

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIA PENGARUH *WATER/SOLID RATIO* TERHADAP KUAT  
TEKAN DAN *WORKABILITY* BETON GEOPOLIMER BERBASIS  
*FLY ASH***

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Strata 1 (S-1)**



**Disusun oleh :**

**RIZAL HIDAYAT**

**NIM. 41116110145**

**Dosen Pembimbing :**

**Dr. Mudiono Kasmuri M.Eng.,**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2020**

---

**ABSTRAK**

*Judul : Analisa Pengaruh Water/Solid Ratio Terhadap Kuat Tekan dan Workability Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash, Rizal Hidayat (41116110145), Dr. Mudiono Kasmuri ST., M.Eng., 2020*

*Menurut (Christhy Amalia Sapule, 2018), produksi beton sebagai material konstruksi yang umum digunakan dalam pembangunan infrastruktur merupakan salah satu penyumbang emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), karbon dioksida dihasilkan dari proses kalsinasi pembuatan semen. Tercatat bahwa per ton semen menghasilkan rata-rata 0,77 ton CO<sub>2</sub> dari proses kalsinasi, pembakaran bahan bakar dan pemakaian listrik dengan reaksi kimia. Davidovits (1991) dan Temujiin (2010) mengemukakan bahwa beton geopolimer merupakan salah satu perkembangan revolusioner yang berkaitan dengan material baru yang murah dan ramah lingkungan sebagai alternatif pengganti Semen Portland. Beton geopolimer dibuat tanpa menggunakan OPC oleh sebab itu penggunaan beton geopolimer tidak hanya mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Namun beton geopolimer juga memanfaatkan penggunaan material sisa seperti fly ash (Hardjito et al., 2004).*

*Penelitian ini mempelajari pengaruh water solid ratio terhadap nilai slump dan kuat tekan beton geopolimer. Material penyusun geopolimer yaitu fly ash sebagai prekursor pengganti semen Portland. Sebagai aktivatornya menggunakan cairan alkali yaitu sodium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 8 molar dan sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Pada penelitian ini menggunakan desain campuran dengan perbandingan W/S yaitu 0,20, 0,21, 0,24, 0,26 dan 0,27. Setiap desain campuran diambil 3 sampel untuk diuji slump dan kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap peningkatan perbandingan W/S maka nilai slumpnya semakin tinggi (encer) dan kuat tekan beton geopolimer akan mengalami penurunan kuat tekan. Kuat tekan tertinggi dicapai pada perbandingan W/S 0,21 yaitu sebesar 19,25 Mpa. Peningkatan kuat tekan terbesar terjadi pada umur 7 hari sebesar 50%-65% dari kuat tekan akhir. Setiap kenaikan 0,01 rasio W/S maka akan terjadi penurunan kuat tekan sebesar 1,06 Mpa*

*Kata Kunci : Beton Geopolimer, Water Solid Ratio, Fly Ash, Cairan Alkali, Perbandingan W/S, Slump, Kuat Tekan*

---

**ABSTRACT**

*Title: Analysis of the Effect of Water / Solid Ratio on Compressive Strength and Workability of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete, Rizal Hidayat (41116110145), Dr. Mudiono Kasmuri ST., M.Eng., 2020*

*According to (Christhy Amalia Sapule, 2018), the production of concrete as a construction material commonly used in infrastructure development is one of the contributors to carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, carbon dioxide is produced from the calcination process of cement making. It is noted that per tonne of cement produces an average of 0.77 tonnes of CO<sub>2</sub> from the calcination process, fuel combustion and electricity consumption by chemical reactions. Davidovits (1991) and Temujiin (2010) suggest that geopolymer concrete is one of the revolutionary developments relating to new, inexpensive and environmentally friendly materials as an alternative to Portland cement. Geopolymer concrete is made without using OPC, therefore the use of geopolymer concrete does not only reduce CO<sub>2</sub> emissions. However, geopolymer concrete also utilizes the use of residual materials such as fly ash (Hardjito et al., 2004).*

