

## ANALISA KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH LAS KARBIT SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN

Aswir Makmur<sup>1</sup>, Sahrul Harahap<sup>2</sup>, Fithriyah Patriotika<sup>3</sup>  
email: aswirmakmur37@gmail.com

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan  
<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Graha Nusantara Padangsidimpuan

### Abstrak

Analisis kuat tekan beton menggunakan limbah las karbit pengganti sebagian semen, diteliti menggunakan metode penelitian eksperimen dan teknik analisis kuantitatif presentasi kuat tekan beton. Hasil penelitian diketahui bahwa limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton mutu tinggi dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan kuat tekan maksimum pada variasi 10%, dikarenakan sifat fisik limbah karbit yang halus dan mengandung silika yang dapat menutup pori-pori beton. Nilai kuat tekan beton dengan variasi penambahan limbah karbit sebagai substitusi semen meningkat hanya sampai 10% sedangkan variasi 15% kuat tekan menurun akan tetapi masih di atas nilai kuat tekan beton normal. Untuk variasi 20% sudah lebih rendah dari beton normal. Variasi limbah karbit sangat mempengaruhi mutu beton yang dimiliki. Hasil dari uji kuat tekan rata-rata beton setelah dilakukan uji tekan pada variasi limbah karbit 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan umur 28 hari adalah 28,177 MPa, 26,56 MPa, 28,22 MPa, 25,453 MPa, dan 21,027 MPa. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi pada beton umur 28 hari adalah pada variasi limbah karbit 10 % dengan 28,22 MPa dan kuat tekan rata-rata paling rendah pada variasi limbah karbit 20% dengan 21,027 MPa.

**Kata kunci:** Perencanaan, ruang parkir, Fasilitas parkir, karakteristik parkir

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari beberapa bahan. Terdapat empat bahan penyusun beton antara lain semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Bahan tersebut dicampur menjadi satu serta dapat diberi bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu apabila diperlukan. Air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi. Beton merupakan bagian struktural yang digunakan sebagai konstruksi pada pembangunan gedung, jembatan, bendungan, dan sebagainya.

Limbah Las Karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai. Limbah karbit merupakan bahan buangan dari karbit yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia silika ( $\text{SiO}_2$ ) (Nugroho, 2013).

Limbah Las Karbit menyebabkan masalah lingkungan yang sangat berbahaya pada

kerusakan tanah dan udara. Salah satu Solusi untuk mengatasi dampak lingkungan dari limbah las karbit adalah dengan cara mengolah limbah las karbit menjadi bahan pengganti sebagian semen yang akan membawa pengurangan substansi dalam jumlah karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) di pancarkan setiap tahun di atmosfer.

Menurut Undang - Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah B3 adalah zat, energi atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan, merusak lingkungan yang dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya.

Limbah las karbit atau kapur buangan industri acetilin yang banyak mengandung  $\text{CaO}$ , dimana  $\text{CaO}$  ini merupakan bahan dasar dalam pembuatan semen sebesar 60%-65% dan bahan dasar lainnya seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina

( $Al_2O_3$ ), dan oksida besi ( $Fe_2O_3$ ) (Dermawan, 2016).

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.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Beton Secara Umum

Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang terdiri dari beberapa campuran material. Material ini adalah semen, pasir, kerikil, air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200 - 2500  $kg/m^3$  menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah tidak menggunakan bahan tambahan (Pujiyanto, 2018).

Dalam bidang bangunan yang dimaksud dengan beton adalah campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir, kerikil, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen, yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton juga dapat didefinisikan sebagai bahan bangunan dan konstruksi yang sifat-sifatnya dapat ditentukan terlebih dahulu dengan mengadakan perencanaan dan pengawasan yang elit terhadap bahan-bahan yang dipilih (Irawan, 2017).

Sebagian besar bahan pembuat beton adalah bahan lokal (kecuali semen portland atau bahan tambah kimia, sehingga sangat menguntungkan secara ekonomi. Namun, pembuatan beton akan menjadi mahal jika perencanaan tidak memahami karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang harus disesuaikan dengan perilaku struktur.

