

Identifikasi Komposisi Limbah Karbit dan Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Uji Waktu Ikat Semen (Uji Setting Time)

Nuris Sidah Perdana¹, Moch. Luqman Ashari², Ridho Bayuaji³

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Program Studi Diploma Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60118

*E-mail : nurissaidah217@gmail.cpm

Abstrak

Limbah karbit merupakan limbah yang dihasilkan dari unit pembuatan gas *acetylene* pada salah satu industry gas di daerah Gresik. Gas *acetylene* diproduksi dengan mereaksikan kalsium karbida dengan air, sehingga menghasilkan gas *acetylene* dan meninggalkan endapan karbit yang berwujud slurry. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa komposisi kimia yang terdapat dalam limbah karbit dan pengaruhnya terhadap uji waktu ikat semen. Analisa dilakukan dengan menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil uji XRF menunjukkan bahwa komposisi limbah karbit terdiri dari senyawa Al_2O_3 sebesar 0,61%, SiO_2 0,94%, SO_3 0,3%, CaO 95,37%, Fe_2O_3 0,48%, Y_2O_3 0,25% dan MoO_3 sebesar 2,1%. Uji waktu ikat semen (*uji setting time*) bertujuan untuk mengetahui waktu ikat awal dan waktu ikat akhir semen. Hasil uji waktu ikat awal dan waktu ikat akhir penambahan limbah karbit sebesar 0% terhadap pengurangan semen adalah pada menit ke 77,5 dan 135, penambahan 10% terjadi pada menit ke 60 dan 135, penambahan 20% terjadi pada menit ke 35 dan 105, penambahan 30% terjadi pada menit ke 22,5 dan 90.

Kata Kunci: Limbah Karbit, X-Ray Fluorescence, Waktu ikat semen (*uji setting time*)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin modern memicu berkembangnya industri – industri guna mendukung kebutuhan – kebutuhan manusia yang semakin kompleks. Seiring dengan bertambahnya industri, semakin meningkat pula permasalahan mengenai limbah yang dihasilkan oleh tiap- tiap industri. Salah satunya adalah industri yang bergerak dalam bidang produsen gas industri yang memproduksi gas *acetylene*. *Acetylene* merupakan gas yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Gas ini banyak digunakan sebagai bahan bakar dalam pengelasan *acetylene*. Bahan baku dalam pembuatan gas *acetylene* adalah kalsium karbida (CaC_2) dengan ditambahkan air sebagai pereaksinya. Reaksi tersebut menghasilkan gas *acetylene* (C_2H_2) dan $Ca(OH)_2$ (kalsium hidroksida) yang berwujud *slurry*. Limbah karbit yang dihasilkan dalam satu tahun rata – rata sekitar 1978,72 m³. Menurut PP No 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun pada lampiran I dinyatakan bahwa limbah karbit yang berasal dari kegiatan industri gas termasuk limbah B3 dengan kategori bahaya 2. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan limbah B3 yang tepat untuk menghindari kontaminasi dengan manusia serta lingkungan.

Berdasarkan penelitian terdahulu, komposisi kimia terbesar dalam limbah karbit adalah CaO sebesar 56,5% dan SiO_2 4,3% (Makarantat, 2010 dalam Denny & Luqman, 2016). Sedangkan komposisi terbesar semen *portland* adalah CaO sebesar 60 – 65% dan unsur Si 17 – 25% Material utama dari semen *portland* adalah kapur dan silika. Beberapa semen juga mengandung sejumlah kecil Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO dan SO_3 (Sagel dkk,1997 dalam Yusibani Et al, 2016).

X-Ray Fluoresensi (XRF) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia dari suatu material (Duggal, 2008 dalam Yusibani Et al, 2016). *X-Ray Fluoresensi* (XRF) merupakan salah satu metode analisis unsur dalam suatu material secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dapat memberikan informasi mengenai unsur apa saja yang terkandung dalam material tersebut, sedangkan analisa kuantitatif dapat memberikan informasi mengenai jumlah unsur yang terkandung dalam material tersebut (Brouwer, 2010 dalam Yusibani Et al, 2016).

