

PENGARUH PENGANTIAN SEBAGIAN SEMEN DENGAN LIMBAH B3 LAS KARBIT TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON

Khairiah Wilda¹, Muhammad Abdullah Nasution², Ernie Shinta Y Sitanggang³

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Medan

Email: khairiahwilda@students.polmed.ac.id

Abstrak. Kebutuhan manusia dalam konstruksi di Indonesia yang semakin meningkat menyebabkan semakin banyak bahan konstruksi yang dibutuhkan. Salah satunya adalah beton, komposisi utama penyusun beton yaitu agregat kasar, agregat halus, air dan semen portland. Pembuatan semen berpengaruh terhadap ketersediaan SDA, bahkan produksinya dapat mencemarkan lingkungan. Maka upaya yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu memanfaatkan limbah las karbit yang belum dimanfaatkan secara optimal dan digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen. Dimana komposisi senyawa CaO limbah karbit sebesar 95,37%. 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%. Dari hasil penelitian, kuat tekan yang diperoleh untuk variasi penggunaan limbah karbit masing-masing sebesar 33,08 MPa, 28,09 MPa, 32,16 MPa, 30,37 MPa dan 21,90 MPa dimana variasi 0% hingga 6% yang memenuhi kekuatan rencana dan kadar persentase yang efektif terdapat pada variasi 4% limbah karbit. Pengujian kuat lentur yang diperoleh masing-masing variasi sebesar 3,73 MPa, 3,33 MPa, 3,67 MPa, 3,13 MPa dan 2,80 MPa, dari hasil pengujian kuat lentur yang menggunakan limbah karbit ini masih belum efektif dan belum optimum.

Kata kunci: Beton, Semen, Limbah Karbit, Kuat Tekan, Kuat Lentur

Diterima Redaksi: 07-10-2021 | Selesai Revisi: 14-11-2022 | Diterbitkan Online: 31-05-2022

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya kebutuhan manusia dalam pembangunan konstruksi di Indonesia salah satunya adalah perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), maka hal ini menyebabkan semakin banyak pula bahan konstruksi yang dibutuhkan. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pembangunan adalah beton. Hal ini menyebabkan beberapa orang mulai mengembangkan penemuan dengan mencari bahan pengganti material tersebut menggunakan material yang tidak terpakai atau limbah, terutama material yang tidak terpakai atau limbah yang terbuang secara percuma dan tidak dimanfaatkan secara baik.

Adapun komposisi utama penyusun beton yaitu agregat kasar, agregat halus, air dan semen portland sebagai material perekat. Pembuatan semen menggunakan bahan baku yang berasal dari alam, sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan Sumber Daya Alam yang semakin lama akan semakin menipis (Aswad & Ferdyan, 2013). Pencemaran lingkungan juga dihasilkan dari produksi semen, melalui cerobong-cerobong pabrik semen yang akan menjadi tempat keluarnya asap dan debu. Hal ini akan menimbulkan berbagai penyakit yang berhubungan dengan sistem pernapasan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar pabrik semen. Berdasarkan dari proses pembuatan semen portland, produksi satu ton gas karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer (Hardjito, dkk, 2008). Maka

dari itu diperlukan bahan yang dapat meminimalkan dampak negatif tersebut.

Limbah karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai. Selama ini pemanfaatan limbah karbit belum optimal. Limbah karbit ini hanya dimanfaatkan sebagai tanah timbun pada area di sekitar pabrik. Apabila keadaan ini dibiarkan terus menerus, maka semakin lama pabrik akan kekurangan lahan untuk penimbunan limbah sehingga dimungkinkan terjadinya pencemaran lingkungan. Dengan demikian diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu alternatif mengatasi jumlah limbah tersebut dengan memanfaatkannya sebagai bahan pengganti untuk sebagian semen pada campuran beton.