Mengingat beton merupakan material yang heterogen maka kekuatan beton tergantung pada:

1. Kekuatan agregat
2. Mutu semen
3. Kekuatan lekatan antara semen dan agregat

Sifat-sifat beton keras yang penting adalah kekuatan karakteristik, kekuatan desak, tegangan-regangan, susut rangkai, reaksi terhadap tempera-

tur, keawetan, dan kedap air terhadap air. Dari sifat-sifat tersebut yang terpenting dan berkaitan dengan kekuatan beton adalah kuat desak. Dalam hal ini kuat desak beton merupakan gambaran dari mutu beton yang ada kaitannya dengan struktur beton. Alasan lain kuat desak beton merupakan parameter terpenting adalah beton lebih tahan terhadap desak daripada tarik.

Tolak ukur yang umum dari sifat elastik suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk per-satuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan. Modulus elastisitas tidak berkaitan langsung dengan sifat-sifat beton lainnya, meskipun kekuatan yang lebih tinggi biasanya mempunyai harga E yang lebih tinggi pula.

Mortar adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik, agregat halus dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan. Pasta semen adalah campuran antara semen portland atau semen hidrolik dengan air (Yulianto, 2016).

### Semen Portland

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-20).

Adapun jenis-jenis semen diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tipe I: Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Kegunaan Semen Portland Tipe I diantaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik Semen Portland Tipe I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah.
- b. Tipe II: Kegunaan Semen Portland Tipe II pada umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi, dan bendungan. Karakteristik Semen Portland Tipe II yaitu

tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 hingga 0,20 persen dan hidrasi panas yang bersifat sedang.

- c. Tipe III: semen Portland tipe III digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat. Ketahanannya Portland Tipe III menyamai kekuatan umur 28 hari beton yang menggunakan Portland tipe I.
- d. Tipe IV: Karakteristik Semen Portland IV adalah jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah. Jenis semen portland tipe IV diminimalkan pada fase pengerasan sehingga tidak terjadi keretakan. Kegunaan Portland tipe IV digunakan untuk dam hingga lapangan udara.
- e. Tipe V: Kegunaan Semen Potrtland Type V dirancang untuk memenuhi kebutuhan di wilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti misalnya rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Jenis bangunan yang membutuhkan jenis ini diantaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir.

### Agregat Halus

Agregat Halus yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai atau dari galian tambang (quarry). Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan. (Peraturan Beton Bertulang Indonesia, 1971). Agregat halus dibedakan menjadi 3 jenis, antara lain:

- a) Pasir galian, yaitu merupakan pasir yang diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah yang mana pada umumnya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.
- b) Pasir sungai, yaitu pasir yang langsung diperoleh dari sungai. Pasir ini biasanya berbentuk bulat dan berbutir halus, hal ini disebabkan karena terjadinya proses gesekan. Karen agregat ini bulat maka daya lekat antara butirnya pun agak berkurang.

- c) Pasir laut, yaitu pasir yang diambil dari pantai. Pasir jenis ini mempunyai bentuk yang hamper sama dengan pasir sungai akan tetapi pasir jenis ini mengandung banyak garam, sehingga tidak dianjurkan untuk memakai pasir jenis ini dalam membuat bangunan.

Kualitas pasir yang digunakan untuk campuran adukan beton harus memenuhi syarat-syarat yang ditentukan dalam PBI-1971/NI-2, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Pasir harus terdiri dari butir-butir yang bersih dari bahan-bahan organik, rumput, dan bahan kimia lainnya.
- b. Harus terdiri dari butiran yang tajam, keras dan bersifat kekal, artinya tidak dapat dihancurkan dengan jari dan pengaruh cuaca. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (berdasarkan berat kering).
- c. Tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.
- d. Pasir laut tidak boleh digunakan dalam sebuah konstruksi karena mengandung kadar garam terlalu tinggi.
- e. Harus terdiri dari butiran yang bervariasi dan bila diayak dengan ayakan 150 maka harus memenuhi syarat:
  1. Sisa butiran diatas ayakan 4 mm, minimal 2% dari berat.
  2. Sisa butiran diatas ayakan 1 mm, minimal 10% dari berat.
  3. Sisa butiran diatas ayakan 0,25 mm berkisar antara 80% sampai 90% dari berat. Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir merapi.

Pasir sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau pasir buatan yang dihasilkan oleh alat pemecah batu. Butiran pasir umumnya berukuran 0,0625 mm – 2 mm. Pasir terbuat dari kandungan silicon dioksida serta berasal dari batuan kapur (SNI-S-04-1989-F;28). Persyaratan penting pasir sebagai bahan bangunan, yaitu:

1. Agregat pasir halus sebaiknya terdiri dari butiran dengan tekstur tajam dan keras. Indeks kekerasan untuk jenis pasir ini adalah < 2.2
2. Standar pasir adalah tidak boleh memiliki kandungan lumpur lebih dari 5%.
3. Jika agregat pasir memiliki kandungan lumpur lebih dari 5%, maka harus dicuci terlebih dahulu.