Berdasarkan hasil pengujian *X-Ray Fluoresensi* (XRF) dari limbah karbit menunjukkan bahwa komposisi limbah karbit terdiri dari senyawa Al_2O_3 sebesar 0,61%, SiO_2 0,94%, SO_3 0,3%, CaO 95,37%, Fe_2O_3 0,48%, Y_2O_3 0,25% dan MoO_3 2,1%. Material utama penyusun semen *portland* adalah kapur dan silika (Sagel dkk.,1997 dalam Yusibani, 2016). Komposisi senyawa kimia CaO dan SiO_2 dalam limbah karbit sebesar

95,37% dan 0,94%. Sedangkan senyawa kimia CaO dan SiO₂ dalam semen *portland* sebesar 60 – 65% dan 17 – 25% (Sagel dkk, 1997 dalam Yusibani Et al, 2016). Senyawa CaO dalam semen berfungsi sebagai pengontrol kekuatan dan ketahanan material terhadap palapukan dan SiO₂ berfungsi sebagai penambah kekuatan, jika terlalu banyak akan membuat *setting time* lambat (Sagel dkk, 1997 dalam Yusibani Et al, 2016).

Sehingga dalam penelitian ini, dilakukan pemanfaatan limbah karbit sebagai substitusi semen. Pengujian yang dilakukan yaitu uji waktu ikat semen yang telah ditambahkan limbah karbit sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap pengurangan semen.

Uji waktu ikat semen (*setting time*) berdasarkan SNI 03-6827-2002 bertujuan untuk mendapatkan nilai waktu ikat awal dan waktu ikat akhir. Waktu ikat awal merupakan waktu yang diperlukan oleh pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat. Waktu ikat awal ditentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu waktu dimana penetrasi jarum *vicat* mencapai nilai 25 mm. Waktu ikat akhir merupakan waktu dimana penetrasi jarum *vicat* tidak terlihat secara visual.

2. METODOLOGI

Langkah awal dalam penelitian ini adalah dilakukan pengujian komposisi senyawa kimia pada limbah karbit dengan menggunakan metode uji *X-Ray Fluoresensi* (XRF). Tujuan dari pengujian komposisi senyawa kimia pada limbah karbit adalah untuk mengetahui kesamaan komposisi kimia limbah karbit dengan komposisi kimia semen *portland*.

Setelah dilakukan uji komposisi kimia limbah karbit, maka dilakukan uji waktu ikat semen yang telah ditambahkan limbah karbit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan kegiatan percobaan untuk mendapatkan hasil data. Persentase penambahan limbah karbit dalam penelitian ini sebesar 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap pengurangan semen. Alat – alat yang digunakan dalam pengujian waktu ikat semen (*setting time*) yaitu alat *vicat*, cincin *ebonite*, plat kaca dengan ukuran (150 x 150 x 3 mm), jarum *vicat*, timbangan digital, loyang, *stopwatch* dan gelas ukur. Limbah karbit dan semen *portland* yang telah ditimbang sebanyak 250 gr dituang ke dalam loyang dan ditambahkan air sedikit demi sedikit, kemudian diaduk sampai menjadi homogen. Setelah itu, adonan tersebut dibentuk menjadi bola pasta dan diletakkan ke dalam cincin *ebonite* yang telah diberi alas plat kaca. Kemudian diamati dan dicatat nilai penurunan yang terjadi saat jarum *vicat* ditusukkan ke dalam pasta semen setiap 15 menit hingga jarum *vicat* tidak dapat menembus pasta semen tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Hasil Uji *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Limbah karbit yang akan diuji berasal dari salah satu industry gas di daerah Gresik. Uji *X-Ray Fluorescence* (XRF) digunakan untuk mengetahui jenis – jenis senyawa kimia serta presentase senyawa kimia tersebut dari limbah karbit. Hasil uji komposisi senyawa kimia limbah karbit terdapat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji XRF pada Limbah Karbit

No.	Senyawa	Presentase (%)
1.	Al ₂ O ₃	0,61
2.	SiO ₂	0,94
3.	SO ₃	0,3
4.	CaO	95,37
5.	Fe ₂ O ₃	0,48
6.	Y ₂ O ₃	0,25
7.	MoO ₃	2,1

(Sumber : Hasil Uji Laboratorium, 2018)

Bahan penyusun utama dalam semen *portland* adalah kapur dan silika. Komposisi kimia CaO dan SiO₂ dalam semen *portland* sebesar 60 – 65% dan 17 – 25%. Senyawa CaO dalam semen berfungsi sebagai pengontrol kekuatan dan ketahanan material terhadap palapukan dan SiO₂ berfungsi sebagai penambah kekuatan, jika terlalu banyak akan membuat (*setting time*) lambat (Sagel dkk, 1997 dalam Yusibani Et al, 2016).