*This research studied the effect of water solid ratio on slump value and compressive strength of geopolymer concrete. The building material for geopolymer is fly ash as a substitute for Portland cement. As an activator, it uses an alkaline liquid, namely sodium hydroxide (NaOH) with a concentration of 8 molar and sodium silicate (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). In this study, using a mixed design with a W / S ratio of 0.20, 0.21, 0.24, 0.26 and 0.27. Three samples were taken for each mixed design to be tested for slump and compressive strength at the age of 7, 14, and 28 days.*

*The results showed that each increase in the W / S ratio, the slump value was higher (thinner) and the compressive strength of geopolymer concrete would decrease in compressive strength. The highest compressive strength is achieved at a W / S ratio of 0.21, which is 19.25 MPa. The greatest increase in compressive strength occurs at the age of 7 days by 50% -65% of the final compressive strength. Each increase of 0.01 W / S ratio, there will be a decrease in compressive strength of 1.06 MPa*

*Keywords: Geopolymer Concrete, Water Solid Ratio, Fly Ash, Alkali Fluid, W / S Comparison, Slump, Compressive Strength*

**LEMBAR PERNYATAAN**  
**SIDANG SARJANA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizal Hidayat

Nomor Induk Mahasiswa : 41116110145

Progam Studi/Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar sarjana saya.

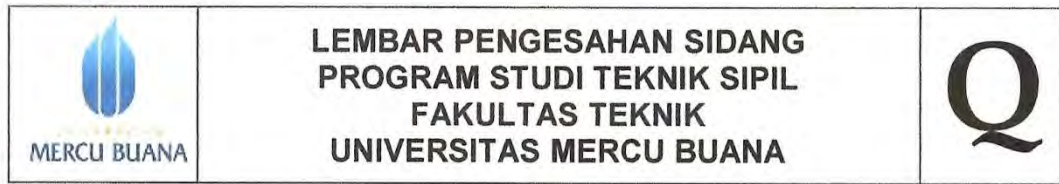
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 24 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan



Rizal Hidayat



Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : Analisa Water/Solid Ratio Terhadap Kuat Tekan Dan Workability Beton Geopolimer Bebas Fly Ash

Disusun oleh :

Nama : Rizal Hidayat  
NIM : 41116110145  
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 24 Agustus 2020

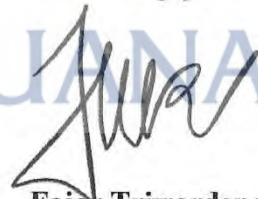
Mengetahui

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji

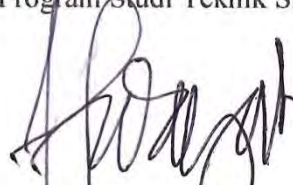


Dr. Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng.



Fajar Triwardono, S.T., M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Acep Hidayat, S.T., M.T.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*, atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Pengaruh *Water Solid Ratio* Terhadap Kuat Tekan dan *Workability* Beton Geopolimer Berbasis *Fly Ash*” untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercubuana.

Selanjutnya penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua dan kakak penulis yang selalu memberi *support* baik moril maupun materil.
2. Dosen Pembimbing penulis Bapak Dr. Mudiono Kasmuri ST., M.Eng. yang dengan sabarnya membimbing penulis untuk menyelesaikan proposal ini.
3. Bapak Acep Hidayat ST., MT selaku Ketua Progam Studi Teknik Sipil Universitas Mercubuana
4. Bapak dan Ibu selaku Dosen Pengajar Teknik Sipil Universitas Mercubuana.
5. Teman-teman seperjuangn, tempat penulis meminta bantuan dan dukungan selama masa perkuliahan kami.

Dan pihak lain yang turut membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak bisa kami sebutkan namanya satu-persatu, dengan dukungan dan doa dari mereka akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari keterbatasannya sehingga mungkin dalam penyusunan Proposal ini masih terdapat beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis menerima saran dan masukan dari pembaca yang sifatnya membangun demi perbaikan studi kami ini.