4. Untuk susunan jenis pasir butir besar harus memiliki kehalusan modulus 1,5 hingga 3,8. Pasir juga terdiri dari butir-butir yang berbeda.
5. Pasir dari laut tidak diperbolehkan digunakan untuk agregat halus untuk beton bermutu. Kecuali terdapat petunjuk khusus dari lembaga pemerintahan bangunan yang sudah diakui.

Jenis –jenis pasir dan fungsinya: (Yulianto, 2016)

1. Pasir beton, karakteristik pasir dengan butiran yang halus seperti pasir beton sangat cocok digunakan untuk menguatkan dan merekatkan material bangunan lain.
2. Pasir pasang, dengan karakteristiknya yang lebih kecil dan halus, pasir ini cocok dipadukan untuk pasir beton untuk membuat campuran pondasi lebih kuat, serta hasil akhir plasteran dinding lebih halus.
3. Pasir sungai, merupakan hasil pengikisan dari batuan sungai yang keras serta tajam, pasir ini digunakan untuk pengecoran dan juga fondasi rumah.

### **Kerikil**

Dalam pembuatan beton agregat kasar merupakan satu hal yang penting dalam pencampuran. Agregat kasar terdiri dari batu pecah dan kerikil. Batu pecah diperoleh dari pemecah batu sedangkan kerikil merupakan disintegrasi dari batuan. Perbedaan mendasar antar kerikil (koral) dan batu pecah (split) adalah dengan permukaan yang lebih kasar maka batu pecah lebih menjami ikatan yang kokoh dengan semen (Ragil, 2013).

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh agregat kasar atau kerikil dalam campuran beton yaitu:

1. Berbutir kasar (tidak mudah hancur) dan tidak berpori agar dapat menghasilkan beton yang keras dan sifat tembus airnya kecil.
2. Kerikil tidak mengandung lempung lebih dari 1%.
3. Kerikil tidak mengandung zat reaktif alkali (dapat menyebabkan pengembangan beton).
4. Diameter butiran kerikil lebih baik yang beraneka ragam besarnya, untuk saling

mengisi rongga yang kosong, agar udara tidak masuk.

### **Air**

Air yang memenuhi syarat sebagai air minum memenuhi syarat pula untuk bahan campuran beton (tetapi tidak berarti air pencampur beton harus memenuhi standar persyaratan air minum). Secara umum, air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton ialah air yang bila dipakai akan dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang memakai air suling. Dalam hal terdapat kesulitan air di daerah terpencil misalnya yang tidak terdapat air minum atau air untuk penggunaan umum, dan kualitas air yang ada di khawatirkan, maka perlu dilakukan pengujian kualitas air.

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal adukan beton, serta kekuatan betonnya setelah mengeras. Air laut umumnya mengandung 3,5% larutan garam, sekitar 78 persennya adalah sodium klorida dan 15 persennya adalah magnesium sulfat. Adanya garam-garam dalam air dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20%. Air laut tidak boleh digunakan untuk campuran beton pada beton bertulang atau beton prategang karena resiko terhadap korosi tulangan lebih besar.

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembentukan beton. Pada pembuatan beton air digunakan untuk bereaksi dengan semen sehingga dapat menjadi bahan perekat antara agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil) serta bahan campuran beton lainnya. Syarat-syarat air boleh digunakan dalam pencampuran yaitu:

1. Air harus bersih.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter
3. Tidak mengandung lumpur minyak dan benda terapan lain yang bisa dilihat secara visual.
4. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam organik) lebih dari 15 gram / liter.
5. Bila air meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Kekuatan dan kemudah pengerjaan (*workability*) campuran adukan beton sangat dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang dipakai. Untuk suatu campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula.

Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% berat semen untuk bereaksi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40 % berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna. Apabila kondisi seperti ini dipaksakan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. Jadi air yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan untuk memudahkan pembuatan batako, maka nilai faktor air semen pada pembuatan dibuat pada batas kondisi adukan lengas tanah, karena dalam kondisi ini adukan dapat dipadatkan secara optimal. Disini tidak dipakai patokan angka sebab nilai faktor air semen sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai faktor air semen diasumsikan 0,2 , 0,24 dan 0,28 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan (Prayuda, 2019).