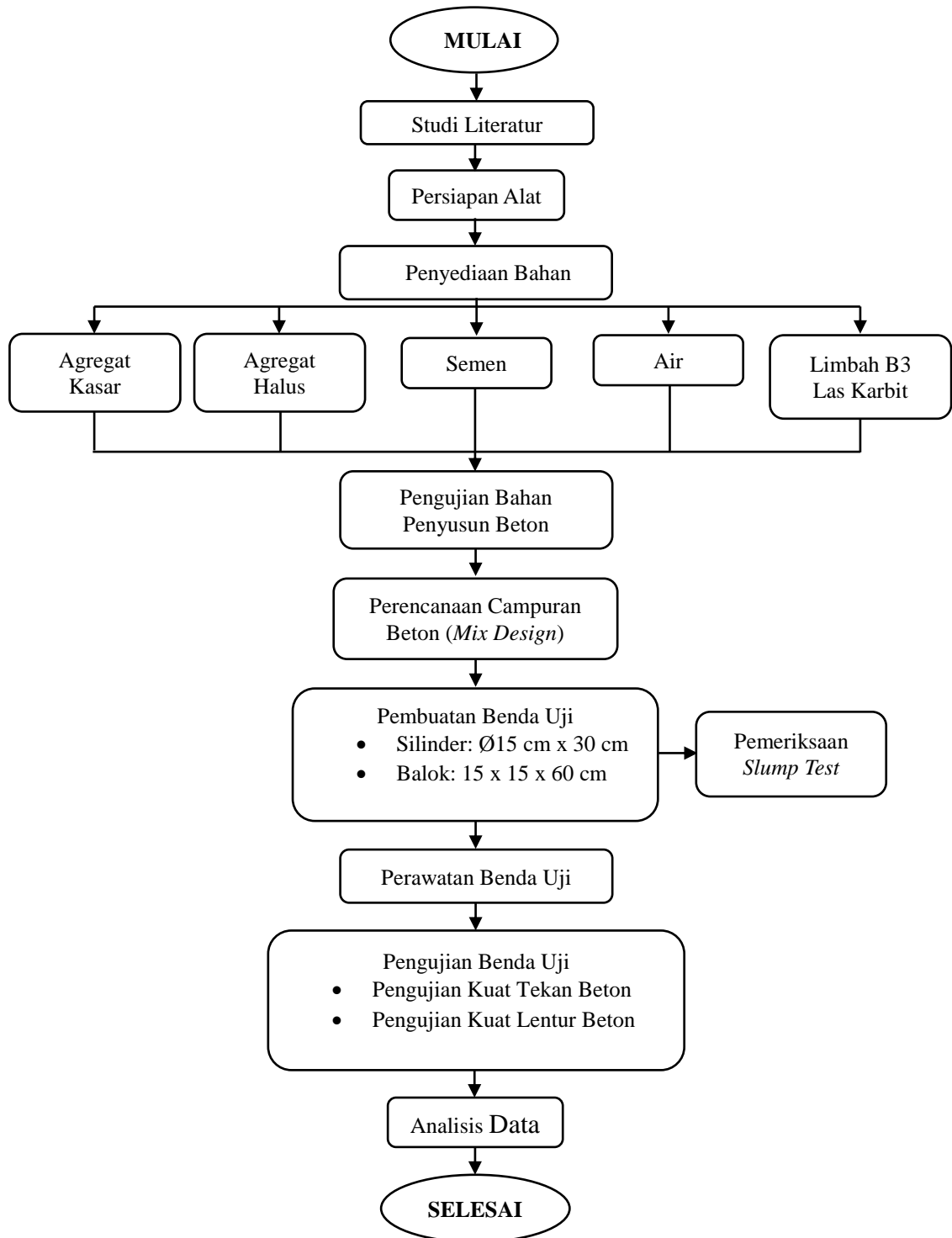
Penelitian mengenai bahan pengganti sebagian semen pada campuran beton telah banyak dilakukan sebelumnya sebagai upaya untuk mengurangi penggunaan semen. Campuran bahan yang digunakan pun bermacam-macam dari berbagai limbah yang tidak dimanfaatkan dengan optimal. Pada Jurnal Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah oleh Lita Finnyisia Aprida, Denny Dermawan dan Ridho Bayuaji (2018) dengan judul penelitian "Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen". Berdasarkan pengujian ini, kandungan CaO Limbah Karbit sebesar 95,37% dan Limbah karbit memiliki potensi digunakan sebagai bahan alternatif pengganti semen.