Jakarta, 24 Agustus 2020

Penulis  
Rizal Hidayat



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

**DAFTAR ISI**

ABSTRAK.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I - 1
1.1    LATAR BELAKANG.....	I - 1
1.2    IDENTIFIKASI MASALAH.....	I - 2
1.3    RUMUSAN MASALAH.....	I - 3
1.3    MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN.....	I - 3
1.4    MANFAAT PENELITIAN.....	I - 3
1.5    RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH.....	I - 4
1.6    SISTEMATIKA PENULISAN.....	I - 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II - 1
1.2    BETON GEOPOLIMER.....	II - 1
2.2    KOMPONEN BETON GEOPOLIMER.....	II - 3



---

2.2.1	<i>Fly Ash</i> .....	II - 3
2.2.2	Alkali Aktivator .....	II - 4
2.2.3	Air .....	II - 5
2.2.4	Agregat.....	II - 6
2.2.5	Bahan Tambahan ( <i>Addictive</i> ).....	II - 8
2.3	PENGUJIAN MATERIAL .....	II - 10
2.3.1.	Pengujian Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ) .....	II - 10
2.3.2.	Penyerapan Air Pada Agregat.....	II - 11
2.3.3.	Pengujian Analisa Saringan .....	II - 12
2.3.4.	Modulus kehalusan .....	II - 12
2.4.	PENGUJIAN BETON .....	II - 12
2.4.1.	Pengujian <i>Slump</i> Beton.....	II - 12
2.4.2.	Pengujian Berat Jenis Beton .....	II - 13
2.4.3.	Pengujian Kuat Tekan.....	II - 13
2.5	PENELITIAN TERDAHULU .....	II - 14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		III - 1
3.1	Umum.....	III - 1
3.2	LOKASI PENELITIAN.....	III - 1
3.2	PERSIAPAN MATERIAL .....	III - 1
3.2.1	<i>Fly Ash</i> .....	III - 2
3.2.2	Agregat.....	III - 2

---

3.2.3	Alkali Ativator .....	III - 3
3.2.4	<i>Admixture</i> .....	III - 5
3.3	PENGUJIAN MATERIAL .....	III - 6
3.3.1	Agregat Halus .....	III - 6
3.3.2	Agregat Kasar .....	III - 8
3.4	MEMBUAT MIX DESIGN BETON.....	III - 9
3.5	PROSES PEMBUATAN BETON GEOPOLIMER .....	III - 10
3.6	CURING BENDA UJI.....	III - 13
3.7	PENGUJIAN KUAT TEKAN (ASTM C39).....	III - 13
3.8	DIAGRAM ALUR PENELITIAN .....	III - 14
BAB IV HASIL DAN ANALISA .....		IV - 1
4.1.	HASIL PENGUJIAN SIFAT MATERIAL .....	IV - 1
4.1.1.	Pengujian Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	IV - 1
4.1.2.	Pengujian Agregat Kasar .....	IV - 2
4.1.3.	Pengujian Agregat Halus .....	IV - 4
4.2.	PEMBUATAN DESAIN CAMPURAN.....	IV - 6
4.3.	PENGUJIAN BETON GEOPOLIMER .....	IV - 9
4.3.1.	Hasil Pengujian Slump.....	IV - 9
4.3.2.	Hasil Pengujian Berat Jenis .....	IV - 10
4.3.3.	Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	IV - 11
4.4	ANALISA DAN PEMBAHASAN .....	IV - 12

4.4.1	Hubungan Umur Sampel dengan Kuat Tekan Beton.....	IV - 13
4.4.2	Hubungan Rasio W/S terhadap Kuat Tekan Beton.....	IV - 15
4.5	ANALISA HARGA SATUAN.....	IV - 17
BAB V PENUTUP .....		V - 1
5.1	KESIMPULAN.....	V - 1
5.2	SARAN .....	V - 3
DAFTAR PUSTAKA .....		xv