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada air yang akan digunakan sebagai bahan pencampur beton meliputi kandungan lumpur maksimal 2 gr/lt, kandungan garam yang dapat merusak beton maksimal 15 gr/lt, tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gr/lt serta kandungan senyawa sulfat maksimal 1 gr/lt. Secara umum air dinyatakan memenuhi syarat untuk dipakai sebagai bahan pencampur beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% kekuatan beton yang menggunakan air suling (Yulianto, 2016).

### Limbah Karbit

Limbah karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai, yang merupakan limbah yang diperoleh dari industri pengelasan pada bengkel las karbit. Umumnya limbah karbit sisa pengelasan dibuang begitu saja pada daerah tersebut atau sebagai bahan timbunan. Sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas acetylene. Pada bengkel-bengkel las acetylene umumnya tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah karbit karena dianggap tidak bernilai ekonomis. Limbah karbit dibiarkan menggenang begitu saja atau langsung dibuang menuju TPS. Menurut PP RI No. 101 tahun 2014 tentang

pengelolaan limbah B3, limbah karbit termasuk dalam golongan limbah B3 dari sumber yang spesifik yakni kode D243.

Awal dihasilkannya limbah karbit berupa koloid (semi cair) karena gas ini mengandung gas dan air. Setelah 3-7 hari, gas yang terkandung menguap perlahan seiring dengan penguapan gas dan air kapur limbah karbit mulai mengering, berubah menjadi gumpalan-gumpalan yang rapuh dan mudah di hancurkan serta dapat menjadi serbuk.

Penambahan limbah karbit merupakan upaya untuk meningkatkan unsur kalsium yang diperlukan dalam terjadinya reaksi pozzolanic bila tercampur dengan SiO<sub>2</sub> dalam fly Ash. Reaksi pozzolanic merupakan reaksi antara kalsium, silika atau aluminat dengan air sehingga membentuk suatu massa yang keras dan kaku yang hampir sama dengan proses hidrasi pada Portland Cement. (Nugroho, 2013).

Pada penelitian sebelumnya, sudah ada yang meneliti kandungan kimia yang terkandung di dalam limbah las karbit yaitu, sebagai berikut:

**Tabel 1** Hasil analisa Limbah Karbit (*Taufik, 2014*)

Komposisi Kimia	Persenberat (%)
CaO	13,25
SiO <sub>2</sub>	46,79
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,22
MgO	0,08
HD/LOI	29,58

### Pengujian Benda Uji

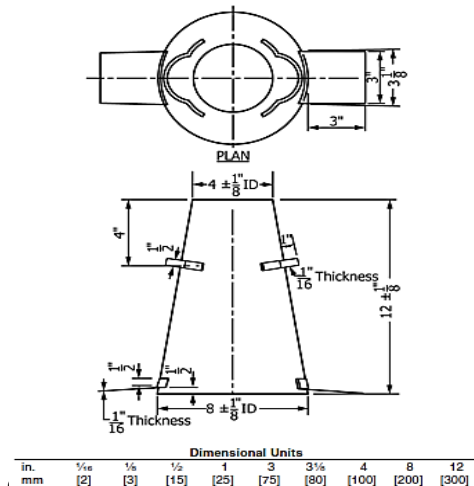
Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengujian segar, beton keras serta absorpsi beton pada beton yang mengeras.

### Pengujian pada beton segar

Tahapan dari pengujian nilai *slump flow* ialah sebagai berikut:

1. Kerucut abrams diletakkan terpancung pada alas yang rata yang tidak menyerap air dengan lubang kerucut berdiameter 10 cm berada dibawah.
2. Masukkan adukan beton segar kedalam kerucut secara perlahan sampai kerucut penuh.
3. Permukaan kerucut diratakan.

4. Kerucut diangkat perlahan-lahan ke atas (vertikal).
5. Ukur lebar *slump flow* dengan mistar dengan meletakkan mistar pada diameter terpanjang dan terpendek pada adukan beton segar.



Ada terdapat tiga tahapan penting yang ada pada beton segar, yaitu: *workability* (kemudahan pengerjaan), *segregation* (pemisahan kerikil), serta *bleeding* (pemisahan air).

#### a. *Workability* (kemudahan pengerjaan)

Slump pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Konsistensi dari adukan beton dapat diperiksa dengan menguji nilai *slump* berdasarkan ASTM C 1611. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya, yang disebut kerucut Abrams. Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm disebut sebagai kerucut abrams (Irawan, 2017).