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 ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggantian sebagian semen dengan menggunakan limbah las karbit terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton dan kadar persentase yang efektif dengan mutu $f'c$ 25 MPa sehingga akan didapatkan manfaatnya dalam penggunaan limbah karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk mendapatkan tujuan yang ditetapkan, serta agar pekerjaan dalam penelitian ini dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen pada pembuatan beton dengan persentase 0%, 2%, 4%, 6%, 10% dari berat semen, dimana jumlah benda uji tiap variasi persentasi sebanyak 5 sampel untuk uji kuat tekan sehingga jumlah benda uji untuk kuat tekan beton sebanyak 25 sampel dan untuk uji kuat lentur sebanyak 2 sampel tiap persentase sehingga jumlah benda uji kuat lentur sebanyak 10 sampel, maka total sampel sebanyak 35 sampel. Metode penelitian ini meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan uji laboratorium, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian benda uji dan analisis terhadap hasil pengujian. Limbah Karbit yang digunakan berasal dari industri bengkel las karbit di Jalan Sei Serayu, Kecamatan Medan Baru, Sumatera Utara.

Alur penelitian ini disajikan pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Bahan-Bahan Penelitian

Sebelum dilakukan perencanaan campuran beton maka dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan – bahan yang akan diuji yaitu agregat halus, agregat kasar, semen dan limbah b3 las karbit. Hasil pengujian bahan-bahan tersebut disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1: Hasil Uji Agregat Halus.

No	Pengujian	Hasil	Interval Batas	Pedoman
1	Analisa Saringan	Zona 2, MKB = 2,60	MKB 1,5 – 3,8	SNI 03 – 1750 - 1990
2	Berat Jenis dan Penyerapan	BJ SSD = 2,60 gram/cm ³ Penyerapan = 1,8%	BJ SSD 2,5 – 2, 7 Penyerapan maks 2%	ASTM C 128
3	Kadar Air	3,37%	3 - 5	ASTM C 566
4	Kadar Lumpur	2,62%	Maks 5%	ASTM C 117
5	Kadar Organik	Warna No. 2	< No. 3	ASTM C 40

Berdasarkan hasil pengujian agregat halus yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi persyaratan.

Tabel 2: Hasil Uji Agregat Kasar.

No	Pengujian	Hasil	Interval Batas	Pedoman
1	Analisa Saringan	MKB = 7,18	5,5 – 8,5	ASTM C 104
2	Berat Jenis dan Penyerapan	BJ SSD = 2,64 gram/cm ³ Penyerapan = 0,83%	BJ SSD 1,6 – 3,2 Penyerapan 0,2 – 4,0	ASTM C 127
3	Kadar Air	0,72%	0,5 – 2,0	ASTM C 566
4	Kadar Lumpur	0,51%	Maks 1%	ASTM C 117

Berdasarkan hasil pengujian agregat kasar yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini sudah memenuhi persyaratan.

