

**OPTIMALISASI SEMEN KUAT TEKAN BETON
DENGAN MEMANFAATKAN ALUMINA SILIKA
SEBAGAI BAHAN ADITIF SEMEN**

**DISUSUN OLEH :
INGGRA (94221006)**



TESIS

**Untuk Memperoleh Gelar Magister dalam Bidang Ilmu
Teknik Kimia Pada Universitas Muhammadiyah Palembang
Dengan Wibawa Rektor Univeritas Muhammadiyah Palembang
Dipertahankan Pada 5 Mei 2023
Di Universitas Muhammadiyah Palembang**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2023

**OPTIMALISASI SEMEN KUAT TEKAN BETON
DENGAN MEMANFAATKAN ALUMINA SILIKA
SEBAGAI BAHAN ADITIF SEMEN**

TESIS

**NAMA : INGGRA
NIM : 94221006**

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada Panitia Penguji
Pada Tanggal : 05 Mei 2023

Pembimbing 1



Dr. Ir. Elfidiah, M.T.
NIDN: 0202066401

Pembimbing 2


Dr. Mardwita, S.T., M.T.
NIDN: 0023038203

Mengetahui

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Elfidiah, M.T.
NIDN: 0202066401

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : INGGRA
Nim : 94221006
Program Studi : Teknik Kimia Program Pascasarjana
Konsentrasi : Teknik Proses

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Magister Teknik Kimia baik di Universitas Muhammadiyah Palembang maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri,tanpa bantuan pihak lain,kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain,kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini,maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, Mei 2023

Yang membuat pernyataan,



Inggra, S.T.

NIM: 94221006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	viii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Semen Portland	4
2.2. Alumina Silika	6
2.3. Bahan Baku Semen	7
2.4. Mineralogi Alumina Silika.....	8
2.5. Struktur Alumina Silika	8
2.6. Perbandingan antara Alumina Silika Alam dan Alumina Silika Sintesis	9
2.7. Karakteristik Semen	19
2.8. Data Unsur	20
2.9. Beton	21
2.10. Bahan Penyusun Beton	22

2.11. Pengujian Beton	31
2.12. Studi Terdahulu.....	35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Metodologi Penelitian	37
3.2. Populasi Sampel Uji.....	42
3.3. Diagram Alir Penelitian	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Komposisi Campuran Beton dan Variasi penggunaan Alumina Silika	44
4.2. Uji Slump	45
4.3. Pengukuran Berat Sampel Uji.....	47
4.4. Uji Kuat Tekan.....	48
4.5. Pembahasan.....	51
KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN DOKUMENTASI	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Sebaran Gunung di Indonesia (Kementrian ESDM, 2021)	2
Gambar 2.1. Langkah – langkah dalam sintesis Alumina Silika	12
Gambar 2.2. Gambar Skema ilustrasi dari transformasi larutan – fase padat	12
Gambar 2.3. Gambar grafik hubungan antara kristalisasi Alumina Silika sebagai fungsi waktu	18
Gambar 2.4. Alat Slump test	32
Gambar 2.5. Alat ukur berat digital dan manual	33
Gambar 3.1. Alat bantu	39
Gambar 3.2. Gelas Ukur	39
Gambar 3.3. Cetakkan benda uji silider.....	40
Gambar 3.4. Seperangkat alat Slump	40
Gambar 3.5. Alat Timbangan Digital	40
Gambar 3.6. Alat uji kuat tekan beton	41
Gambar 3.7. Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 4.1. Grafik hasil nilai <i>slump test</i>	46
Gambar 4.2. Grafik Berat Sampel Uji Beton	47
Gambar 4.3 . Grafik persentase kuat tekan beton	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi kimia dan kadarnya pada semen	5
Tabel 2.2. Pengaruh utama komposisi campuran reaksi	13
Tabel 2.3. Nilai K, A, dan E, untuk Alumina Silika NaA sebagai Fungsi Alkalinitas dan suhu	15
Tabel 2.4. $K = 0,5 \Delta l / \Delta t$ untuk Pertumbuhan NaX	16
Tabel 2.5. Pengaruh jenis kation terhadap hasil akhir produk sintesis Alumina Silika	17
Tabel 2.6. Hasil Analisis Kimia (Dalam satuan % berat)	20
Tabel 3.1. Komposisi Campuran Beton Fc 20 dalam 1 m ³	38
Tabel 3.2. Variasi Komposisi <i>Alumina Silika</i>	38
Tabel 3.3. Variasi Pengujian	42