#### b. *Segregation* (pemisahan kerikil)

*Segregation* adalah pemisahan agregat kasar dari adukannya akibat campuran yang kurang lecah. Apabila hal tersebut terjadi maka beton akan mengalami keropos berupa sarang-sarang kerikil. Penyebab segregasi ini disebabkan oleh:

1. Kurangnya semen sebagai pengikat.
2. Gradasi agregat yang kurang baik.
3. Terlalu banyak air dalam campuran.
4. Besar ukuran agregat lebih dari 40 mm.
5. Campuran beton terlalu kering atau terlalu basah.

6. Permukaan butir agregat kasar, semakin kasar permukaan agregat maka akan semakin mudah timbul segregasi.

#### c. *Bleeding* (pemisahan air)

*Bleeding* adalah *Mixing water* yang naik ke permukaan beton sesaat setelah beton selesai di cor dan partikel agregat kasar turun ke bawah. Air ini naik ke permukaan dengan membawa semen dan butir-butir pasir halus yang pada saat beton mengeras akan membentuk selaput. Penyebab *bleeding* ini di sebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Campuran terlalu basah (W/C rasio terlalu tinggi) atau adanya penambahan air pada saat pengecoran.
2. Rancangan campuran beton yang kurang baik sehingga tidak cukup material halus untuk menahan “laju” air ke permukaan beton.

### Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kekuatan tekan maksimum yang dapat dipikul beton per satuan luas. Kuat tekan beton normal antara 20 – 40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh: faktor air semen (water cement ratio = w/c), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, *workability*, perawatan (curing) beton dan umur 29 beton. Faktor air semen (water cement ratio = w/c) sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin kecil nilai w/c nya maka jumlah airnya sedikit yang akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar.

Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi. Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan.

Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan

dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

Beton merupakan suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan yang khas, yaitu apabila diperiksa dengan sejumlah besar benda-benda uji, nilainya akan menyebar sekitar suatu nilai rata-rata tertentu. (Dewi, 2016).

Menurut SNI 03-1974-2011 kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila di bebani dengan gaya tekan tertentu, yang di hasilkan oleh mesin tekan. Penujian kuat tekan beton menggunakan alat *compression test machine* serta benda uji standard yang dapat digunakan dalam benda uji kuat tekan beton adalah silinder.

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, adalah proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perencanaan, perawatan, dan keadaan pada saat penecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat. Dari faktor-faktor utama tersebut termasuk didalamnya beberapa faktor lain yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, yaitu faktor air semen dan kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan sifat agregat. Kuat tekan yang terjadi dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$f'c = PA$$

dimana,  $f'c$  = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup> atau MPa).

$P$  = beban maksimum (N).

$A$  = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan li mbahlaskarbit sebagai pengganti semen telah dilakukan menggunakan metode eksperimen, dan teknik analisis yang dilakukan ialah kuantitatif persentase kuat tekan beton.

Dalam tahap selanjutnya setelah dilakukan pemeriksaan material propertis adalah perencanaan *mix design* untuk membuat benda uji beton normal dan beton variasi limbah Karbit berjumlah 15 sampel dengan mutu rencana 25 MPa.

Pada tabel 2 berikut perbandingan komposisi material dan total kebutuhan material yang dibutuhkan untuk membuat seluruh benda uji. Sedangkan kebutuhan material untuk pembuatan beton normal dan beton dengan variasi limbah Karbit, beserta persentasi material yang digunakan 0%, 5%, 10%, 15%, 20% ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 2.** *Mix Design* untuk 1 m<sup>3</sup> beton normal.

Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Liter)
641.50	189.245	110.335	301.50
1	2.95	1.72	0.47

### Perencanaan *Mix Design* dengan Metode SNI

**Tabel 3.** Kebutuhan material untuk pembuatan beton normal dan beton dengan variasi limbah Karbit

Material	Variasi					Satuan
	0%	5%	10%	15%	20%	
Material	0%	5%	10%	15%	20%	-
Semen	12.83	12.83	12.83	12.83	12.83	<b>Kg</b>
Pasir	22.067	22.067	22.067	22.067	22.067	<b>Kg</b>
Kerikil	37.849	37.849	37.849	37.849	37.849	<b>Kg</b>
Limbah Karbit	0	0.641	1.283	1.924	2.566	<b>Kg</b>
Air	6.030	6.030	6.030	6.030	6.030	<b>Liter</b>

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini meliputi hasil uji propertis material dan hasil pengujian benda uji. Selanjutnya hasil pemeriksaan butiran pasir, diperoleh bahwa modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) pasir tersebut adalah 2,611. Nilai dari FM pasir ini menunjukkan bahwa pasir yang akan digunakan pada penelitian ini termasuk dalam pasir dengan derajat kehalusan sedang, dimana  $2,60 < FM \leq 2,90$ . Hasil Pemeriksaanayakanpasir pada tabel 4, dan ayakankerikil pada tabel 5.

