

Kajian Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida (CaO) Terhadap Suhu Reaksi dan Kuat Tekan Semen *Portland*

Yulis Cahya Reni, Rum Hastuti, Adi Darmawan

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA,
Universitas Diponegoro, Semarang

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kalsium oksida terhadap suhu reaksi dan kuat tekan semen *portland*. Parameter yang digunakan adalah suhu reaksi dan kuat tekan pada mortar tanpa penambahan kalsium oksida dan dengan penambahan kalsium oksida. Penambahan kalsium oksida dilakukan pada variasi komposisi 2, 4, 6, 8, 10, dan 12% dari berat semen yaitu 500 gram. Kekuatan mortar diukur menggunakan alat penekan atau *compression test*. Hasil pengukuran suhu reaksi menunjukkan bahwa reaksi hidrasi semen meningkat seiring dengan penambahan kalsium oksida. Hasil pengukuran kuat tekan mortar semen menunjukkan kuat tekan mortar mengalami penurunan seiring dengan penambahan kalsium oksida. Penggunaan kalsium oksida menurunkan kualitas semen dengan menghasilkan kuat tekan yang rendah yang terjadi seiring dengan penambahan kalsium oksida.

Kata kunci: *semen portland, kalsium oksida, kuat tekan*

1. Pendahuluan

Semen merupakan salah satu material anorganik yang banyak dimanfaatkan karena sifat-sifatnya yang memiliki kestabilan tinggi terhadap pengaruh fisis. Semen biasa digunakan sebagai bahan bangunan, selain itu semen juga digunakan sebagai bahan campuran pembuatan beton^[5]. Seiring dengan meningkatnya harga jual semen, dan daya beli masyarakat yang cenderung menurun. Banyak masyarakat pedesaan yang menggunakan bahan campuran atau adukan untuk bangunan berupa kapur. Dengan pemahaman harganya jauh lebih murah dibandingkan semen, kapur semakin banyak digunakan oleh masyarakat.

Penelitian ini menggunakan kapur dari sisa pengelasan logam yang menggunakan karbit (kalsium karbida) yang direaksikan dengan air membentuk gas asetilen dan kalsium hidroksida^[7], sehingga pada dilakukan pengambilan kalsium oksida dari limbah tersebut dan selanjutnya digunakan untuk mengkaji pengaruh penambahannya terhadap mortar semen *Portland*.

Kapur yang terhidrasi menghasilkan Ca(OH)_2 akan mengakibatkan volume kapur bebas yang lebih besar, sehingga dapat menyebabkan pengembangan volume pada saat pengikatan (*setting time*)^[4] yang pada akhirnya mengakibatkan keretakan dan kerusakan pasta semen dan beton yang sudah mengeras^[10]. Di

samping itu, kehadiran Ca(OH)_2 dapat menimbulkan juga pelemahan daya lekat pada unsur-unsur pengisi beton^[3].

Dilakukan pengujian terhadap sifat-sifat fisis semen *portland* akibat penambahan kalsium oksida terhadap semen *portland* yang dititik beratkan pada: kuat tekan dan suhu reaksi. Kuat tekan ini diukur pada hari ke 7 dan ke 28 supaya terlihat perbedaannya. Diduga dengan penambahan kalsium oksida kuat tekan semen menurun dan suhu reaksi meningkat.

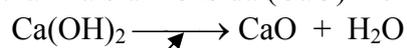
2. Eksperimen

Dengan mengoptimasi limbah sisa pengelasan logam yakni mengambil kalsium oksida yang terdapat dalam limbah, dapat diperoleh kalsium oksida untuk selanjutnya digunakan sebagai bahan tambahan semen. Limbah sisa pengelasan logam dipanaskan dalam *furnace* selama 3 jam pada suhu 700°C , serbuk kalsium oksida yang terbentuk diayak dengan pengayakan 100 mesh. Selanjutnya kalsium oksida yang telah diayak siap digunakan. Semen yang digunakan yaitu semen *portland*. Variasi komposisi kalsium oksida adalah 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 % dari berat semen yaitu 500 gram.

