karbit sebagai bahan substitusi semen diperoleh nilai perbandingan semen, pasir, dan kerikil sebesar 1 : 1,61 : 3,34, dengan berat limbah karbit 14,30 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. R. Dewi, D. Dermawan, dan M. L. Ashari, "Studi Pemanfaatan Limbah B3 Karbit Dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (BSP) (Studi Kasus : Pt. Varia Usaha Beton)," *J. PRESIPITASI*, vol. 13, no. 1, hlm. 34–43, 2016.
- [2] L. F. Aprida, D. Dermawan, dan R. Bayuaji, "Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen," Surabaya, hlm. 13–16.
- [3] H. Taufik, Z. Djauhari, M. Sebayang, dan M. Muhandis, "Pengaruh Substitusi Limbah Karbit Terhadap Karakteristik Beton," *J. Sainstek STT*, vol. 5, no. 1, hlm. 38–43.
- [4] F. A. Ultann dan Y. Risdianto, "Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Bahan Pengganti (Substitusi) Semen Pada Pembuatan Beton Ringan Seluler (Cellular Lightweight Concrete)," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, hlm. 1–7, 2020.
- [5] K. Tjokrodimuljo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM, 2007.
- [6] K. S. Suwindu, H. Parung, dan D. Sandy, "Karakteristik Beton Mutu Tinggi dengan Substitusi Slag Baja dan Slag Nikel Sebagai Agregat Kasar," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, hlm. 8–15, 2020.
- [7] T. Mulyono, *Teknologi Beton: Dari Teori Ke Praktek*, 1 ed. Jakarta: Lembaga Pengembangan Pendidikan - UNJ, 2015.
- [8] I. BSN, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal SNI 03-2834-2000." Badan Standarisasi Nasional, 2000.
- [9] A. C. Posedung, F. Phengkarsa, dan D. Sandy, "Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kekuatan Beton," *Paulus Civ. Eng. J.*, vol. 2, no. 3, hlm. 187–195, 2020.
- [10] Y. E. Prasetyo dan S. Widodo, "Pengaruh Cara Perawatan Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur," *INERSIA*, vol. XI, no. 1, hlm. 46–52, 2015.