##### Analisa Ayakan Pasir (SNI 03-1968-1990)

**Tabel 4** Hasil Pemeriksaan Ayakan Pasir

No	No. Ayakan	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan%	Kumulatif Tertahan%
1	9,52	0	0	0
2	4,76	48	4,8	4,8
3	2,38	82	8,2	13
4	1,19	102	10,2	23,2
5	0,60	310	31	54,2
6	0,30	218	21,8	76
7	0,15	139	13,9	89,9
8	Pan	101	10,1	100
Total		1000	100	361,1

##### Analisa Ayakan Kerikil (SNI 03-1968-1990)

**Tabel 5** Hasil Pemeriksaan Ayakan Kerikil

No	No. Ayakan	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan%	Kumulatif Tertahan%
1	9,52	0	0	0
2	4,76	48	4,8	4,8
3	2,38	82	8,2	13
4	1,19	102	10,2	23,2
5	0,60	310	31	54,2
6	0,30	218	21,8	76
7	0,15	139	13,9	89,9
8	Pan	101	10,1	100
Total		1000	100	361,1

Dari hasil pemeriksaan derajat kehalusan kerikil, diperoleh bahwa modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) kerikil adalah 6,811. Nilai FM kerikil tersebut menunjukkan bahwa kerikil layak digunakan untuk penelitian, karena nilai FM berada dalam syarat yang ditentukan yaitu  $5,5 \leq FM \leq 7,5$ .

##### Berat Isi Pasir (SNI 03-4804-1998)

**Tabel 6** Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Keterangan	Cara Rojok	Cara Siram
Bejana Kosong (gram)	460	460
Bejana + Pasir (gram)	3839	3796
Bejana + Air (gram)	2248	2248
Suhu Air (°C)	26	26

Dari hasil pemeriksaan, didapatkan berat isi pasir dengan cara dirojok lebih besar daripada dengan cara disiram. Hal ini menunjukkan bahwa dalam volume yang sama, pasir yang hanya disiram saja memiliki rongga udara yang lebih banyak (kurang padat) dibandingkan dengan cara dirojok. Dan didapatkan berat isi kerikil dengan cara dirojok lebih besar daripada dengan cara disiram. Hal ini menunjukkan bahwa dalam volume yang sama, kerikil yang hanya disiram saja memiliki rongga udara yang lebih banyak (kurang padat) dibandingkan dengan cara dirojok.

##### Berat Isi Kerikil (SNI 03-4804-1998)

**Tabel 7** Hasil Pemeriksaan Berat Isi Kerikil

Keterangan	Cara Rojok	Cara Siram
Bejana Kosong (kg)	5,12	5,12
Bejana + Kerikil (kg)	19,45	18
Bejana + Air (kg)	14,34	14,34
Suhu Air (°C)	25	25

##### Berat Jenis dan Absorpsi Pasir (SNI 03-1970-1990)

**Tabel 8** Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Piknometer (gram)	170	170
Berat Piknometer + Pasir + Air (gram)	959	947
Berat Piknometer + Air (gram)	670	670
Berat Pasir Kering (gram)	473	470



Dari hasil pemeriksaan didapatkan data berikut:

- Berat jenis kering rata-rata = 2,18
- Berat jenis SSD rata-rata = 2,32
- Berat jenis semu rata-rata = 2,52
- Absorpsi rata-rata = 6,05%

Berat jenis pasir sangat ditentukan oleh kering atau lembabnya pasir tersebut. Semakin kering pasir maka berat jenisnya akan semakin rendah, dan sebaliknya.

#### Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil (SNI 03-1969-1990)

**Tabel 9** Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Kerikil SSD (gram)	1250	1250
Berat Kerikil dalam Air (gram)	766	765
Berat Kerikil Kering (gram)	1231	1232

#### Clay Lump Pasir (ASTM C142)

**Tabel 10.** Hasil Pemeriksaan Liat pada Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Pasir Semula (gram)	1000	1000
Berat Pasir Kering (gram)	992	995
Kandungan Liat (gram)	8	5

Dari hasil pemeriksaan kandungan liat pasir, diperoleh bahwa kandungan liat rata-rata pasir adalah 0,65%. Hal ini menandakan bahwa pasir masih layak digunakan karena batas maksimum kandungan liat didalam pasir adalah sebesar 1%.

#### Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir dan Kerikil (SK SNI S-04-2417-1989-F)

**Tabel 11** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur pada Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Pasir Semula (gram)	500	500
Berat Pasir Kering (gram)	482	485
Kandungan Lumpur (gram)	18	15

**Tabel 12** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur pada Kerikil

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Kerikil Semula (gram)	1000	1000
Berat Kerikil Kering (gram)	991	992
Kandungan Lumpur (gram)	9	8

Dari hasil pemeriksaan, diperoleh bahwa kandungan lumpur rata-rata pada pasir adalah 3,3% dan kandungan lumpur rata-rata pada kerikil adalah 0,85%. Hal ini berarti bahwa kandungan lumpur pada pasir dan kerikil masih tergolong aman dan layak pakai karena batas kandungan lumpur pada pasir adalah 5% dan untuk kerikil adalah 1%.

#### Hasil Pengujian Kuat Tekan (*Compression Test*)

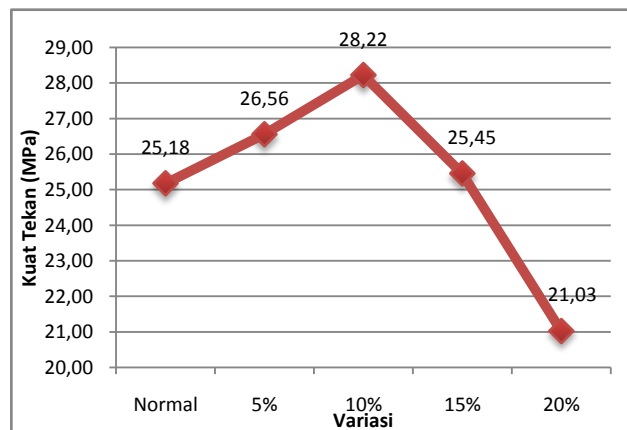
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas teknik-UGN, dengan perawatan 28 hari. Untuk hasil pengujian beton dengan variasi limbah karbit sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, didapat sebagai berikut:

**Tabel 13** Hasil pemeriksaan kuat tekan beton umur 28 hari.

Variasi	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata (MPa)
0%	300	24.9	25.177
	320	26.56	
	290	24.07	
5%	310	25.73	26.56
	330	27.39	
	320	26.56	
10%	360	29.88	28.22
	320	26.56	
	340	28.22	
15%	300	24.9	25.453
	310	25.73	
	310	25.73	
20%	230	19.09	21.027
	250	20.75	
	280	23.24	

Sumber : Analisa Data, 2021

Dari tabel 13 Hasil kuat tekan beton umur 28 hari, maka hubungan antara variasi limbah karbit dengan kuat tekan beton dapat dilihat di gambar di bawah ini.



**Gambar 4.1** Grafik kuat tekan rata-rata umur 28 hari, dengan variasi limbah karbit sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% sebagai substitusi semen

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat meningkatnya mutu beton dari umur 28 dengan cukup signifikan. Dimana kuat tekan optimum di dapat pada 28.22 MPa dengan variasi limbah karbit 10%.

Nilai kuat tekan beton dengan variasi penambahan limbah karbit sebagai substitusi semen meningkat hanya sampai 10% sedangkan variasi 15% kuat tekan menurun akan tetapi masih di atas nilai kuat tekan beton normal. Untuk variasi 20% sudah lebih rendah dari beton normal. Variasi limbah karbit sangat mempengaruhi mutu beton yang dimiliki.

Penggunaan limbah karbit dengan kombinasi campuran limbah karbit pada semen akan menghasilkan semen yang lebih baik. Limbah Karbit yang telah digunakan sebagai bahan pozzolan reaktif yang tinggi untuk meningkatkan mikrostruktur pada daerah transisi interfase antara pasta semen dan agregat beton yang memiliki kekuatan tinggi. Penggunaan limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dapat memberikan beberapa keuntungan seperti meningkatkan kekuatan dan ketahanan, mengurangi biaya bahan, mengurangi dampak lingkungan dan mengurangi emisi karbon dioksida.