**“Optimalisasi Semen Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan
Alumina Silika sebagai Bahan ADITIF Semen”**

Inggra, 2023. Optimalisasi semen kuat tekan beton dengan memanfaatkan alumina silika sebagai bahan ADITIF semen, Tesis, Program Pasca Sarjana Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Palembang. Pembimbing (I) Dr. Ir. Elfidiah, M.T., Pembimbing (II) Dr. Mardwita. S.T., M.T.

ABSTRAK

Semen merupakan bahan dasar utama konstruksi bangunan. Hal ini menjadikan semen merupakan komoditi yang strategis. *Portland Composite Cement* (PCC) merupakan jenis semen varian baru yang mempunyai sifat dan karakteristik hampir sama dengan semen *portland*. Namun semen jenis PCC ini mempunyai kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan, dan harga yang lebih ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan alumina silika dengan berbagai variasi terhadap kuat tekan dan menentukan massa alumina silika yang dapat memberikan kuat tekan maksimum pada semen *portland* komposit. Variasi *Alumina Silika* yang ditambahkan adalah 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Pengaruh penambahan alumina silika dapat diketahui dari hasil uji kuat tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alumina silika kurang atau sama dengan 10% akan menghasilkan mutu yang baik dari segi kelecakkan (*slump test*) dan hasil kuat tekan beton yang lebih besar dari pada beton tanpa campuran alumina silika. Sedangkan untuk variasi campuran beton dengan aluminas silika melebihi 10% berat semen, maka akan menghasilkan kelecakkan beton diatas ketentuan, selain itu campuran dengan variasi alumina silika melebihi 10% mempengaruhi pengurangan berat sampel uji beton, hal ini diakibatkan oleh gelembung udara yang membentuk rongga-rongga sebagai reaksi kimia alumina silika pada adukan campuran beton sehingga menghasilkan kuat tekan beton yang rendah.

Kata kunci : semen, semen Portland komposit, *alumina silika*, kuat tekan, aditif, *clinker*

“Optimizing the Compressive Strength of Cement Concrete by Utilizing Aluminae Silica as a Cement Additive”

Inggra, 2022. *Optimizing the compressive strength of cement concrete by utilizing aluminae silica as a cement additive. Thesis, Chemical Engginering Study Program Postgraduate, Muhammadiyah University of Palembang.* Advisor (1) Dr. Ir. Elfidiah, M.T. Advisor (II) Dr. Mardwita. S.T., M.T.

ABSTRACT

Cement is the main component of construction that makes it an important commodity. Portland Composite Cement (PCC) is one of new cement variants that has similar characteristic to Portland Cement, but with better quality, more environmentally friendly and cheaper in price. The objective of this research is to understand the influence of alumina silica to the compressive strength of the cement and to determine the percentage of added alumina silica that gives maximum compressive strength to PCC. The variations of alumina silica addition to the cement were 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25 %. The impact of added alumina silica was studied by concrete compressive strength. The result showed that the use of silica alumina less than or equal to 10% will produce good quality in terms of slump test and concrete compressive strength results which are greater than concrete without a mixture of silica alumina. As for the variation of the concrete mixture with alumina silica of more than 10% by weight of cement, it will result in concrete workability above the provisions, besides that the mixture with alumina silica exceeding 10% affects the weight reduction of the concrete test sample, this is caused by air bubbles that form cavities. voids as a chemical reaction of alumina silica in the concrete mix resulting in low compressive strength of concrete.

