

PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH KARBIT TERHADAP KARAKTERISTIK BETON

Hendra Taufik, Zulfikar Djauhari, Mardani Sebayang, Mahdi Muhandis

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru Riau

E-mail: taufik2701@gmail.com
zulfikar@yahoo.com,
SebayangM@gmail.com,
muhandis22@yahoo.co.id

Abstrak

Limbah karbit merupakan sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asetelin (C_2H_2) yang kemudian dibakar untuk menghasilkan panas yang diperlukan dalam pengelasan. Limbah karbit merupakan bahan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang jika tidak diolah akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Industri Bengkel Las di Kabupaten Bengkalis banyak menghasilkan B3 ini sehingga harus diolah dengan seksama. Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan limbah karbit sebagai bahan substitusi semen pada campuran beton. Parameter yang dikaji adalah kuat tekan, porositas, absorpsi, dan permeabilitas beton. Persentase limbah karbit yang digunakan adalah sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen. Selanjutnya dilakukan perbandingan terhadap beton yang tidak menggunakan limbah karbit. Pengujian dilakukan menggunakan benda uji kubus berukuran $15 \times 15 \times 15$ cm dengan total jumlah sampel sebanyak 40 sampel. Delapan sampel digunakan untuk masing-masing variasi pengujian kuat tekan, porositas, absorpsi, dan permeabilitas dilakukan pada beton berumur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian limbah karbit 5% memberikan peningkatan terhadap kuat tekan beton dan memperkecil porositas, absorpsi, dan kedalaman rembesan beton. Kuat tekan yang diperoleh pada umur 28 hari untuk variasi pemakaian limbah karbit 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% masing-masing adalah sebesar 22,10 MPa; 25,08 MPa; 18,78 MPa; 18,08 MPa dan 16,01 MPa. Pengujian porositas yang diperoleh untuk masing-masing variasi adalah sebesar 7,48%; 6,81%; 8,09%; 8,80%; dan 10,72%. Pengujian absorpsi yang diperoleh untuk masing-masing variasi adalah sebesar 3,38%; 3,10%; 3,73%; 4,07%; dan 5,06%. Pengujian rembesan yang diperoleh untuk masing-masing variasi adalah sebesar 2,83 cm; 2,63 cm; 3,43 cm; 3,47 cm; dan 8,50 cm.

kata kunci : limbah karbit, substitusi semen, porositas

PENDAHULUAN

Limbah karbit merupakan sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asetelin (C_2H_2) yang kemudian dibakar untuk menghasilkan panas yang diperlukan dalam pengelasan. Banyaknya limbah karbit yang dihasilkan oleh pabrik las akan berdampak buruk bagi lingkungan jika tidak diolah dengan baik seperti polusi udara, meracuni tanah dan air. Berdasarkan data yang diperoleh (Dewi, 2016) terdapat beberapa lokasi penimbunan limbah karbit sebesar 300 ton di Batam.

Limbah karbit atau kapur buangan industri asetilin 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 (Dermawan, 2013).

Tujuan penelitian ini akan digunakan limbah karbit di Bengkalis sebagai bahan substitusi dalam pembuatan beton:

1. Menganalisis Persentase optimum campuran limbah karbit untuk campuran semen.
2. Menganalisis Porositas yang terjadi akibat pemakaian limbah karbit.
3. Menganalisis rembesan maksimum beton akibat limbah karbit.

Tinjauan Pustaka

Beton adalah campuran antara semen *portland*, agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah),

dan air dengan atau tanpa campuran bahan tambah lain.

Bahan-bahan Penyusun Beton

a. Semen

Semen berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak/padat dan juga untuk mengisi rongga-rongga di antara butiran agregat. Menurut Mulyono (2013) semen dapat dibedakan berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya.

Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen *portland* adalah kapur (CaO) sekitar 60% - 65%, silika (SiO_2) sekitar 20% - 25%, dan oksida serta alumina (Fe_2O_3 dan Al_2O_3) sekitar 7% - 12%.

b. Agregat Halus

Agregat halus atau pasir diartikan sebagai butiran-butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran butiran lebih kecil dari 4,75 mm atau lolos saringan no. 4 standar ASTM C 33.

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SII.0052 dalam Mulyono (2013) adalah sebagai berikut.