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, diketahui bahwa limbah karbit sebagai pengganti sebagian semen dalam campuran beton mutu tinggi dapat meningkatkan kuat tekan beton dengan kuat tekan maksimum pada variasi 10%, dikarenakan sifat fisik limbah karbit yang halus dan mengandung silika yang dapat menutup pori-pori beton dan meningkatkan mutu beton tersebut.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapatlah ditarik beberapa kesimpulan atas penelitian “Campuran Beton Dengan Menggunakan limbah Las Karbit Sebagai Pengganti Sebagian Semen.” ini, yaitu:

1. Nilai kuat tekan rata-rata beton setelah dilakukan uji tekan pada variasi limbah karbit 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dengan umur 28 hari adalah 28,177 MPa, 26,56 MPa, 28.22 MPa, 25,453 MPa, dan 21,027 MPa.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi pada beton umur 28 hari adalah pada variasi limbah karbit 10 % dengan 28,22 MPa dan kuat tekan rata-rata paling rendah pada variasi limbah karbit 20% dengan 21,027 MPa.
3. Berdasarkan penelitian tersebut pada beberapa variasi limbah karbit dengan analisis semakin banyak variasi limbah

karbit yang digunakan, maka kuat tekan pada beton semakin berkurang, tetapi semakin sedikit variasi limbah karbit yang digunakan, maka kuat tekan pada beton semakin bertambah. Variasi 10% yang cocok untuk kuat tekan optimum pada penambahan campuran beton.

## Saran

Adapun saran yang ingin penulis sampaikan agar penelitian yang telah diselesaikan ini mampu untuk dikembangkan menjadi lebih luas lagi serta bermanfaat untuk orang banyak, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah bahan tambah lain agar menghasilkan mutu beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kandungan limbah karbit.
3. Membuat variasi perawatan lebih banyak lagi, untuk mengetahui peningkatan mutu.
4. Diperlukan variasi superplasticizer untuk mendapatkan mutu dan workability yang lebih baik.
5. Melakukan pengujian yang serupa dengan variasi limbah karbit dibawah 10% agar didapat kadar optimum yang paling tepat.

## DARTAR PUSTAKA

- 03-2834-2000, S. 2000. *Standar Nasional Indonesia Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Aprida, L.F. Dermawan, Denny. Bayuaji, Ridho. 2018. *Identifikasi Potensi Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- ASTM, 2017, C142/C142M-17, Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates, Annual Books of ASTM Standart, United States.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *SNI 2049:2016. Semen Portland*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. *SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan/ Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dewi, N.R, Dermawan, D., & Ashari, M.L, 2016. *Studi Pemanfaatan Limbah Karbit B3 dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (BSP) (Studi kasus: PT. Varia Usaha Beton)*.

- Hartono, Edy. Rofi'ah, Siti. Hemeto, Abd Dzargifar.2009. *Penggunaan Campuran Abu Sampah Organik danLimbah Karbit sebagai Bahan Pengganti Semen pada Mortar*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Irawan, Romi.2017. *Pengaruh Variasi Limbah Karbit (5%, 10% dan 15%) dengan penambahan superplasticizer 1,5% terhadap kuat tekan beton*. Yogyakarta: Univeritas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nugroho, Ragil. 2013. *Pengaruh Campuran Limbah Karbit Terhadap Kuat Tekan Paving Block dengan Variasi 0%, 20%, 30%, 40%, pada Perbandingan IPc:10Ps, 1Pc:13Ps, dan 1Pc:15Ps*. Yogyakarta: Universitas Muhanmmadiyah Yogyakarta.
- Taufik, Hendra.Djauhari, Zulfikar. Sebayang, Mardani. Muhandis, Mahdi.2017. *Pengaruh Substitusi Limbah Karbit Terhadap Karakteristik Beton*. Riau: Univeritas Riau Kampus Bina Widya Km. 12,5.
- Pujianto, A. Prayuda, H. 2018. *Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Dan Limbah Las Karbit*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- 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)*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negri Surabaya.
- Prayuda, H., & Pujianto, A. 2019. Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplastisizer dan Limbah Las Karbit. *Rekayasa Sipil*, 12(1), 32–38.
- Yulianto, F. E., & Mukti, M. H. 2016. *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Kuat Tekan Beton Campuran 1 pc : 2 ps : 3 kr Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Kuat Tekan Beton*. December 2015.