

ISBN : 979-99723-0-2



PROSIDING

PERTEMUAN ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2006

TEMA:

PERANAN PERGURUAN TINGGI
DALAM PENGEMBANGAN IPTEK



JAKARTA, 5 - 6 SEPTEMBER 2006
GEDUNG BLOK K LANTAI IX
KAMPUS I
- FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA

PANITIA PELAKSANA

PELINDUNG

Ir. Ignatius Haryanto, MM.
DEKAN FAKULTAS TEKNIK

PENANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Leksmono S. Putranto, MT.
PUDEK I

KOMITE ILMIAH

Ir. Gregorius Sandjaja Santosa, MT.
Ir. Hadian Satria Utama, MSEE.
Ir. Sofyan Djamil, M.Si.
Alvin Hadiwono, ST.
Suryono Herlambang, ST., M.Sc.
I Wayan Sukania, ST., MT.

KETUA PELAKSANA

Widodo Kushartomo, S.Si., M.Si.

SEKRETARIS

Euis Susanty, SH.

BENDAHARA

Sutardi, B.Sc.

SEKSI MAKALAH / PROSIDING

Alvin Hadiwono, ST.
Harto Tanujaya, ST., MT.
I Wayan Sukania, ST., MT.
Ir. Liong Ju Tjung, M.Sc.
Didi Surian, ST.
Ir. Aniek Prihatiningsih, MM
Sugiyanto

SEKSI ACARA

Ir. Arianti Sutandi, M.Eng.

SEKSI PUBLIKASI

Alvin Hadiwono, ST.

SEKSI KONSUMSI

Euis Susanty, SH.

DOKUMENTASI

Mariswan S.A.

SEKSI UMUM / PERLENGKAPAN

Amir Syarifudin
Hermansyah
Sumarmo
Ariyadi

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	ii
Susunan Acara	iii
Susunan Panitia	vi
Daftar Isi	vii

Makalah Kunci

Peranan Teknologi Informasi Dalam Penelitian dan Pendidikan Roesdiman Soegiarso	1
Peluang Kerja sama Perguruan Tinggi dan Industri Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Ekonomi E.S. Siradj	15

JURUSAN ARSITEKTUR

Upaya peningkatan Kegiatan Penelitian di Perguruan Tinggi Swasta untuk mendukung Pengembangan Ilmu Pengetahuan-Teknologi Bidang Arsitektur di Indonesia. Udjianto Pawitro	23
Penelusuran Morfologi Pusat Kota Melalui Metode Penggalan Sejarah Lisan (Studi Kasus, Desa Brosot, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta) L. Edhi Prasetya.	33
Paseban Tri Panca Tunggal Cigugur Kuningan (Sebuah Penyelesaian Konservasi pasif) Naniek Widayati	51
Model Pendanaan Pembangunan Rumah Contoh di Kampung Prumpung (Dalam Rangka Penataan Kawasan Permukiman Terpadu Kelurahan Cibesut) Priscilla Epifania	77
Analisis Kemampuan Maksimal Peluang Bahan Alam Menggantikan Sebagian Semen Dalam Mortar Sebagai Perekat Bahan Pasangan Dinding Ramos Pasaribu	91
The Proportion of Rooms in Palladio Villas Suwardana Winata	123
Pengaruh bentuk dan Besaran Ruang Kelas terhadap Kenyamanan Visual di Jurusan Arsitektur – Untar Mieke Choandi	133