- Susunan butir agregat halus mempunyai kehalusan antara 1,5 - 3,8.
- Kadar zat organik yang terkandung yang ditentukan dengan mencampur agregat halus dengan larutan natrium sulfat (NaSO_4) 3% jika dibandingkan dengan warna standar/pembanding tidak lebih tua dari pada warna standar
- Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat diuji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% berat, sedangkan jika dipakai magnesium sulfat yang hancur maksimum 15% berat.
- Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering). Jika kadar lumpur melebihi 5% pasir harus dicuci.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butiran antara 5 mm sampai 40 mm (SNI Beton, 2002) atau yang tertahan saringan no.4 (ASTM C33, 1982) lebih besar atau sama dengan 4,75 mm. Syarat-syarat agregat kasar adalah sebagai berikut:

- Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir keras dan tidak berpori. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai, apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh- pengaruh cuaca.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1%, maka agregat kasar harus dicuci.
- Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat yang relatif alkali.
- Besar butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal pelat atau 3/4 dari jarak bersih minimum batang- batang tulangan.

d. Air

Air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak hanya untuk hidrasi semen tetapi juga untuk mengubah semen menjadi pasta sehingga betonnya lecah (*workable*). Jumlah air yang diperlukan untuk kelecakan tertentu tergantung pada sifat material yang digunakan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan hanya 25% dari berat semen (Dermawan, 2013).

Menurut SNI 03-2847-2002 syarat standar air yang digunakan untuk beton adalah:

- Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- Air pencampur yang digunakan pada beton tidak boleh mengandung ion klorida lebih dari 0,5 gram/ liter.
- Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/ liter.
- Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran

beton yang menggunakan air dari sumber yang sama,

- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada benda uji yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum, harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

d. Limbah Karbit

Limbah karbit adalah sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asitelin (C_2H_2). Limbah karbit yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari bengkel las yang terletak di jalan delima, Pekanbaru. Dilakukan pengujian senyawa kimia yang terkandung dalam limbah karbit di Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungapian Yogyakarta. Pengujian menunjukkan bahwa limbah karbit banyak mengandung CaO sebesar 46,79%. Komposisi kimia limbah karbit dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil analisa Limbah Karbit

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

Sumber : BPPTK, Yogyakarta 2014

Sifat-sifat mekanis pada beton

a. Kuat Tekan (SNI 03-1974-1990)

Kuat tekan beton (f'_c) adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan per satuan luas, walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil diasumsikan bahwa semua tegangan tekan di dukung oleh beton tersebut (Ade, 2014).

Kekuatan tekan beton merupakan karakteristik sifat mekanik dari beton, dapat dihitung dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan:

f'_c = kuat tekan beton (MPa)
 P = beban maksimum (N)
 A = luas tertekan benda uji (mm²)

b. Permeabilitas (SK SNI S-36-1990-03)

Kekedapan adalah kemampuan beton untuk menahan masuknya air kedalam beton. Beton yang baik adalah beton yang memiliki kekedapan air yang tinggi (permeabilitas kecil). Permeabilitas beton adalah kemampuan beton untuk dapat meloloskan air.

Tingginya permeabilitas dapat terjadi karena adanya rongga-rongga udara yang terdapat pada beton. Rongga-rongga tersebut dikarenakan adanya gelembung-gelembung udara yang tersekap saat proses pemadatan atau ruangan yang ditinggalkan disebabkan oleh penguapan air yang berlebihan.

c. Porositas dan absorpsi (ASTM C-642-90)

Absorpsi adalah suatu proses penyerapan air oleh pori-pori ruang suatu material konstruksi. Pori-pori kecil menyebabkan daya lekat antar butiran tinggi dan penyerapan airnya lebih sedikit, sehingga kuat tekan yang dihasilkan tinggi. Nilai absorpsi beton menunjukkan tingkat penyerapan air oleh pori ruang suatu beton.

Porositas adalah perbandingan antara volume pori dengan volume material total (volume air jenuh), besarnya porositas tergantung dari material bahan konstruksi. Beton dengan pori-pori yang kecil memiliki kepadatan yang tinggi, sehingga daya lekat antar butiran tinggi dan menyebabkan kuat tekan yang dihasilkan tinggi. Nilai porositas menunjukkan tingkat kepadatan butiran pori pada suatu beton.

METODE PENELITIAN

Pengujian beton dilakukan dengan membandingkan campuran beton normal dengan beton yang ditambahkan dengan limbah karbit. Perbandingan komposisi karbit dimulai dari 5%, 10%, 15% dan 20%. Masing-masing benda uji dibuat sebanyak 5 benda uji, dengan total keseluruhan benda uji yakni 40 sampel. 25 benda uji dipakai untuk uji kuat tekan, absorpsi, dan

porositas. Sedangkan 15 benda uji dipakai untuk tes permeabilitas.