Pada semen dan limbah las karbit yang diuji adalah berat jenis nya. Didapatkan hasil dari pengujian berat jenis semen untuk berat semen 64 gram sebesar 3,13 dan untuk berat semen 15 gram sebesar 3,125. sehingga diperoleh berat jenis rata – rata semen sebesar 3,13. Sedangkan hasil berat jenis limbah b3 las karbit untuk berat 12 gram sebesar 2,22 dan untuk berat 10 gram sebesar 2,27, sehingga diperoleh berat jenis rata – rata limbah b3 las karbit sebesar 2,24.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

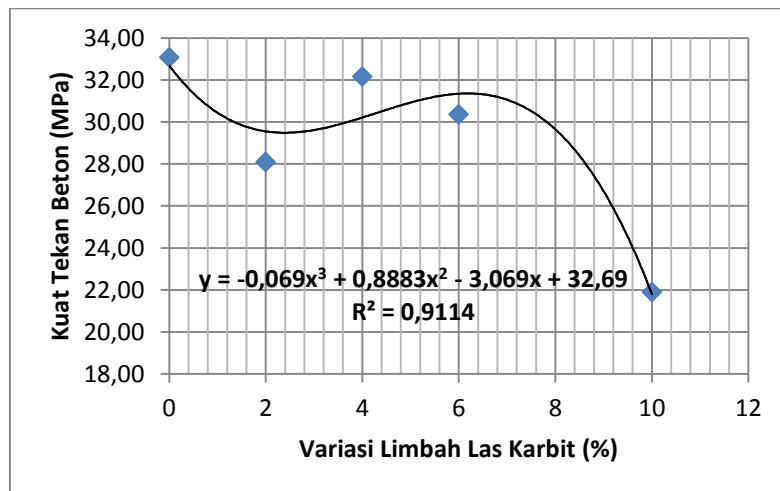
Pengujian kuat tekan beton menggunakan mesin *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum pada 25 benda uji silinder pada saat beton berumur 28 hari dimana setiap variasi limbah b3 las karbit terdiri dari 5 sampel. Tabel 3 menunjukkan kuat tekan beton tertinggi dengan variasi penggunaan limbah las karbit terdapat pada variasi 4% yaitu 32,16 MPa dan jika dibandingkan dengan beton normal maka penurunan kekuatan beton sebesar 2,77%. Maka penambahan setiap variasi limbah b3 las karbit akan mempengaruhi kekuatan beton dan mengalami penurunan kekuatan beton. Pada variasi limbah las karbit 2% nilai kuat tekan beton yaitu 28,09 MPa dan kekuatan beton mengalami penurunan sebesar 15,09%, kemudian pada variasi limbah las karbit 6% nilai kuat tekan beton yaitu 30,37 MPa dan

kekuatan beton mengalami penurunan sebesar 8,21%. Penurunan terbesar jika dibandingkan dengan nilai kuat tekan beton normal terdapat pada variasi limbah las karbit 10% yaitu dengan kuat tekan sebesar 21,90 MPa dan penurusan kekuatan sebesar 33,80%. Variasi 4% merupakan persentase variasi penggantian sebagian semen dengan limbah las karbit yang paling maksimal dan efektif yaitu membuat kuat tekan pada beton mendekati kekuatan normal yaitu dengan kuat tekan sebesar 32,16 MPa.

Tabel 3: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.

Variasi Limbah B3 Las Karbit	Nilai Kuat Tekan Beton [MPa]
0%	33,08
2%	28,09
4%	32,16
6%	30,37
10%	21,90

Dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* maka dapat diketahui hubungan kuat tekan beton terhadap penggunaan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen melalui regresi data pengujian kuat tekan beton berdasarkan hasil data yang didapat 9 (Gambar 2).



Gambar 2: Grafik Regresi Nilai Kuat Tekan.