JURUSAN TEKNIK SIPIL

- Teknik Konstruksi Sederhana Struktur Ramah Gempa.
(Simple Construction Technique for Earthquake Friendly Structure) 153
Ignatius Prawira
- Hubungan Antara PDRB Kapita dengan Tingkat Kepemilikan Kendaraan di
Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur. 161
Leksmono S. Putranto, Helmy Kurniawan
- Bahan Pengikat Beton Pengganti Semen 173
Widodo Kushartomo
- Full-Scale Testing on Partial Strength Joints With Trapezoid Web Profiled (TWP)
Bare-Steel Beam Section. 183
Anis Sagaff, Mahmud Md Tahir, Shahrin Muhammad, Arizu Sulaiman
- Metode Geofisik Untuk Penyelidikan Tanah. 195
Sudioto Susilo
- ## JURUSAN TEKNIK MESIN
- Pengaruh penambahan Seng (ZN) Terhadap Fluiditas Paduan Aluminium ADC 215
12 Dengan Metode Vacuum Suction Test
Bambang Suharno, Is Primananda dan Reza Mawasthama
- Desain dan Analisis Kinematika Lengan Robot Otot Pneumatik 225
Wilson Kosasih, dan Williamdy Natawijaya
- Penerapan Model Rata-rata Bergerak Dalam Peramalan Produksi Pada Industri 235
Jasa Transportasi Bahan Bakar Menggunakan Kapal Laut.
Dahmir Dahlan dan Dwi Mohamad Abdu
- Investigation The Surface Integrity of Uncoated And Ticn Carbides Tools When 249
End Milling of Titanium Alloy TI-6Al-4V
A.S. Muhruni, S Sharif dan M. Isa
- Pengaruh Pemanas Bahan Bakar terhadap Konsumsi Energi Motor Bensin 259
Houtman P. Siregar, Deny Siregar
- Penerapan Metode "Three Slot Plot balancing" Pada Proses penyeimbangan Rotor 269
Mesin Pesawat Terbang.
Dahmir Dahlan
- Perancangan Ulang Sepeda Elektrik Menggunakan Metode VDI 2221 283
Agustinus P. Irawan, Dedy A. Sirahar, dan Jasson Sugandy.
- Evaluasi Unjuk Kerja Refigerator Dengan Menggunakan Refrigeran R-12 dan 295
Refrigeran Hidrokarbon.
Harto Tanujaya

Rancang Bangun Instalasi Praktikum Sistem Pendingin Asrul Asis	303
Pengaruh Pemanasan Awal bahan Bakar Biodisel Dan Solar terhadap Kinerja Mesin Diesel Suroso, Harto tanujaya dan Reza Faturochman	317
Pengaruh Arus Elektroda dan Putaran terhadap Besar Butir Serbuk Pada Proses Atomasi. Sofyan Djamil, Denni Berlian dan Ridwan Makmur	335
Estimasi Kekerasan Baja Martensit Setelah Ditemper terhadap Kekuatan Tariknya Sahlan	343
Analisis Perbandingan Metalografi Katup Buang Mesin Kendaraan Kijang Super 1995 Produk Asli terhadap Katup Buang Produk Lokal Sahlan	353

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Pengendalian Persediaan Multi Item Menggunakan Model Periodic Review di PT. Baninusa Emsosfi Zaini, Hendro Prasetyo, Ende.	363
Peningkatan Produktivitas Melalui Pengurangan Waktu Set-Up, Gerakan Ekonomis dan Tata Letak Fasilitas yang Ergonomis (Studi Kasus Di PT. Alcan Packaging Flexipack) Linda Theresia, Dewi Sekarasih	375
Pengendalian Mutu Welding Boom Excavator di PT. X. I Wayan Sukania, Halim Amirsjah	385
Pengembangan Industri Kecil Dengan Mengidentifikasi Kunci Faktor Sukses Berdasarkan Komoditas Amaningsih Jumhur	399
Analisis Resiko Gagal Bayar (Default) Pada Penambahan Kapasitas Pabrik Semen Dengan Menggunakan Simulasi Montecarlo Studi Kasus Pada PT. X. I Ketut Gunarta	417
Studi Terhadap Efisiensi Produksi Dengan Penerapan 5 S Khomeni Suntoso	439

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Evolusi Sistem Telepon Seluler Tjandra Susila	453
---	-----