Keywords: *cement, Portland composite cement, limestone, compressive strength, additives, clinker*

PRAKATA

Alhamdulillah Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah yang maha kuasa, karena berkat rahmat dan karuniaNya sehingga penyusunan dan penulisan tesis dengan judul "Optimalisasi Semen Kuat Tekan Beton dengan Memanfaatkan Alumina Silika sebagai Bahan Aditif Semen "dapat diselesaikan sesuai harapan. Tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pagister Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan ucapan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Dr. Ir. Elfidiah., M.T. sebagai ketua Program Studi Teknik Kimia sekaligus pembimbing pertama;
2. Seluruh dosen Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Palembang;
3. Seluruh dosen penguji karya ilmiah laporan tesis;
4. Keluarga besar yang memberikan dukungan, semangat dan do'a.

Untuk yang terakhir kalinya penulis berdo'a semoga amal kebaikan dari berbagai pihak tersebut mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT. Serta semoga tesis ini menjadi manfaat bagi siapa saja yang membacanya. Aamiin Yaa Robbal Alamiin.

Palembang, Mei 2023



Inggra, S.T.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

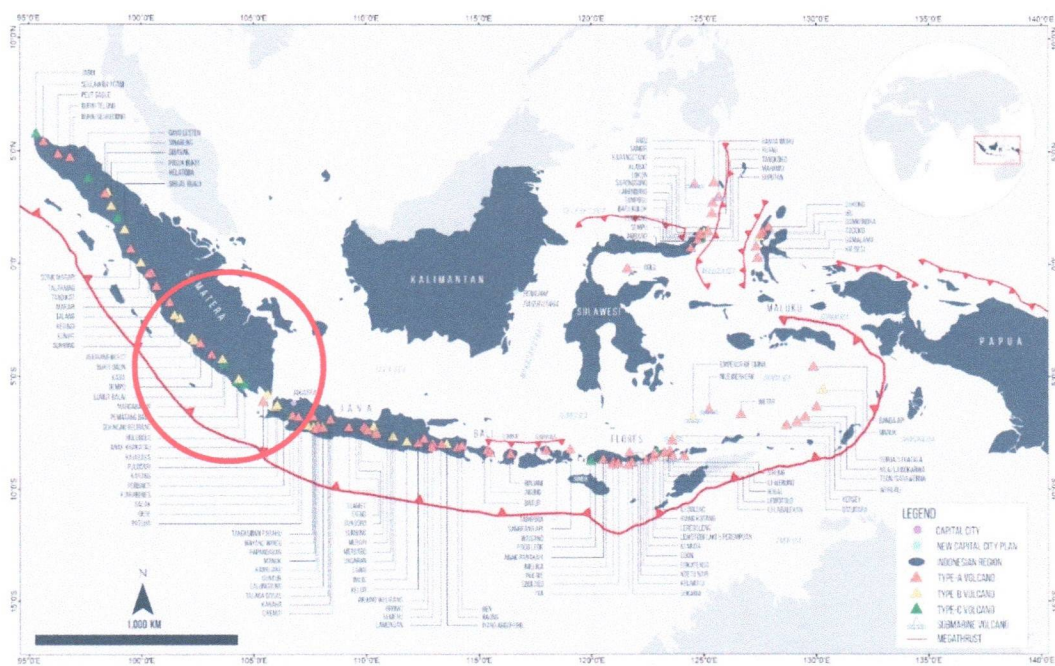
Semen merupakan salah satu bahan dasar utama konstruksi bangunan, sehingga menjadikan semen sebagai komoditi yang strategis. Saat ini total kapasitas produksi semen nasional mencapai 68,7 juta ton dengan kemampuan produksi 59,9 juta ton. Pada 2014, jumlah ekspor semen asal Indonesia hanya 220.000 ton sementara impor sebanyak 2,4 juta ton. Total kebutuhan semen nasional diperkirakan mencapai 62,4 juta ton (Kemenperin, 2016).