Dengan menggunakan metode regresi polynomial orde 3 maka dapat dilihat pada Gambar 2 diperoleh nilai R^2 mendekati 1 yaitu sebesar 0,9114, apabila nilai R^2 mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa adanya hubungan antara kedua variable yang dianalisis.

$$f'c = -0,069x^3 + 0,8883x^2 - 3,069x + 32,69 \quad (1)$$

dengan,

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (MPa)

x = Kadar Pengganti Semen dengan Limbah Las Karbit

Dengan melakukan penurunan cara matematika dari persamaan diatas maka didapat nilai $x=4,3$, dan dari nilai x tersebut maka dapat dihitung nilai kuat tekan beton dengan substitusi nilai x kedalam persamaan diatas seperti:

$$\begin{aligned} f'c &= -0,069(4,3)^3 + 0,8883(4,3)^2 - 3,069(4,3) + 32,69 \\ &= 30,44 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus dari regresi maka didapat kadar optimum limbah las karbit (x) sebesar 4,3% yang menghasilkan nilai kuat tekan beton sebesar 30,44 MPa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

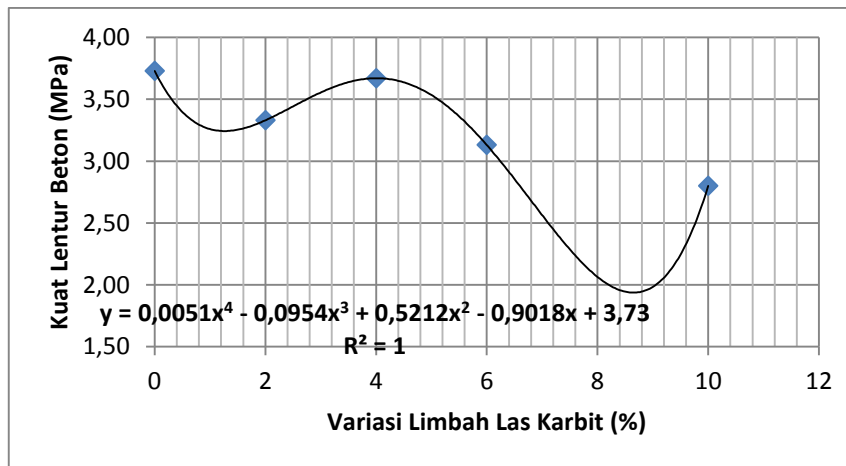
Tabel 4: Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Variasi Limbah B3 Las Karbit	Nilai Kuat Lentur Beton [MPa]
0%	3,73
2%	3,33
4%	3,67
6%	3,13
10%	2,80

Pengujian kuat lentur beton dilakukan terhadap 10 benda uji balok pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji kuat lentur untuk mendapatkan beban maksimum, dimana setiap variasi limbah b3 las karbit terdiri dari 2 sampel. Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa nilai kuat lentur beton normal sebesar 3,73 MPa, dan nilai kuat lentur tertinggi dengan variasi limbah las karbit terdapat pada beton dengan variasi 4% yaitu sebesar 3,67 MPa. Hasil pengujian kuat lentur beton dengan variasi limbah las karbit mengalami penurunan jika dibandingkan dengan beton normal, dimana pada variasi 2% limbah las karbit sebesar 10,71%, variasi 4% limbah las karbit sebesar 1,79%, variasi 6% limbah las karbit sebesar 16,07% dan penurunan terbesar terjadi pada variasi 10% limbah las karbit yaitu sebesar 25%.

Pada penelitian ini, hasil pengujian kuat lentur yang didapatkan dengan penambahan variasi limbah las karbit menghasilkan nilai kuat lentur yang mengalami penurunan kekuatan dari kekuatan beton normal, Jika dibandingkan dengan beton normal penggunaan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen tidak disarankan untuk terlalu banyak digunakan, karena penambahan limbah las karbit yang lebih banyak hanya akan menghasilkan nilai kuat lentur yang semakin rendah. Sehingga untuk penelitian kuat lentur dengan penggantian sebagian semen menggunakan limbah las karbit belum efektif atau optimum.

Dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* maka dapat diketahui hubungan kuat lentur beton terhadap penggunaan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen melalui regresi data pengujian kuat lentur beton berdasarkan hasil data yang didapat.



Gambar 4: Grafik Regresi Nilai Kuat Lentur.