BAHAN PENGIKAT BETON PENGGANTI SEMEN

Widodo Kushartomo¹

ABSTRAK

Bahan pengikat beton sebagai pengganti semen diperkenalkan dengan nama Geopolimer. Pembuatan material geopolimer dapat dilakukan dengan memakai bahan dasar abu terbang yaitu dengan cara mengitung perbandingan jumlah zat unsur-unsur $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ dan $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$. Sumber utama SiO_2 dan Al_2O_3 berasal dari abu terbang dan Na_2O berasal dari sodium hidroksida (NaOH) serta H_2O berasal dari aquades. Proses pencampuran dilakukan dengan membuat larutan yang sangat alkalis yaitu mencampura sodium hidroksida dalam bentuk kepingan dengan air suling kemudian menambahkan abu terbang ke dalam larutan tersebut. Campuran yang terjadi didiamkan selama kurang lebih satu jam pada temperature ruangan. Setelah terjadi penuaan kemudian dicetak dan dioven selama satu jam dengan temperetur 95°C , setelah dari cetakan, dikeringkan pada temperatur 95°C selama kurang lebih dua puluh empat jam.

Pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan material geopolimer menunjukkan nilai tegangan berkisar antara 30 M.Pa. – 50 M.Pa, tergantung dari proporsi campuran dan konsentrasi larutan sodium hodroksida.

Kata Kunci: Geopolimer, polikondensasi, abu terbang, tegangan.

ABSTRACT

Geopolymer is the concrete binder materials which can substitute the usage of ordinary Portland cement. Geopolymer Materials can be produced by using fly ash basic materials, through calculating the ratio of component number of $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$; $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$; $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ dan $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$. The main Source of SiO_2 and Al_2O_3 are fly ash, Na_2O is derived from sodium hydroxide (NaOH) whilst H_2O is taken from aquades. Mixing process is conducted through producing a very strong alkalis liquid which combines sodium hydroxide flakes form with aquades and the fly ash. The liquid will be mature in one hour at ambient temperature. After that, the liquid is cast into mold and heated for an hour at 95°C . When the poly condensation process is completed, the solid is taken out from the mold and is dried for 24 hours at the 95°C .

The test result due strengthening geopolymer materials in the range 30 M.Pa – 50 M.Pa depend on mix proportion and sidium hydroxide concentration.

Key Words : Geopymer, polycondensation, fly ash, stres

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil FT-UNTAR

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

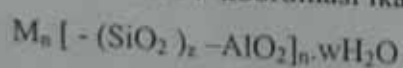
Pembuatan beton yang ramah lingkungan baru-baru ini banyak mendapat perhatian dari kelompok pencinta lingkungan, mengingat bahan pengikat beton adalah semen yang dalam proses produksinya banyak melepaskan gas CO₂ ke atmosfer sehingga dapat menimbulkan efek rumah kaca, selain itu juga terjadinya pengrusakan lingkungan akibat pemakaian bahan dasar alam yaitu batu kapur. Oleh karena itu sekarang ini sedang mulai dikembangkan bahan pengikat beton lainnya sebagai pengganti semen yang diperkenalkan dengan nama geopolimer.

Teknologi pembuatan material geopolimer dan aplikasinya telah banyak berkembang di beberapa negara Eropa, Amerika, Australia bahkan di Cina. Geopolimer mulai diteliti dan diminati oleh banyak negara karena proses pembuatannya memerlukan temperatur yang rendah, ramah lingkungan dan manfaatnya yang besar diberbagai bidang industri material antara lain sebagai binder, semen, keramik, campuran beton, isolator dan sebagainya.

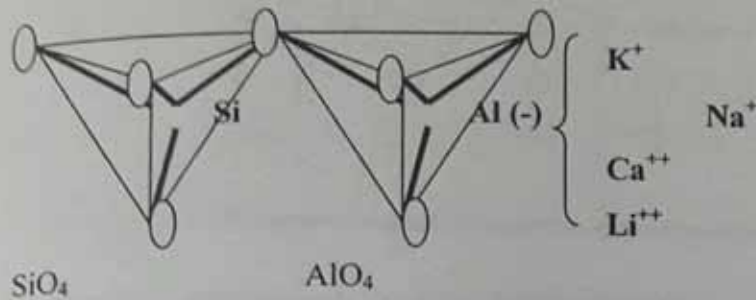
Material geopolimer merupakan polimer anorganik dengan penyusun utamanya silika dan alumina memakai bahan dasar alumino-silika-hidroksida. Di Indonesia belum ada penelitian yang mengembangkan material geopolimer ini, oleh karena itu penting sekali untuk mengembangkan teknologi pembuatan material geopolimer di Indonesia mengingat kegunaannya yang sangat besar di bidang industri material. Abu terbang memiliki kandungan silika oksida dan alumina oksida yang cukup tinggi, berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan terhadap abu terbang dari PLTU Suralaya diperoleh kandungan silika oksidanya 56% dan aluminium oksida 30,3%, sehingga abu terbang dapat dipakai sebagai bahan pembuat material geopolimer.