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Batas-Batas Tertentu Gradasi Agregat Kasar .....	II - 7
Tabel 2. 2 Stanar Gradasi Agregat Halus .....	II - 8
Tabel 2. 3 Jenis Beton Berdasarkan Berat Jenis .....	II - 13
Tabel 2. 4 Komposisi Beton Geopolimer Terhadap Kuat Tekan .....	II - 15
Tabel 3. 1 Kandungan Unsur Fly Ash Kelas F .....	III - 2
Tabel 3. 5 Persentase Komposisi Campuran .....	III - 9
Tabel 3. 9 Jadwal Penelitian Beton Geopolimer .....	III - 15
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Fly Ash .....	IV - 1
Tabel 4. 2 Berat Jenis Agregat Kasar .....	IV - 2
Tabel 4. 3 Distribusi Butiran Agregat Kasar .....	IV - 3
Tabel 4. 4 Berat Jenis Ageragat Halus .....	IV - 4
Tabel 4. 5 Tabel Distribusi Butiran Agregat Halus .....	IV - 5
Tabel 4. 6 Persentase Kadar Lumpur Agregat Halus .....	IV - 6
Tabel 4. 7 Komposisi Campuran Beton Geopolimer .....	IV - 7
Tabel 4. 8 Berat Material Dalam 1m <sup>3</sup> Beton Geopolimer .....	IV - 7
Tabel 4. 9 Berat Material Dalam 0,02m <sup>3</sup> Beton Geopolimer .....	IV - 8
Tabel 4. 10 Perbandingan Unsur Kimia Penyusun Binder .....	IV - 8
Tabel 4. 11 Nilai Slump Beton Geopolimer .....	IV - 9
Tabel 4. 12 Berat Jenis Beton Geopolimer .....	IV - 11
Tabel 4. 13 Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	IV - 12
Tabel 4. 14 Perbandingan Kekutan Beton Normal Pada Berbagai Umur .....	IV - 14

Tabel 4. 15 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Pada Berbagai Umur ...IV - 15

Tabel 4. 16 Tabel Harga Satuan Material .....IV - 17

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Total Biaya Masing-masing Desain Campuran .....IV - 18



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1 Struktur Polysialate .....	II - 2
Gambar 2. 2 Hasil Analisa XRD .....	II - 4
Gambar 3. 1 Fly Ash Lestari Banten Energi .....	III - 2
Gambar 3. 2 Agregat PT. Waskita Precast .....	III - 3
Gambar 3. 3 NaOH Berbentuk Flek .....	III - 4
Gambar 3. 4 Larutan NaOH 8M .....	III - 5
Gambar 3. 5 Sodium Silikat Berbentuk Gel .....	III - 5
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pembuatan Beton Geopolimer .....	III - 14
Gambar 4. 1 Grafik distribusi Butiran Agregat Kasar .....	IV - 3
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Butiran Agregat Halus .....	IV - 5
Gambar 4. 3 Pengujian Slump Beton Geopolimer .....	IV - 9
Gambar 4. 4 Gambar Penimbangan Benda Uji .....	IV - 11
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Umur Sampel Terhadap Kuat Tekan Beton .....	IV - 13
Gambar 4. 6 Grafik Peningkatan Kuat Tekan Pada Setiap Umur Beton .....	IV - 14
Gambar 4. 7 Grafik Persentase Peningkatan Kuat Tekan .....	IV - 14
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Rasio W/S Terhadap Kuat Tekan Beton .....	IV - 16
Gambar 4. 9 Grafik Regresi Linier Hubungan W/S Ratio dengan Kuat Tekan .....	IV - 16
Gambar 4. 10 Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer .....	IV - 17

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Pengujian X-Ray Fluorescence Fly Ash
- Lampiran 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar
- Lampiran 3. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar
- Lampiran 4. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus
- Lampiran 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus
- Lampiran 6. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus
- Lampiran 7. Desain Campuran G.01
- Lampiran 8. Desain Campuran G.02
- Lampiran 9. Desain Campuran G.03
- Lampiran 10. Desain Campuran G.04
- Lampiran 11. Desain Campuran G.05
- Lampiran 12. Dokumentasi Material Penyusun Beton Geopolimer
- Lampiran 13. Dokumentasi Pembuatan dan Pengujian Slump Beton Geopolimer
- Lampiran 14. Dokumentasi Penimbangan dan Pengujian Beton Geopolimer
- Lampiran 15 Perhitungan Total Biaya Campuran