

Karakteristik Mekanik Beton Geopolimer Dengan Perawatan Suhu Ruangan (*Ambient Curing*)

Juanditra Pesik, M. D. J. Sumajouw, Ronny E. Pandaleke

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115
j.pesik@gmail.com; dody_sumajouw@yahoo.com; ronny_pandaleke@yahoo.com

Abstrak — Saat ini bangunan merupakan suatu bagian yang sangat penting bagi kelangsungan hidup umat manusia, oleh karena itu para insinyur teknik sipil mendesain konstruksi bangunan yang kuat dan tahan terhadap segala bentuk perubahan lingkungan serta berbiaya murah. Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, bangunan serta strukturnya berkembang lebih bervariasi dan lebih inovatif, serta sekarang ini kebanyakan bangunan menggunakan struktur beton bertulang. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh beton bertulang lebih kuat secara struktur dan bahannya mudah diperoleh dipasaran.

Geopolymer merupakan bahan yang ramah lingkungan, karena menggunakan bahan – bahan buangan industry serta proses pembuatan beton geopolymer tidak terlalu memerlukan energi yang besar, jika di bandingkan dengan proses pembuatan semen Portland yang memerlukan suhu hingga 800 derajat Celsius. Beton geopolymer dapat dibuat dengan pemanasan suhu ruangan kurang lebih 25 derajat Celsius selama satu hari penuh, karena hal tersebut beton geopolymer merupakan salah satu solusi beton yang mampu menurunkan emisi gas rumah kaca (karbondioksida). Berdasarkan hal – hal yang dibahas sebelumnya, maka dapat dipahami bahwa penelitian tentang beton geopolymer merupakan suatu keharusan. Dalam melaksanakan penelitian beton geopolymer yang menggunakan fly ash disubstitusi dengan kapur dan semen dengan persentase 2.5%, 5%, dan 10% pada perawatan suhu ruangan (*ambient curing*). Dengan menghitung persentase kenaikan kekuatan beton dan dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya persentase substitusi maka semakin tinggi pula kenaikan kuat tekan beton.

Kata kunci — beton geopolymer, fly ash, ambient curing

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini bangunan merupakan suatu bagian yang sangat penting bagi kelangsungan hidup umat manusia, oleh karena

Juanditra Pesik adalah mahasiswa tingkat akhir pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi (e-mail : j.pesik@gmail.com).

M. D. J. Sumajouw adalah guru besar dan dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Struktur. (email : dody_sumajouw@yahoo.com)

Ronny E. Pandaleke adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada rumpun Struktur (email : ronny_pandaleke@yahoo.com)

itu para insinyur teknik sipil mendesain konstruksi bangunan yang kuat dan tahan terhadap segala bentuk perubahan lingkungan serta berbiaya murah. Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, bangunan serta strukturnya berkembang lebih bervariasi dan lebih inovatif, serta sekarang ini kebanyakan bangunan menggunakan struktur beton bertulang. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh beton bertulang lebih kuat secara struktur dan bahannya mudah diperoleh dipasaran.

Namun pada saat ini beton konvensional yang sering kita gunakan sering mendapatkan kritik, khususnya dari kalangan pegiat lingkungan hidup. Hal yang disorot oleh pegiat lingkungan hidup adalah peningkatan emisi gas rumah kaca (karbondioksida) yang dihasilkan pada produksi semen. Produksi satu ton semen dapat menghasilkan gas rumah kaca (karbondioksida) sebesar kurang lebih satu ton juga. Gas karbondioksida ini yang dilepaskan ke atmosfer kita secara bebas kemudian merusak lingkungan hidup kita, salah satu efek negatifnya adalah pemanasan global. Isu selanjutnya yang di sorot adalah masalah keawetan (durabilitas) beton itu sendiri. Bangunan beton pada umumnya sudah memerlukan perbaikan atau perawatan karena sudah mulai mengalami kerusakan pada usia bangunanya baru mencapai usia sekitar 20 tahun, walaupun para insinyur telah merencanakan dan membuat bangunan beton tersebut sesuai dengan standar – standar yang berlaku.