1.2 Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Pengaturan secara kimia geopolimer yang memakai bahan dasar siliko-aluminat akan membentuk rantai dan ring polimer yang disebut dengan poli(sialat). Sialat merupakan kependekan dari silikon-oxo-aluminat. Rantai sialat terdiri dari SiO₄ dan AlO₄ membentuk ikatan tetrahedral dengan memakai seluruh oksigen secara bersamaan. Ion positif dari logam alkali (Na⁺, K⁺, Li⁺, Ca⁺⁺, Ba⁺⁺) harus ada dalam rantai ikatan untuk menetralkan muatan negatif dari Al³⁺ dalam IV-koordinasi ikatan. Polisialat mempunyai rumus empiris:⁽¹⁾⁽³⁾⁽⁴⁾

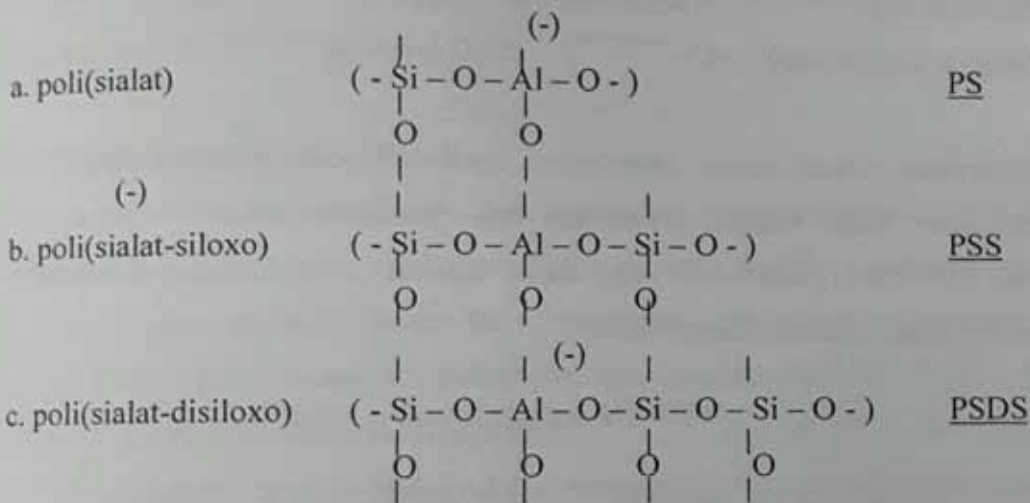


Dimana M adalah monovalen kation seperti potassium atau sodium, z adalah 1,2 atau 3 dan n adalah derajat polikondensasi.



Gambar 1. ikatan tetrahedral dari sialat

Tiga tipe polisialat yang dapat terbentuk dari rekasi kondensasi adalah sebagai berikut:

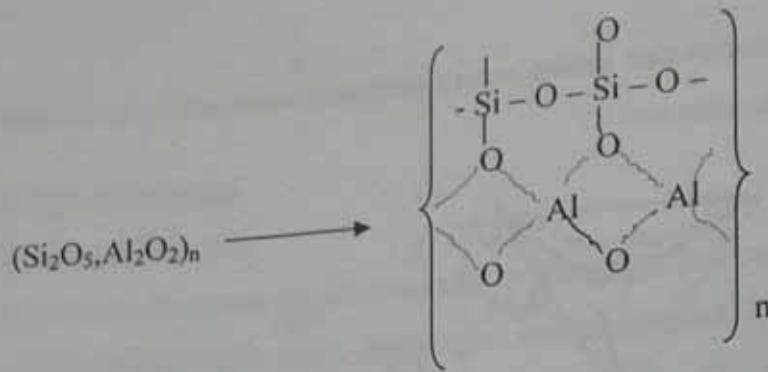


(sumber Davidovits, Joseph,(1988) " Geopolimer Chemistry and Properties", Jurnal of Geopolymer'88. Vol 1, pp. 25-48.)