Penelitian ini diawali dengan pengujian karakteristik bahan dasar material beton.

a. Agregat Kasar

- Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi
- Pemeriksaan berat volume
- Pemeriksaan kadar air
- Pemeriksaan analisa saringan
- Pemeriksaan keausan

b. Agregat halus

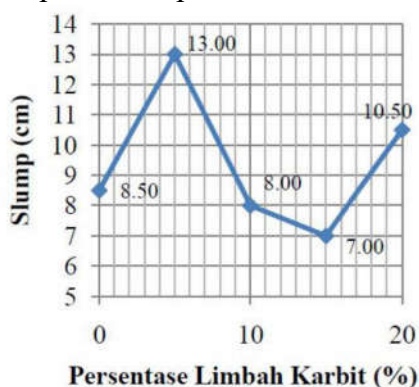
- Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi
- Pemeriksaan berat volume
- Pemeriksaan kadar air
- Pemeriksaan analisa saringan pemeriksaan kadar lumpur

Selanjutnya dilakukan perencanaan mix design beton menggunakan metode DoE, pembuatan benda uji, dan perawatan dengan kuat tekan rencana f'_c 20 MPa pada umur perawatan 28 hari. Setelah umur beton mencapai 28 hari, dilakukan pengujian **slump, kuat tekan, porositas, absorpsi, dan permeabilitas pada beton.**

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Slump

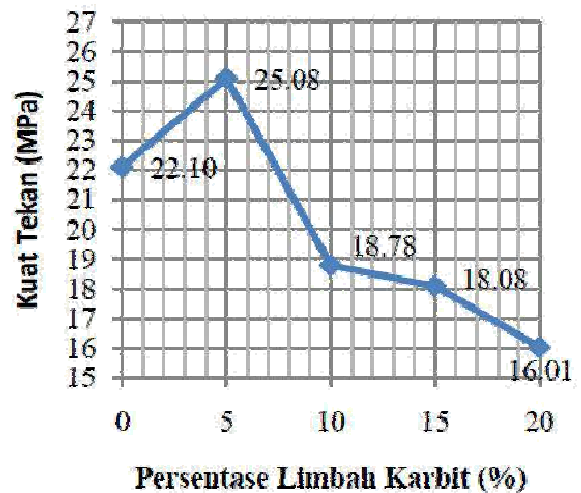
Pengujian slump dilakukan setelah campuran keluar dari molen pengadukan yang bertujuan untuk mengetahui kelecakan dari campuran tersebut. Hasil pengujian slump untuk masing-masing persentase limbah karbit dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hubungan slump beton terhadap persentase limbah karbit

b. Kuat Tekan

Kuat tekan beton tergantung pada sifat-sifat bahan dasar material pembentuk, nilai perbandingan bahan, cara pengadukan, cara pemadatan serta cara perawatan selama proses pengerasan. Dari pengujian hasil kuat tekan beton didapat nilai kuat tekan rata-rata yang dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.

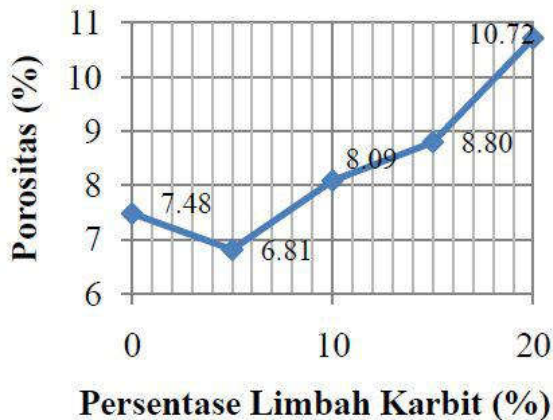


Gambar 2. Hubungan kuat tekan beton terhadap persentase limbah karbit

Kuat tekan beton dengan 5% limbah karbit mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 25,08 MPa. Peningkatan nilai kuat tekan rata-rata beton pada substitusi 5% limbah karbit terjadi karena senyawa Ca(OH)_2 yang dihasilkan dari campuran air dengan kalsium silikat pada semen bereaksi dengan SiO_2 yang berasal dari limbah karbit menghasilkan kalsium silikat hidrat yang berfungsi sebagai perekat dalam beton. Penurunan kuat tekan beton terjadi setelah variasi pemakaian limbah karbit 5% dari berat semen. Sisa limbah karbit yang tidak habis ini merupakan bahan kapur tohor (CaO) yang karbit.

c. Porositas

Dari hasil pengujian porositas beton didapat grafik perbandingan antara porositas beton dengan persentase limbah karbit yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.

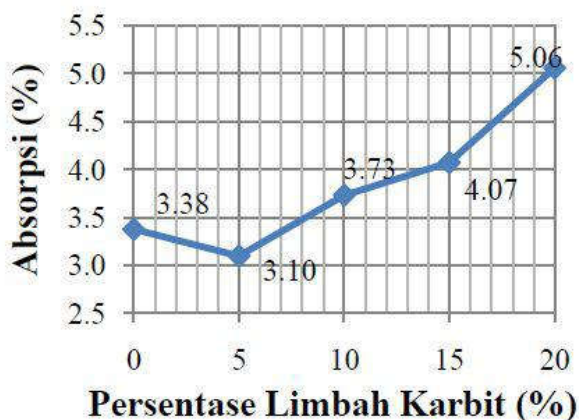


Gambar 3. Hubungan porositas beton terhadap persentase limbah karbit

Nilai porositas beton dengan 0% limbah karbit diperoleh sebesar 7,48% dan terjadi penurunan dengan 5% limbah karbit dengan nilai 6,81%. Pemakaian 10%, 15%, 20% limbah karbit mengakibatkan terjadinya peningkatan porositas dengan nilai rata-rata berturut-turut 8,09%, 8,80%, dan 10,72%. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya daya lekat beton yang mengakibatkan berkurangnya pori-pori pada beton.

d. Absorpsi

Dari hasil pengujian absorpsi beton didapat grafik perbandingan antara absorpsi beton dengan persentase limbah karbit yang ditampilkan pada Gambar 4 berikut ini.

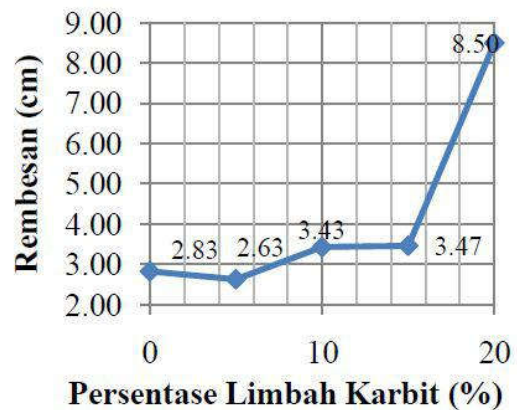


Gambar 4. Hubungan absorpsi beton terhadap persentase limbah karbit

Nilai absorpsi beton dengan 0% limbah karbit diperoleh sebesar 3,38% dan terjadi penurunan dengan 5% limbah karbit dengan nilai 3,10%. Penurunan nilai absorpsi terjadi seiring dengan porositas yakni semakin kecil porositas, semakin kecil pula nilai absorpsinya.

e. Permeabilitas

Dari hasil pengujian rembesan beton didapat grafik perbandingan antara rembesan beton dengan persentase limbah tidak aktif dari limbah karbit yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Hubungan Rembesan beton terhadap persentase limbah karbit

Nilai rembesan beton terkecil terdapat pada substitusi limbah karbit 5% dan tertinggi pada substitusi 20%. Hal ini disebabkan pada substitusi limbah karbit 5% menimbulkan pori-pori yang lebih kecil sehingga sulit untuk ditembus oleh air.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap beton dengan pemakaian limbah karbit sebagai substitusi semen, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan optimum terjadi pada penambahan persentase limbah karbit 5% yakni sebesar 25,08 MPa dibandingkan dengan 0% limbah karbit sebesar 22,10 MPa.
2. Beton dengan pemakain limbah karbit 5% mengalami penurunan porositas dengan nilai rata-rata sebesar 6,81% dibandingkan dengan nilai 0% limbah karbit dengan nilai rata-rata 7,48%. Pemakaian 10%, 15%, 20% limbah karbit mengakibatkan terjadinya peningkatan porositas dengan nilai rata-rata berturut-turut 8,09%, 8,80%, dan 10,72%. rata 3,38%. Penurunan nilai absorpsi terjadi pada penggunaan limbah

karbit.

3. Beton dengan penggunaan limbah karbit 20% mengalami rembesan maksimum sebesar 8,50 cm. Rembesan akan meningkat seiring dengan kenaikan pada porositas beton.

SARAN

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan persentase limbah karbit yang lebih kecil agar mendapatkan nilai persentase yang lebih teliti.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh substitusi limbah karbit terhadap durabilitas beton.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penambahan limbah karbit tanpa mengurangi komposisi semen untuk membandingkan pengaruh antara substitusi dengan penambahan limbah karbit yang bertujuan untuk memaksimalkan pemanfaatan limbah karbit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sedalam dalamnya kepada Bengkel Las Bengkalis dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2014. *Hasil Analisa Kimia Limbah Karbit*. Yogyakarta: Balai Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kegunungpian Yogyakarta.
- _____. 1990. *SK SNI S-36-1990-03 Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- _____. 2002. *SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standar Nasional.
- Ade, S. 2014. *Studi Tegangan Tarik Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Dermawan, K. 2013. *Studi pemanfaatan limbah karbit dan Fly ash untuk campuran beton siap pakai*. Jurusan Presipitasi Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Dewi, NR. 2016. *34 Studi pemanfaatan limbah B3 Karbit dan Fly Ash*. Jurnal Undip
- Mulyono, T. 2013. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.