Di Indonesia terdapat beberapa produsen semen yang beroperasi baik swasta maupun BUMN dalam pemenuhan kebutuhan pasar yang tinggi ditambah dengan kepekaan konsumen terhadap mutu, membuat produsen harus selalu menempatkan mutu sebagai target utama. Selain itu, tantangan yang dihadapi industri semen adalah mengurangi konsumsi energi dengan tetap menghasilkan produk yang bermutu tinggi.

Tahun 2015, kementerian ESDM mengelompokkan industri di Indonesia menjadi sembilan kategori. Dari kesembilan kategori tersebut, industri semen dan barang galian bukan logam menduduki peringkat kedua teratas sebagai industri yang mengonsumsi energi terbesar, yaitu 20%, setelah industri logam dasar besi dan baja sebesar 21%, itupun hanya selisih 1%. Semakin pesatnya perkembangan industri semen di Indonesia membuat muncul beberapa tipe semen antara lain *Ordinary Portland Cement* (OPC), *White Cement*, dan *Portland Composite Cement* (PCC). Semen PCC merupakan jenis semen varian lain yang mempunyai sifat dan karakteristik hampir sama dengan semen Portland, namun mempunyai kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan dan harga yang lebih ekonomis. Komposisi bahan baku PCC adalah *clinker*, *gypsum*, dan zat tambahan lainnya (*additive*). Bahan aditif yang digunakan yaitu limbah aluminium yang mengandung alumina silika dengan senyawa SiO_2 yang dapat meningkatkan kuat tekan. Bahan-bahan ini umumnya mengandung komponen silika amorf reaktif, yang pada reaksinya dengan air dan Ca(OH)_2 akan membentuk senyawa kalsium Silika hidrat, disingkat CSH.

Selain adanya zat aditif, ditambahkan pula *limbah aluminium* yang berfungsi meningkatkan kuat tekan pada semen. Hal ini terjadi karena *alumina silika* mempunyai bentuk fisik yang mudah halus, sehingga dengan nilai kehalusan tersebut, *alumina silika* dapat menutup rongga-rongga yang terdapat di dalam semen sehingga bisa meningkatkan kuat tekan (Hariawan, 2012).

Sebagai negara kepulauan yang terletak diantara tiga pertemuan lempeng besar yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, kepulauan Indonesia biasa disebut dengan julukan *Ring of Fire* karena dikelilingi oleh banyak gunung aktif. Di Indonesia khususnya disisi barat Pulau Sumatera terdapat beberapa gunung yang masih aktif yang membentang dari utara sampai selatan Pulau Sumatera (Bukit Barisan) salah satunya Gunung Kerinci, Gunung Lueser, Gunung Dempo, Gunung Marapi, dan lain sebagainya.



Gambar 1.1. Peta Sebaran Gunung di Indonesia (Kementerian ESDM, 2021)

Di wilayah sepanjang bukit barisan tersebut terdapat berbagai macam kandungan material dan mineral yang salah satunya adalah mineral Alumina Silika. Keberadaan Alumina Silika biasanya dapat ditemukan pada batuan tufa

yang terbentuk dari hasil sedimentasi atau debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi.

Di Provinsi Sumatera Selatan, kandungan Alumina Silika biasanya dapat ditemukan di wilayah barat Provinsi Sumatera Selatan salah satunya di Kabupaten Ogan Komering Ulu Timur. Salah satu potensi kegunaan Alumina Silika adalah sebagai bahan aditif semen, kandungan mineral alumina Silika pada zeolite merupakan salah satu factor utama material ini digunakan sebagai aditif pada semen. Keberadaan Alumina Silika ini belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh pemerintah daerah, dikarenakan keterbatasan informasi kegunaan dari batuan Alumina Silika serta keahlian untuk mengolahnya.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pemanfaatan alumina Silika belum maksimal untuk memberi nilai tambah dan berdaya guna menjadi sumber alternatif bahan ADITIF semen untuk mengoptimalkan kuat tekan beton.
2. Dalam mengoptimalkan kuat tekan beton, pemanfaatan bahan lokal yang banyak terdapat di lokasi produksi masih sangat jarang untuk dimanfaatkan.
3. Bagaimana pengaruh penambahan alumina silika sebagai bahan ADITIF semen?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini berdasarkan permasalahan diatas bertujuan untuk memberikan informasi proses peningkatan kekuatan beton dengan penambahan alumina silika dan dengan penambahan alumniat silika tersebut apakah dapat menunjukkan bahwa varias partikel alumina Silika memberikan hasil yang berbeda pada kekuatan beton serta menghasilkan kuat tekan yang lebih optimal.

BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada semen portland dengan berbagai variasi komposisi *alumina silika*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan data analisis komposisi kimia semen menunjukkan bahwa pengaruh penambahan aditif *alumina silika* terhadap kuat tekan beton akan lebih baik hasilnya ketika pencampuran alumina silika tidak lebih dari 10% dari total berat campuran semen.
2. Semakin besar persentase penggunaan alumina silika maka semakin besar potensi terbentuknya gelembung-gelembung udara pada sampel yang disebabkan oleh reaksi kimia antara alumina silika dan campuran beton yang menghasilkan gas hidrogen.
3. Kuat tekan beton yang baik ialah apabila nilai kuat tekan yang dihasilkan selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari hasil ujinya mengalami peningkatan nilai kuat tekan beton dan memenuhi syarat mutunya. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan beton pada setiap variasi campuran meningkat seiring waktu walaupun pada beberapa variasi campuran mengalami penurunan mutu.
4. Munculnya gelembung-gelembung udara pada beton segar akibat reaksi kimia antara serbuk alumina silika dengan semen. Gelembung-gelembung udara ini berubah menjadi rongga-rongga ketika beton mengering, sehingga mempengaruhi sifat-sifat mekanis beton.
5. Menurunnya berat beton seiring bertambahnya jumlah serbuk alumina silika disebabkan adanya rongga udara yang terbentuk akibat reaksi kimia dalam penambahan alumina silika. Berat benda uji silinder beton normal berkisar 3,35 kg, dimana pada penelitian ini sampel benda uji silinder beton normal (AL0) memiliki berat sebesar 3,40 kg. Berat benda uji silinder beton paling rendah diperoleh oleh sampel beton AL5 yaitu sebesar 3,28 kg, sedangkan AL0 dengan berat sampel uji tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute, ACI 31899, *Building Code Requirements for Structural Concrete*, 1999.
- ASTM C109, 1996, Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars, Annual Book of ASTM Standard Section 4, ASTM International, United States of America.
- ASTM C114, 1996, Standard Test Method for Chemical Analysis, Annual Book of ASTM Standard Section 4, ASTM International, United States of America.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 1974:2011, *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*, 2011.
- Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1972-1990, *Cara Uji Slump Test*, 2011
- Departemen Pendidikan Nasional. 2008. *Kamus Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Elinwa, Augustine U., dan Mbadike, E., *The Use of Aluminum Waste for Concrete Production*, Journal of Asian Architecture and Building
- Elinwa, Augustine U., dan Mbadike, E., *The Use of Aluminum Waste for Concrete Production*, Journal of Asian Architecture and Building
- Hariawan, J.B., 2012 Pengaruh perbedaan Karakteristik Type Semen Ordinary Portland Cemen (OPC) dan Portland Composite Cement (PCC) terhadap Kuat Tekan Mortar, Universitas Gunadarma, Depok.
- Kementrian ESDM, 2021, Peta Sebaran Gunung di Indonesia, Jakarta
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022.

Vera, Roosyanto, dan Erry, 2000, Semen Portland Bahan Baku Sifat-Sifat dan Pengujian. Industrial Relation Division Training and Development Departement, Citeureup.

Zainudin, A., *Pengaruh Variasi Campuran Serbuk Aluminium Dalam Pembuatan Bata Beton Ringan Dengan Bahan Tambah Serbuk Gypsum*, Skripsi Program Sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018

Agustinus, Agus, 2018, Pengaruh Penambahan Serpihan Aluminium Sebagai Bahan Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Jaya.