1.3 Mekanisme Pengerasan dan Sintesa

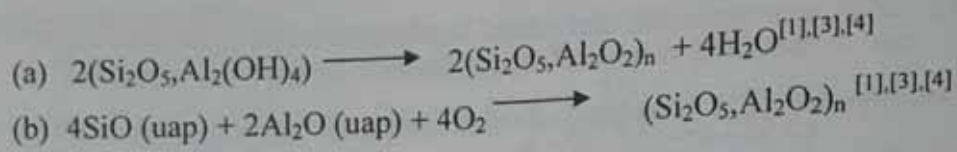
Material geopolimer merupakan polimer jadi geopolimer mengalami transformasi dan polikondensasi serta terbentuk sangat cepat pada temperatur rendah (beberapa jam pada temperatur 30 °C, beberapa menit pada temperatur 85 °C dan hanya beberapa detik dengan memakai *microwave*), dan juga geopolimer adalah material mineral yang keras, tahan cuaca, stabil pada temperatur tinggi.^[2]

Mekanisme pengerasan yang terjadi melibatkan rekasi kimia antara oksida alumino-silikat (Al³⁺ dalam IV-koordinasi ikatan) dengan alkali-alkali dan alkali-poli(silikat) membentuk ikatan polimer Si-O-Al. Selain itu IV-koordinasi ikatan dari Al sering juga ditulis sebagai (Si₂O₅,Al₂O₂)_n sebagai ganti dari (2SiO₅,Al₂O₃).^[2]