Untuk mengatasi hal negative yang di sebabkan oleh beton konvensional yang merusak lingkungan hidup dan untuk memperbaiki masalah durabilitas pada beton yang menggunakan semen portlan, maka di perlukan suatu penelitian tentang Struktur Beton yang ramah terhadap lingkungan, dengan cara mengurangi pemakaian Semen dan di substitusikan dengan abu terbang (fly ash) atau bahan Geopolimer lainnya. Beton Geopolimer sekarang ini merupakan suatu hal yang sudah lazim di dalam dunia Teknik Sipil.

Geopolymer merupakan bahan yang ramah lingkungan, karena menggunakan bahan – bahan buangan industry serta proses pembuatan beton geopolymer tidak terlalu memerlukan energi yang besar, jika di bandingkan dengan proses pembuatan semen Portland yang memerlukan suhu hingga 800 derajat Celsius. Beton geopolymer dapat dibuat dengan pemanasan suhu ruangan kurang lebih 25 derajat Celsius

selama satu hari penuh, karena hal tersebut beton geopolymer merupakan salah satu solusi beton yang mampu menurunkan emisi gas rumah kaca (karbondioksida). Berdasarkan hal – hal yang dibahas sebelumnya, maka dapat dipahami bahwa penelitian tentang beton geopolymer merupakan suatu keharusan.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas pada tugas akhir ini penulis dengan Judulnya yaitu, “karakteristik mekanik beton geopolymer dengan menggunakan suhu ruangan (*ambient curing*). akan mengadakan penelitian terhadap besarnya presentase penggunaan material substitusi yang mengurangi pemakaian semen sehingga beton ramah lingkungan tetapi tidak mengurangi mutu beton yang direncanakan.

C. Batasan Masalah

Untuk memperjelas dan menyederhanakan permasalahan maka dalam penelitian ini akan dibatasi pada keadaan berikut:

1. Penelitian dilaksanakan di laboratorium
2. Perawatan benda uji dilakukan pada suhu ruangan (*ambient curing*)
3. Sifat Mekanik Beton yang ditinjau yaitu Kuat Tekan Beton

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pembahasan tugas akhir ini adalah :

- Mengetahui berapa besar kekuatan beton geopolimer yang menggunakan fly Ash dengan substitusi kapur (lime) dan semen (Portland).
- Menghitung persentase kenaikan kekuatan beton geopolymer yang menggunakan substitusi kapur dan semen.

E. Manfaat Penelitian

- Dari hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi para mahasiswa maupun para insinyur teknik sipil dalam hal merencanakan beton yang ramah lingkungan serta menjadi referensi bagi mahasiswa dan insinyur sipil lainnya.
- Diharapkan melalui hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang positif terhadap pengembangan sumber daya manusia di kota Manado
- Memberikan referensi kepada pemerintah untuk penggunaan beton Geopolymer yang ramah lingkungan
- Memberikan sumbangan pengetahuan dan pemikiran yang berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Kota Manado

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian mengikuti bagan alir pada Gambar 1.

B. Rencana Proporsi Campuran

Rencana proporsi campuran ditampilkan pada Tabel 1 sd. Tabel 5.

TABEL 1
RENCANA PROPORSI

Ukuran Silinder	10/20	cm
Volume 1 cm ³ Silinder	1570.79633	cm ³
Volume 1 m ³ Silinder	0.0016	m ³
Rencana mix	3	Silinder
Total Volume	0.0047	m ³
Faktor Keamanan 20 %	0.0057	m ³

TABEL 2
PROPORSI CAMPURAN

Material	Berat (kg/m ³)	Volume Cor	
		Volume Kg	Volume Gram
Agregat Kasar	1294	7.317	7317.398
Pasir Halus	554	3.133	3132.796
Abu Terbang	476	2.692	2691.717
Semen / Kapur	0	0.000	0.000
Cairan Sodium Hidroksida	120	0.679	678.584
Cairan Sodium Silika	300	1.696	1696.460
Superplasticizer	12.2	0.069	68.989

TABEL 3
PROPORSI CAMPURAN DENGAN SUBSTITUSI SEMEN DAN KAPUR 2.5 %

Material	Berat (kg/m ³)	Volume Cor	
		Volume Kg	Volume Gram
Agregat Kasar	1294	7.317	7317.398
Pasir Halus	554	3.133	3132.796
Abu Terbang	464.1	2.624	2624.424
Semen / Kapur	11.9	0.067	67.293
Cairan Sodium Hidroksida	120	0.679	678.584
Cairan Sodium Silika	300	1.696	1696.460
Superplasticizer	12.2	0.069	68.989

TABEL 4
PROPORSI CAMPURAN DENGAN SUBSTITUSI SEMEN DAN KAPUR 5 %

Material	Berat (kg/m ³)	Volume Cor	
		Volume Kg	Volume Gram
Agregat Kasar	1294	7.317	7317.398
Pasir Halus	554	3.133	3132.796
Abu Terbang	452.2	2.557	2557.131
Semen / Kapur	23.8	0.135	134.586
Cairan Sodium Hidroksida	120	0.679	678.584
Cairan Sodium Silika	300	1.696	1696.460
Superplasticizer	12.2	0.069	68.989

TABEL 5
PROPORSI CAMPURAN DENGAN SUBSTITUSI SEMEN DAN KAPUR 10 %.

Material	Berat (kg/m ³)	Volume Cor	
		Volume Kg	Volume Gram
Agregat Kasar	1294	7.317	7317.398
Pasir Halus	554	3.133	3132.796
Abu Terbang	428.4	2.423	2422.545
Semen / Kapur	47.6	0.269	269.172
Cairan Sodium Hidroksida	120	0.679	678.584
Cairan Sodium Silika	300	1.696	1696.460
Superplasticizer	12.2	0.069	68.989

C. Analisa Data Hasil Percobaan

Hasil pengujian dianalisa dengan rumus-rumus yang sesuai dengan metode yang dipakai dan kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.



Gambar 1. Alur Kegiatan Pelaksana Metode Penelitian

III. PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA

A. Berat Volume Beton

Hasil perhitungan berat volume beton dengan substitusi semen ditampilkan dalam Tabel 6. Hasil perhitungan berat volume beton dengan substitusi kapur ditampilkan dalam Tabel 7.

Contoh perhitungan berat volume beton adalah sebagai berikut :

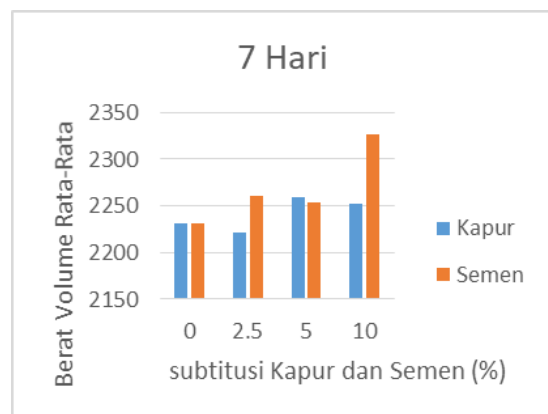
- Berat rata – rata bendah uji = 3.612 kg
- Volume bendah uji = $1/4 \pi \times d^2 \times t = 1/4 \pi \times [(0.1)]^2 \times 0.2 = 0.00157 \text{ m}^3$
- Berat volume beton = $3.612/0.00157 = 2300.63 \text{ kg/m}^3$.

TABEL 6
BERAT VOLUME BETON DENGAN SUBSTITUSI SEMEN

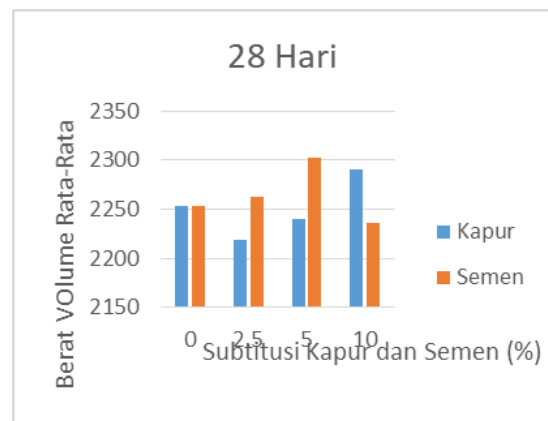
No	Konsentrasi Semen	Berat Volume Rata-Rata	
	%	kg/m ³	
		7 Hari	28 Hari
1	0	2231.18	2253.79
2	2.5	2260.25	2262.69
3	5	2254.33	2302.94
4	10	2326.45	2236.05

TABEL 7
BERAT VOLUME BETON DENGAN SUBSTITUSI KAPUR

No	Konsentrasi Kapur	Berat Volume Rata-Rata	
	%	kg/m ³	
		7 Hari	28 Hari
1	0	2231.18	2253.79
2	2.5	2220.81	2218.68
3	5	2259.02	2239.92
4	10	2252.65	2290.87



Gambar 2. Grafik hubungan antara konsentrasi semen dan kapur terhadap Berat Volume dengan umur 7 hari.



Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi semen dan kapur terhadap Berat Volume dengan umur 28 hari.

Dari tabel dan grafik di atas berat volume rata-rata benda uji umur 7 hari terhadap vareasi substitusi baik kapur maupun semen mengalami kenaikan yang signifikan pada substitusi sebesar 10%. Sedangkan pada umur 28 hari berat volume rata-rata benda uji sudah tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Dan dari hasil yang diperoleh terlihat bahwa berat volume beton termasuk dalam beton berbobot normal.

B. Kuat Tekan

Kuat tekan beton dihitung dengan persamaan 2.1. Benda uji beton dibuat untuk pengujian kekuatan tekan berbentuk silinder 10x20 cm³ dengan variasi substitusi dan curing selama 7 dan 28 hari dengan menggunakan suhu ruangan.

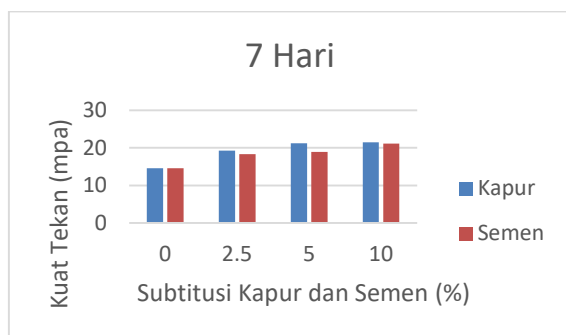
Berdasarkan pengujian kuat tekan yang dilakukan, terjadi peningkatan kekuatan pada masing-masing vareasi curing. Untuk membandingkan dan mengetahui pengaruh vareasi substitusi terhadap penigkatan kekuatan beton itu sendiri, dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9 di bawah ini.

TABEL8
KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI SEMEN

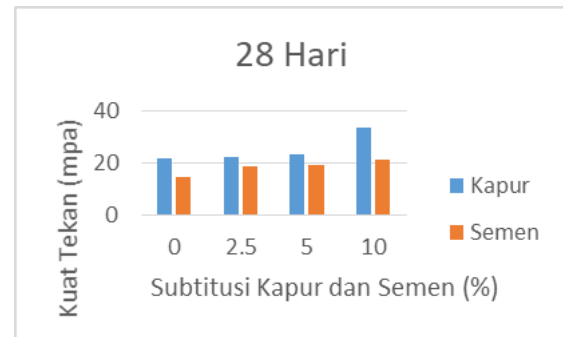
Kadar semen	7 hari		28 hari	
	Kuat Tekan		Kuat Tekan	
%	Mpa	KN	Mpa	KN
0	14.57	114.41	21.66	170.07
2.5	18.33	143.92	22.05	173.13
5	18.91	148.48	25.55	200.63
10	21.14	166.01	24.67	193.67

TABEL9
KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI KAPUR

Kadar Kapur	7 hari		28 hari	
	Kuat Tekan		Kuat Tekan	
%	Mpa	KN	Mpa	KN
0	14.57	114.41	21.66	170.07
2.5	19.3	151.51	21.96	172.42
5	21.20	166.48	23.21	182.23
10	21.50	168.84	33.67	264.33



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Substitusi Kapur dan Semen pada umur 7 hari terhadap Kuat Tekan Beton



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Substitusi Kapur dan Semen pada umur 28 hari terhadap Kuat Tekan Beton

Berdasarkan tabel dan grafik diatas, beton *geopolymer* pada umur 7 dan 28 hari dengan vareasi substitusi kapur dan semen sama-sama mengalami kenaikan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya kadar substitusi. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya kadar substitusi maka semakin besar kuat tekan yang dihasilkan. Dimana kuat tekan maksimum terjadi pada *curing* selama 28 hari dengan substitusi kapur kadar 10%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian data yang diperoleh serta analisa yang dilakukan berdasarkan landasan teori dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton *geopolymer* mengalami peningkatan seiring penambahan substitusi kapur dan semen, dengan vareasi substitusi sebesar 2.5%, 5% dan 10% pada curing dengan menggunakan suhu ruangan.
2. Berdasarkan klasifikasi berat jenis beton, hasil pemeriksaan berat volume beton *geopolymer* dengan substitusi kapur dan semen termasuk dalam beton berbobot normal.
3. Berdasarkan hasil kuat tekan substitusi kapur sebanyak 10% memberikan nilai kuat tekan yang lebih tinggi di bandingkan semen.

B. Saran

1. Melakukan pengujian vareasi substitusi kapur dan semen dengan menghasilkan kuat tekan beton yang optimum.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan vareasi molaritas Sodium Hidroksida (NaOH) dan perbandingan antara sodium silikat terhadap sodium hidroksida untuk mendapatkan yang optimum.
3. Melakukan pengujian dengan menggunakan fly ash (abu terbang) kelas yang berbeda sebagai solid material.
4. Memperhatikan waktu pencampuran cairan alkalin activator (Sodium Hidroksida dengan Sodium Silikat), pencampuran terlalu lama akan menyebabkan campuran betonsulit dikerjakan.
5. Memperhatikan penggunaan pelumas untuk bekisting

bendah uji, karena sangat mempengaruhi lengketnya benda uji pada pembukaan bekisting.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] M. D. J. Sumajouw, S. O. Dapas, *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer*. Manado: Tim Penerbit JTS FT UNSRAT, 2012.

B. Jurnal

- [2] D. Hardjito, S. E. Wallah, M. D. J. Sumajouw, B. V. Rangan, "On The Development Of Fly Ash-Base Geopolymer Concrete", *Technical Paper No. 101-M52, ACI Material Journal*, vol. 101, no. 6, November-Desember. 2004.

- [3] D. Hardjito, S. E. Wallah, M. D. J. Sumajouw, B. V. Rangan, "Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete", *Research Report*, GC1 Faculty of Engineering Curtin University of Technology Perth, Australia. 2005

C. Skripsi

- [4] Kresnadya D. Roustia, "Perilaku Balok Beton Bertulang Geopolymer Akibat Pembebanan Dinamis dengan Pile Integrity Test", Skripsi, Universitas Indonesia, Depok. 2008.

D. Konferensi

- [5] J. Davidovits, "Chemistry of Geopolymer System, Terminology", presented at The Geopolymere '99 International Conference, Saint-Quentin, France, 1999.