Berdasarkan hasil pengujian *X-Ray Fluoresensi* (XRF) dari limbah karbit menunjukkan bahwa komposisi SiO₂ sebanyak 0,94% dan CaO sebanyak 95,37%. Komposisi senyawa kimia terbesar yang dimiliki oleh limbah karbit adalah CaO begitupun pada semen *portland*. Sehingga limbah karbit dapat digunakan sebagai substitusi semen *portland*.

B. Analisa Hasil Uji Ikatan Semen (*Setting Time*)

Berdasarkan SNI 03-6827-2002, pengujian waktu ikat semen dibagi menjadi 2, yaitu waktu ikat awal dimana penetrasi jarum *vicat* mencapai 25 mm dan waktu ikat akhir dimana penetrasi jarum *vicat* tidak terlihat secara visual. Uji *setting time* dilakukan terhadap tiap – tiap persentase penambahan limbah karbit yaitu 0%, 10%, 20% dan 30%. Uji *setting time* dimulai setelah bola pasta semen didiamkan dalam cincin *ebonite* selama 45 menit. Setelah itu dilakukan penetrasi setelah 15 menit. Berikut ini merupakan hasil dari uji *setting time* :

Tabel 2. Uji *Setting Time* Semen dengan Penambahan Limbah Karbit 0%

Waktu (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Penurunan (mm)
45	45	40
15	60	38
15	75	27
15	90	15
15	105	5
15	120	3
15	135	0

Berdasarkan tabel di atas, nilai waktu ikat awal semen tanpa limbah karbit terjadi pada menit ke 77,5 dan waktu ikat akhir atau waktu pengerasan terjadi pada menit ke 135.

Tabel 3. Uji *Setting Time* Semen dengan Penambahan Limbah Karbit 10%

Waktu (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Penurunan (mm)
45	45	32
15	60	25
15	75	20
15	90	7
15	105	0

Berdasarkan tabel di atas, nilai waktu ikat awal semen dengan penambahan limbah karbit 10% lebih cepat yaitu terjadi pada menit ke 60 dan waktu ikat akhir atau waktu pengerasan juga lebih cepat yaitu terjadi pada menit ke 105.

Tabel 4. Uji *Setting Time* Semen dengan Penambahan Limbah Karbit 20%

Waktu (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Penurunan (mm)
45	45	23
15	60	20
15	75	15
15	90	3
15	105	0

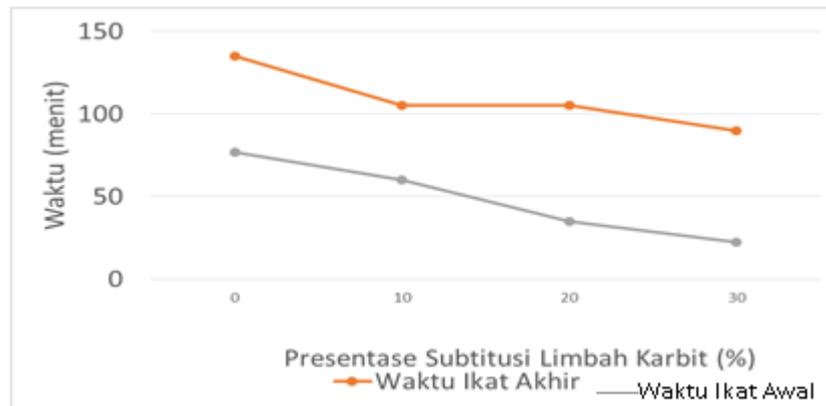
Berdasarkan tabel di atas, nilai waktu ikat awal semen dengan penambahan limbah karbit 20% lebih cepat yaitu terjadi pada menit ke 22,5 dan waktu ikat akhir atau waktu pengerasan sama seperti waktu ikat akhir semen persentase limbah karbit sebelumnya yaitu terjadi pada menit ke 105.

Tabel 5. Uji *Setting Time* Semen dengan Penambahan Limbah Karbit 30%

Waktu (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Penurunan (mm)
45	45	19
15	60	16
15	75	8
15	90	0

Berdasarkan tabel di atas, nilai waktu ikat awal semen dengan penambahan limbah karbit 30% adalah yaitu terjadi pada menit ke 22,5 dan waktu ikat akhir atau waktu pengerasan merupakan yang paling cepat dibanding komposisi lainnya yaitu terjadi pada menit ke 90.

Grafik 1. Uji *Setting Time* Semen dengan Penambahan Limbah Karbit 0%, 10%, 20% dan 30%



Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa semakin tinggi substitusi limbah karbit dalam semen *portland*, maka semakin cepat juga waktu ikat akhir dan waktu ikat awal semen. Hal ini dikarenakan komposisi silika dalam limbah karbit yang hanya sebesar 0,94%, sedangkan pada semen normal nilai SiO_2 sebesar 17 – 25%. Fungsi SiO_2 dalam semen adalah sebagai penambah kekuatan namun jika terlalu banyak akan membuat *setting time* lama. Uji *setting time* semen *portland* yang ditambahkan limbah karbit akan semakin cepat dibandingkan dengan uji *setting time* semen *portland* tanpa adanya penambahan limbah karbit .

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji XRF, kandungan terbesar dari limbah karbit adalah CaO yaitu sebesar 95,37% Senyawa CaO juga merupakan komposisi senyawa kimia terbesar dari semen *portland*, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen. Komposisi senyawa SiO_2 dalam limbah karbit yang lebih kecil dari pada semen yaitu sebesar 0,94% dapat meningkatkan waktu ikat awal maupun waktu ikat akhir semen yaitu mencapai menit ke 22,5 dan menit ke 90.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada pihak Industri Gas yang telah mengizinkan dan membantu penulis dalam melakukan penelitian ini, pihak Laboratorium Energi dan Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, pihak Laboratorium Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya yang telah membantu penelitian dalam laboratorium.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standart, 2010, ASTM C191-08. *Standart Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement Vicat Needle*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ashari, M.L. dan Denny Dermawan . (2018). *Studi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Spent Bleaching Earth sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Beton*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia 03-6827-2002 Tentang Metode pengujian waktu ikat awal semen Portland dengan menggunakan alat vicat untuk pekerjaan sipil* (2002). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. *Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 Tentang Semen Portland*. (2004). Jakarta
- Dermawan, D., & Ashari, M. (2016). Studi Komparasi Kelayakan Teknis Pemanfaatan Limbah B3 Sandblasting Terhadap Limbah B3 Sandblasting Dan Fly Ash Sebagai Campuran Beton. *Seminar*

- MASTER PPNS, 1(1). Retrieved from
<http://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminarMASTER/article/view/72>
- Dewi, N.R, Ashari, M.L. dan Denny Dermawan . (2016). *Studi Pemanfaatan Limbah B3 Karbit Dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (Bsp) (Studi Kasus : Pt. Varia Usaha Beton)*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Dewi, V., Ashari, M., & Dermawan, D. (2018). Analisis Pengaruh Limbah Slag dan Debu EAF (Electric Arc Furnace) Terhadap Uji SEM, Uji Kuat Tekan Beton, dan Uji TCLP. *Seminar K3, 1(1)*, 292-296. Retrieved from <http://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/112>
- Has dan Suprpto. (2016). *Pengaruh Penambahan Limbah Gas Asetilen Pengganti Fly Ash Terhadap Kualitas Genteng Beton Sesuai SNI 0096:2007*. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Natania, Dea. (2016). *Studi Pemanfaatan Limbah Karbit PT Z Sebagai Bahan Campuran Dalam Pembuatan Beton Ringan*. Surabaya : Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Nur Anisya, L., Ashari, M., & Dermawan, D. (2018). Pemanfaatan Limbah Padat Debu EAF Pada Perusahaan Peleburan Baja Sebagai Pengganti Semen Pada Campuran Beton. *Seminar K3, 1(1)*, 367-372. Retrieved from <http://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/171>
- Republik Indonesia. *Undang – undang No.101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan berbahaya dan beracun (2014)*. Jakarta
- Wahyuningtyas, Dyah., & Suprpto. (2016). *Pengaruh Penggunaan Copper Slag sebagai Pengganti Pasir Terhadap kualitas Genteng Beton sesuai SNI 0096:2007*. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Yasin, A.K dan Ridho Bayuaji . (2015). *Pengaruh Penambahan Serbuk Limbah Karbit Dan Fly Ash Sebagai Bahan Subtit Usi Semen Pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Fitri, Nurul., Yusibani, Elin, & Yufita, Evi (2016). *Identifikasi Kandungan Material Perekat pada Benteng Purba di Kawasan Aceh Besar Menggunakan XRF*. Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Halaman ini sengaja dikosongkan