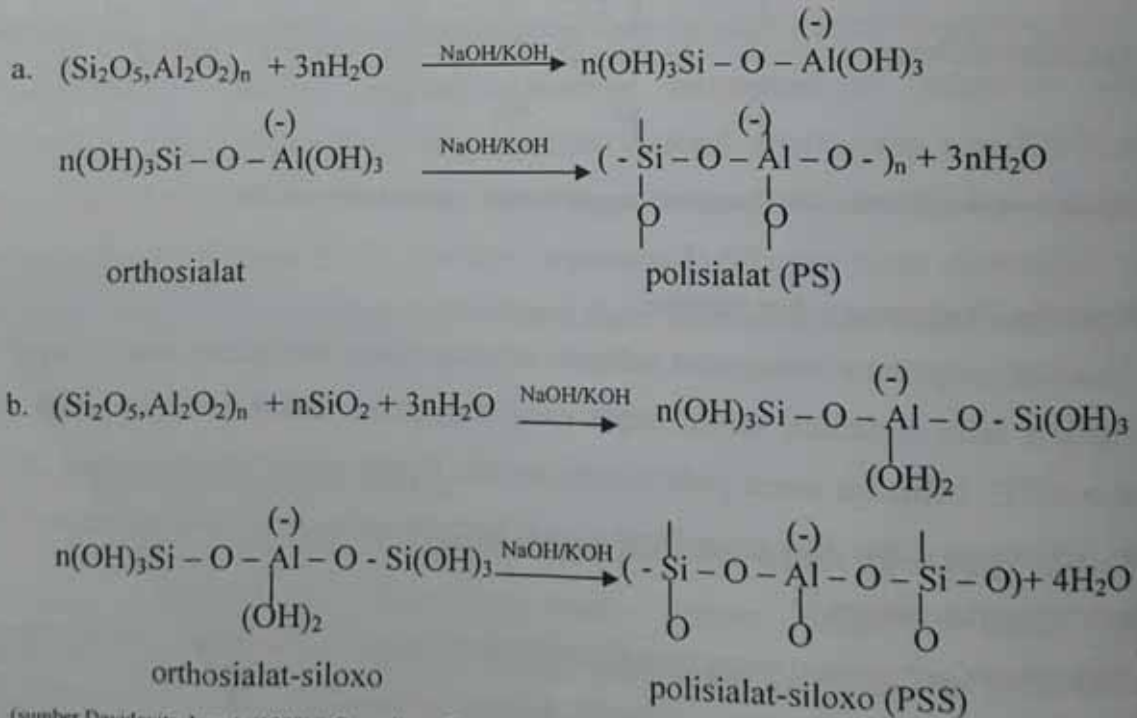


(sumber Davidovits, Joseph, (1988) "Geopolymer Chemistry and Properties", Jurnal of Geopolymer '88, Vol 1, pp. 25-48.)

$(\text{Si}_2\text{O}_5, \text{Al}_2\text{O}_2)_n$ dapat dihasilkan melalui dua cara, yaitu (a) dengan jalan kalsinasi aluminosilikat hidroksida $(\text{Si}_2\text{O}_5, \text{Al}_2(\text{OH})_4)$ atau (b) dari kondensasi uap SiO dan Al_2O :

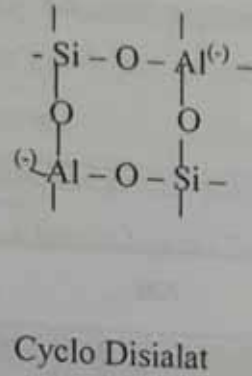
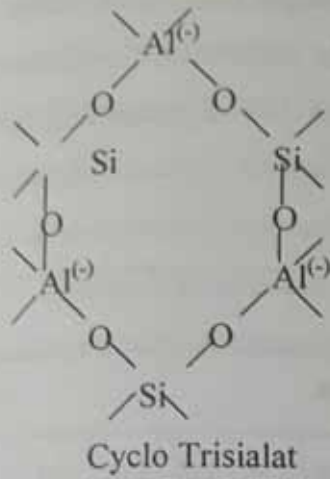


Geopolimerisasi adalah reaksi eksotermal, hasil dari polikondensasi masih berupa hipotetikal monomer yaitu ion-ion orthosialat dan ortho(sialat-siloxo), hanya sodium poli(sialat) dan potassium poli(sialat) yang dapat dipakai sebagai material geopolimer. Sistematika pembentukan adalah sebagai berikut.



(sumber Davidovits, Joseph, (1988) "Geopolymer Chemistry and Properties", Jurnal of Geopolymer '88 Vol 1, pp. 25-48.)

Sintesis yang terjadi akan membawa ke bentuk oligomer (dimer, trimer) dengan setiap unit struktur akan berhubungan membentuk struktur tiga dimensi yang lebih besar.



Poli(cyclo tri sialat) akan membentuk kerangka kalsilite dan poli (cyclo di sialat) akan membentuk kerangka sodalit., poli di (sialat-siloxo) membentuk kerangka phillipsit atau kerangka analcime.

BAB II. METODE PENELITIAN

Penelitian tentang pembuatan bahan pengikat pengganti semen (geopolimer) yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mendapatkan suatu metode proses pembuatan material geopolimer dengan memakai bahan dasar abu terbang. Oleh karena itu dalam pelaksanaan penelitian tentang pemanfaatan abu terbang ini akan dilakukan pendekatan sebagai berikut :

2.1 Proses Pembuatan Material Geopolimer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan material geopolimer terdiri dari abu terbang, sodium silikat (*water glass*), sodium hidroksida dalam bentuk *flakes* dan *aquades*.^[5]



Gambar 1. Bahan-bahan pembuat material geopolimer.