Dengan menggunakan metode regresi polynomial orde 4 maka dapat dilihat pada Gambar 4 diperoleh nilai R^2 yaitu sebesar 1, apabila nilai R^2 mendekati atau sama dengan 1 maka dapat dikatakan bahwa adanya hubungan antara kedua variable yang dianalisis.

$$f'c = 0,0051x^4 - 0,0954x^3 - 0,5212x^2 - 0,9018x + 3,73 \quad (2)$$

dengan,

$f'c$ = Kuat Lentur Beton (MPa)

x = Kadar Pengganti Semen dengan Limbah Las Karbit

dengan melakukan penurunan cara matematika dari persamaan diatas maka didapat nilai $x = 4,7$, dan dari nilai x tersebut maka dapat dihitung nilai kuat lentur beton dengan substitusi nilai x kedalam persamaan diatas seperti:

$$\begin{aligned} f'c &= 0,0051(4,7)^4 - 0,0954(4,7)^3 + 0,5212(4,7)^2 - 0,9018(4,7) + 3,73 \\ &= 3,59 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus dari regresi maka didapat kadar optimum limbah las karbit (x) sebesar 4,7% yang menghasilkan nilai kuat lentur beton sebesar 3,59 MPa.

4. SIMPULAN

Dari hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa limbah las karbit dengan variasi hingga 6% dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen karena masih memenuhi $f'c$ rencana yaitu 25 MPa, dimana hasil kuat tekan yang didapatkan untuk beton normal sebesar 33,08 MPa, variasi 2% limbah las karbit sebesar 28,09 MPa, variasi 4% limbah las karbit sebesar 32,16 MPa dan variasi 6% limbah las karbit sebesar 30,37 MPa, dan didapatkan kadar persentase yang efektif pada penggunaan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen yaitu pada variasi 4%. Sedangkan pada pengujian kuat lentur beton dengan menggunakan limbah las karbit sebagai bahan pengganti sebagian semen pada semua variasi yang digunakan dalam penelitian ini mengalami penurunan kekuatan dari kekuatan beton normal,

dimana hasil uji kuat lentur yang didapat pada beton normal yaitu 3,73 MPa, dan dari semua variasi yang hasilnya mendekati beton normal yaitu variasi 4% limbah las karbit sebesar 3,67 MPa. Sehingga untuk penelitian kuat lentur beton dengan penggantian sebagian semen menggunakan limbah las karbit belum efektif atau belum optimum.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aninda D., Achir P., Fajar M., Ratna D., Triwardaya. 2019. *Kajian Eksperimental Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Limbah Las Karbit Pada Mortar*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang, Semarang.
- Aprida L. F., Dermawan D., Bayuaji Ridho. *Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen*. Jurnal Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah Volume 1 Nomor 3. September 2018. ISSN: 2623-1727.
- Kusumadi. 2014. *Pengujian Bahan 1*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Mahendra Pandu, Risdianto Yogie. 2019. *Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Mulyono, T. 2006. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Munthe Sonia. 2019. *Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Terhadap Kuat Tarik Belah dengan FAS 0,3 dan 0,5*. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Medan Area.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000). 2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 1947-2011). 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 4431-2011). 2011. *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 1972:2008). 2008. *Cara Uji Slump Beton*. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 2847:2013). 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.
- Perdana N. S., Ashari M. L., Bayuaji Ridho. *Identifikasi Komposisi Limbah Karbit dan Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Uji Waktu Ikat Semen (Uji Setting Time)*. Jurnal Program Studi D4 Teknik Pengolahan Limbah Volume 1 Nomor 2. September 2018. ISSN: 2623-1727.
- Putra Agung. 2015. *Karakteristik Beton Ringan dengan Bahan Pengisi Styrofoam*. Tugas Akhir, Fakultas

Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.

Widayanto, Mizanuddin Sitompul. (2021). Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Bahan Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air Mortar. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 50–55.