Pengukuran suhu reaksi dilakukan dengan mengukur selisih suhu awal dan suhu akhir reaksi menggunakan termometer selama 5 menit dengan tiap satu menit dilakukan pencatatan suhu reaksi. Mortar semen dibuat dengan mencampurkan semen, kalsium oksida, air dan pasir dalam mangkuk pengaduk. Kemudian, mortar dicetak dengan pencetakan kubus $5 \times 5 \times 5$ cm dan didiamkan selama 24 jam sampai mortar mengeras. Selanjutnya mortar dilakukan perendaman dalam air sampai waktu pengujian kuat tekan dilakukan yakni selama 7 dan 28 hari. Pengujian kuat tekan menggunakan alat penekan atau *Compression Test*. Prosedur pengukuran kuat tekan maupun suhu reaksi pada penelitian ini, mengacu pada penelitian sebelumnya dan sudah memenuhi standar ASTM C311 (*American Society for Testing Material*) Pengujian kuat tekan mortar dilakukan di Lembaga Pengembangan Pekerjaan Umum (LPPU) Undip Tembalang.

3. Hasil dan Diskusi

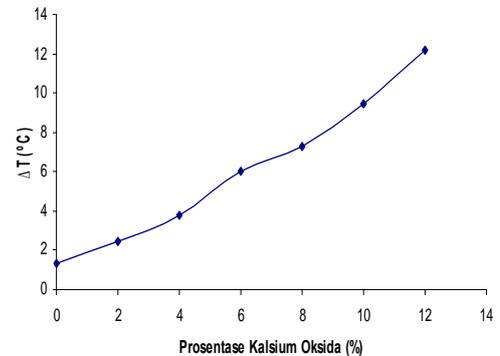
Penelitian ini menggunakan semen *portland* (semen gresik), pasir, akuades dan kalsium oksida. Kalsium oksida yang digunakan, didapat dari limbah pengelasan logam. Melalui pemanasan akan menghilangkan bau gas asetilen yang masih terdapat dalam limbah, juga menguapkan air yang masih tersisa sehingga didapatkan kalsium oksida (CaO) menurut reaksi :



Melalui pembakaran dalam *furnace* didapatkan CaO dan air yang kemudian air akan teruapkan dengan pemanasan. Kalsium oksida ini digunakan sebagai agregat halus yang ditambahkan dalam semen serta dilakukan pengkajian pengaruhnya terhadap mortar yang terbentuk. Semen *Portland* digunakan dalam penelitian ini karena semen jenis ini banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Kalsium oksida (%)	Suhu awal (°C)	Suhu akhir (°C)	ΔT (°C)
0	29,0	30,30	1,30
2	29,0	31,42	2,42
4	29,0	32,76	3,76
6	29,0	35,00	6,00
8	29,0	36,52	7,25
10	29,0	38,48	9,48
12	29,0	41,16	12,16

Tabel 3.1 Data pengukuran suhu reaksi



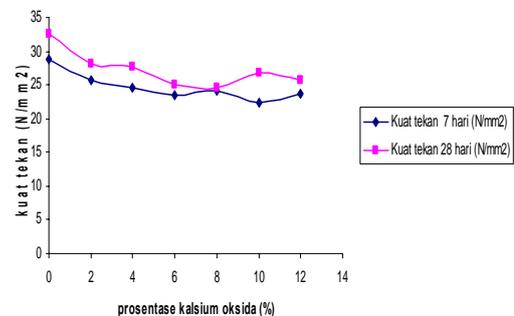
Gambar 3.1 Hubungan suhu reaksi dengan prosentase kalsium oksida

Dari gambar 3.1 dapat terlihat bahwa suhu reaksi cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya prosentase kalsium oksida yang ditambahkan. Dengan adanya penambahan CaO maka reaksi pembentukan kalsium silikat hidrat bersifat eksotermis (mengeluarkan panas). Dengan demikian, bertambahnya jumlah CaO dapat menyebabkan pembentukan $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang semakin banyak. Suhu reaksi yang dihasilkan pada saat CaO bereaksi dengan H_2O menghasilkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang bersifat eksotermis menyebabkan meningkatnya suhu reaksi. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan nilai ΔH pembentukan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang bernilai negatif.

Dengan suhu reaksi yang tinggi dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan (*strenght*) dan kekakuan (*stiffness*) dari elemen-elemen atau sistem struktur sehingga menyebabkan pemuaian dari bahan. Pemuaian volume dari bahan yang terkekang akan menyebabkan bertambahnya tegangan pada elemen-elemen struktur, sehingga tegangan di dalam elemen akan meningkat. Pada suhu yang tinggi akan mengakibatkan berkurangnya tingkat kelenturan bahan [2].

Kalsium oksida (%)	Kuat tekan rata-rata 7 hari (N/mm^2)	Kuat tekan rata-rata 28 hari (N/mm^2)
0	28,75	32,55
2	25,61	28,24
4	24,55	27,69
6	23,53	25,10
8	24,16	24,55
10	22,47	26,79
12	23,65	25,61

Tabel 3.2 Data pengukuran kuat tekan rata-rata



Gambar 3.2 Hubungan antara kuat tekan dengan prosentase kalsium oksida

Dari hasil pengukuran kuat tekan didapatkan bahwa, dengan penambahan kalsium oksida kuat tekan cenderung menurun, kekuatan daya tekan semen dipengaruhi oleh adanya pertumbuhan gel tobermorit (kalsium silikat hidrat) yang terbentuk ketika semen bereaksi dengan air^[8]. Waktu berpengaruh terhadap pertumbuhan senyawa $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, dimana dengan semakin lama waktu perendaman maka pertumbuhan senyawa yang terjadi akan semakin banyak sehingga proses pengerasan akan semakin lama dan berpengaruh pada kekuatan mortarnya^[9].

Dengan jumlah kalsium oksida yang lebih tinggi maka kandungan senyawa $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$, di dalam semen juga akan meningkat. Hal tersebut membuat bertambahnya kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air, dengan semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur di dalamnya akan lemah dan menyebabkan kuat tekannya rendah.

Dapat dijelaskan bahwa Penambahan kapur sebagai bahan tambahan semen mampu menurunkan kualitas semen yang ditunjukkan dengan penurunan kuat tekan yang terjadi, sehingga dapat direkomendasikan bahwa untuk bangunan bertingkat tidak efektif apabila mencampurkan kapur dalam adukan yang akan dipakai. Tetapi, untuk bangunan sederhana dan pada lokasi yang tidak banyak mengandung garam seperti daerah pantai, penggunaan kapur ini dapat dijadikan sebagai alternatif untuk membuat bangunan dengan nilai yang lebih ekonomis karena penambahan kapur mampu meminimalisir penggunaan semen.

4. Kesimpulan

1. Dengan penambahan kalsium oksida reaksi berjalan secara eksotermis yang dibuktikan dengan kenaikan suhu reaksi.
2. Terjadi penurunan kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari sebesar 4,75 N/mm^2 dan 6,25 N/mm^2 pada umur mortar 28 hari.
3. Penambahan kalsium oksida menurunkan kualitas semen dengan menghasilkan kuat tekan yang rendah yang terjadi seiring dengan penambahan kalsium oksida.

Daftar Pustaka

1. Allahverdi, ali and Ghorbani, jaleh., 2005, *Chemical Activation and Set Acceleration of Lime-natural Pozzolan Cement*, College of Chemical Engineering Iran University of Science and Technology, Normark Tehran.
2. Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
3. Gabrovsek, roman, Thomas vuk and Kaucic, venceslav., 2005, *Evaluation of the Hydration of Portland Cement Containing Various Carbonates by Means of Thermal Analysis*, National Institute of Chemistry, Slovenia.

4. Gunawan, H., 1995, *Pengaruh Penambahan Abu Terbang terhadap Kuat Tekan Mortar Kaca*, Laporan Penelitian, Universitas Riau, hal 1-8.
5. Austin, G. T., a.b: Jasjfi, 1996, *Industri Proses Kimia*, Erlangga, Jakarta, hal 173-188
6. Misdarpon, deddy, Nurjanah, nunuy., 2007, *Pemanfaatan Batu Berangkal Kapur Limbah Industri Sebagai Agregat Untuk Beton Non-Pasir*, P4TK BMTI, Bandung.
7. Mulyono, HAM., 1997, *Kamus Kimia*, PT. Ganesa silatama Bandung, Bandung.
8. Nhu Quy, nguyen and Trong Lam, nguyen., 2003, *The Effect of triethanolamine and limestone powder on strenght development and formation of hardened portland cement structure*, Hanoi University of Civil Engineering,
9. Shariq,m, Prasad,j and Ahuja,a.k., 2007, *Strenght Development of Cement Mortar and Concrete Incoorporating GGBFS*, Depatrmnt of Civil Engineering IIT Roorkee, India.
10. Tsivilis,s.dkk, 2003, *The Permeability of Portland Limestone Cement Concrete*, School of Chemical Engineering National Technical Univercity of Athens, Grece.