Proses pembuatan dilakukan yaitu melarutkan sodium hidroksida dengan aquades kemudian mencampurkannya dengan sodium hidroksida, setelah ditunggu selama satu jam

reaktan yang terbentuk baru dicampur dengan abu terbang diaduk hingga rata, resin yang terbentuk sebagian dicetak langsung dan sebagian dicampur dengan pasir untuk melihat kekuatannya⁽²⁾. Proposi campuran pembuatan material geopolimer dapat dilihat pada table 1 berikut :

Tabel 1. Perbandingan massa jumlah bahan

Molaritas NaOH	A - 6.00																			
Silika Sol	0.15					0.20					0.25					0.30				
Fly Ash																				
Silika Sol	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
Lar. NaOH	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
KODE	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
Molaritas NaOH	B - 8.00																			
Silika Sol	0.15					0.20					0.25					0.30				
Fly Ash																				
Silika Sol	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
Lar. NaOH	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
KODE	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5
Molaritas NaOH	C - 10.00																			
Silika Sol						0.20					0.25					0.30				
Fly Ash																				
Silika Sol						0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
Lar. NaOH						0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
KODE						2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5

2.2 Pemeriksaan Kekutan Material Geopolimer

Pengujian kekuatan material geopolimer dilakukan sesuai prosedur SK SNI M-111-1990-03 tentang metode pengujian kekutan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan material geopolimer sebagai bahan pengikat pengganti beton terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan pertama, konsentrasi larutan sodium hidroksida, dalam percobaan yang dilakukan memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi larutan maka workabilitasnya semakin menurun dan proses pengerasannya juga semakin cepat, kedua, perbandingan jumlah sodium silikat dengan abu terbang, pada percobaan yang dilakukan memberikan hasil bahwa semakin tinggi nilai perbandingannya maka workabilitasnya juga semakin meningkat serta proses pengerasannya semakin lama, ketiga, perbandingan

sodium silikat dengan larutan sodium hidroksida, perbandingan ini juga sangat penting dalam menentukan workabilitas campuran, semakin tinggi perbandingannya semakin rendah workabilitasnya. Hal-hal tersebut menyebabkan sebagian rencana campuran tidak dapat dilaksanakan karena workabilitinya sangat kecil dan terjadi proses pengerasan yang sangat cepat seperti pada campuran C bagian 1-1 sampai 1-5.

Berdasarkan analisis tersebut di atas campuran yang ideal untuk membuat material geopolimer adalah campuran dengan kode A dan B bagian 2-1 sampai 3-5.



Gambar 2. Material pengikat beton pengganti semen yang telah mengeras dengan berbagai rencana campuran.

Pengujian yang dilakukan terhadap kekuatan material pengikat pengganti semen atau geopolimer dilakukan dengan memperhatikan beberapa parameter yaitu, konsentrasi larutan NaOH, perbandingan massa jumlah sodium silikat dengan jumlah abu terbang, perbandingan massa jumlah sodium silikat dengan jumlah sodium hidroksida.

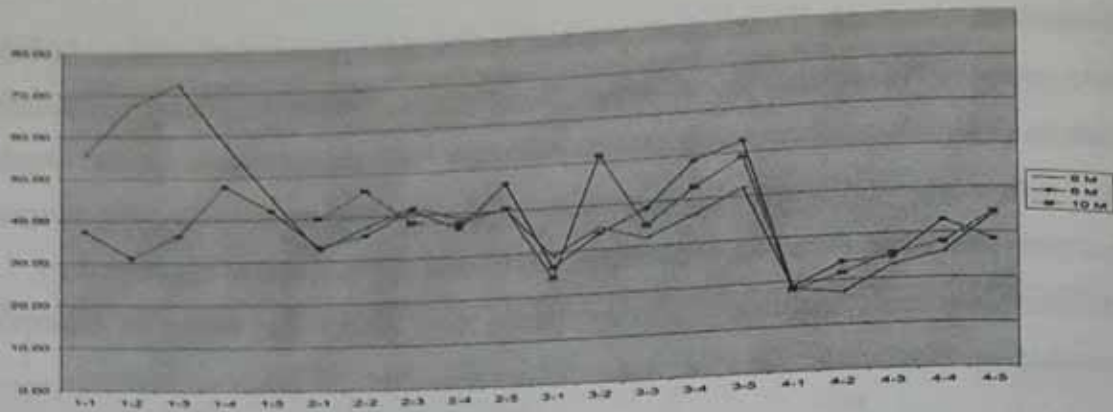


Gambar 3. Sampel mortar material geopolimer.



Gambar 4. Sampel yang siap di uji tekan.

Hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan terhadap material-material tersebut terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Grafik hubungan antara kuat tekan dengan perbandingan jumlah massa pada material geopolimer.

Pada grafik tersebut di atas tampak jelas sekali bahwa semua variasi sampel antara 1-1 sampai 3-5 dengan berbagai konsentrasi sodium hidroksida (6 M, 8 M, 10 M) mempunyai kisaran nilai kuat tekan yang seragam antara 30 M.Pa – 50 M.Pa, sehingga dalam hal ini konsentrasi larutan, dan perbandingan jumlah bahan pada percobaan yang dilakukan tidak mempengaruhi nilai kuat tekan material geopolimer. Sedangkan untuk lima variasi sampel terakhir yaitu dari 4-1 sampai dengan 4-5 menunjukkan penurunan nilai kuat tekan di bawah 30 M.Pa dan ini berlaku untuk semua konsentrasi NaOH, ini berarti bila perbandingan massa jumlah sodium silikat terhadap larutan sodium hidroksida lebih besar dari pada 0,25 akan menurunkan nilai kuat tekan material geopolimer.

Sebagai perbandingan hasil dari penelitian yang dilakukan oleh D. Hardjito dan B.V. Rangan mengatakan konsentrasi yang lebih tinggi pada sodium hidroksida akan meningkatkan nilai kuat tekan dan perbandingan sodium silikat terhadap sodium hidroksida yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kuat tekan juga^[5].

Tabel 1. Pengaruh larutan Alkalin.^[5]

Campuran	Konsentrasi Cairan NaOH (dalam Molar)	Perbandingan massa Sodium Silikat terhadap larutan NaOH	Kuat Tekan pada Umur 7 hari (M.Pa), Perawatan 24 jam Temperatur 60°C
1	8M	0,4	17
2	8M	2,5	57
3	10M	0,4	48
4	10M	2,5	67

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kesimpulan

- a. Pembuatan bahan pengikat beton pengganti semen atau geopolimer dapat dilakukan dengan komposisi sebagai berikut :
 - konsentrasi larutan sodium hidroksida 6 M - 8 M
 - perbandingan massa sodium silikat terhadap abu terbang 0,20 – 0,25
 - Perbandingan massa sodium silikat terhadap sodium hidroksida 0,40 – 0,60
- b. Material geopolimer dapat dipakakai sebagai bahan pengikat beton pengganti semen karena mampu memberikan nilai kuat tekan.
- c. Pembuatan material geopolimer sangat sederhana dibandingkan dengan pembuatan semen.
- d. Pengerasan material geopolimer untuk mencapai kekuatan maksimum jauh lebih cepat dari pada semen.
- e. Konsentrasi larutan sodium hidroksida sedikit mempengaruhi nilai kekutan material geopolimer

2. Saran

- a. Masih harus diperiksa apakah jumlah massa yang dicampur dari sodium silikat, sodium hidroksida dan abu terbang menghasilkan material geopolimer seperti yang diharapkan.
- b. Masih perlu lagi diperiksa sifat-sifat fisis dan mekanis dari material geopolimer tersebut.
- c. Masih perlu ditingkatkan kualitas dari material geopolimer yang telah dibuat.

V. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Davidovits, Joseph, (1994) "Properties of Geopolymer Cements", Jurnal Alkaline Cements and Concrete, Kiev Ukraina, 1994.
- (2) Davidovits, Joseph,(1992) " Minerals Polymers and Methods of Making Them", US Patent 4.349.386.
- (3) Davidovits, Joseph, (1991)" Geopolymers : Inorganic Polymeric New Materials", Jurnal of Thermal Analysis vol 37, pp 1633 – 1656.
- (4) Davidovits, Joseph,(1988) " Geopolimer Chemistry and Properties", Jurnal of Geopolymer'88. Vol 1, pp. 25-48.
- (5) Hardjito, D; Rangan, B.V.,(2005) " Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete" Research Report GC 1 Faculty of Engineering curtin University of Technology, perth, Australia.
- (6) Departemen Pekerjaan Umum, SK SNI M-111-1990-03, "Metode Pengujian kekuatan tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil".