

**STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR *CEMENTITIOUS* (W/C) (0,7-1) PADA
BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* (BATU BARA)
BERDASARKAN KUAT TEKAN.**

TUGAS AKHIR

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun Oleh:

AHMAD ANDRE SETIAWAN (1921081)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
AGUSTUS 2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR *CEMENTITIOUS* (W/C) (0,7-1) PADA
BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* (BATU BARA)
BERDASARKAN KUAT TEKAN**

Disusun Oleh:

AHMAD ANDRE SETIAWAN


1921081


Telah disetujui oleh Dosen pembimbing untuk diujikan Pada Tanggal 19 Agustus

2024

Pembimbing I

Pembimbing II



Mohammad Erfan, S.T., M.T
NIP.P.1031500508


Ir. Hadi Surya W. S. ST., MT., IPP.
NIP.P. 1032000579

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang


Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T
NIP.P.1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR *CEMENTITIOUS* (W/C) (0,7-1) PADA
BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* (BATU BARA)
BERDASARKAN KUAT TEKAN

*Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Pembahas Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 19 Agustus 2024 dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) Teknik Sipil.*

Disusun Oleh:

AHMAD ANDRE SETIAWAN

1921081

Dosen Pembahas,

Pembahas I

Pembahas II

Ir. H. Sudirman Indra. M.Sc

NIP.Y.1018300054

Vega Aditama, ST., MT.

NIP.P.1031900559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP.P.1030300383

Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP.P.1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AHMAD ANDRE SETIAWAN
NIM : 1921081
Program Studi : TEKNIK SIPIL S-1
Fakultas : TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN (FTSP)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

**STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR *CEMENTITIOUS* (W/C) (0,7-1) PADA
BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* (BATU BARA)
BERDASARKAN KUAT TEKAN**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 24 Agustus 2024




Ahmad Andre Setiawan

1921081

ABSTRAK

“STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR CEMENTITIOUS (W/C) (0,7 – 1) PADA BETON GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH (BATU BARA) BERDASARKAN KUAT TEKAN”

Oleh : Ahmad Andre Setiawan (1921081). Pembimbing I : Mohammad Erfan, ST., M.T Pembimbing II : Ir. Hadi Surya Wibawanto S, ST., MT., IPP Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Beton geopolimer merupakan beton yang tidak menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat, namun untuk menggantikan semen digunakan material alternatif berupa fly ash. Fly ash berfungsi sebagai pengikat karena banyak mengandung unsur silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3), Sementara itu penelitian mengenai beton geopolimer sudah banyak dilakukan akan tetapi pada umumnya menggunakan kadar air pada beton normal. Kadar air merupakan salah satu bagian penting dalam perhitungan rancang beton, karena nilai kadar air ini digunakan untuk menentukan kekuatan rencana beton. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dua tahapan yaitu: Studi pustaka dilakukan untuk mengkaji hubungan antara variabel yang akan diteliti dengan mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian. Studi eksperimen dilakukan untuk memperoleh data - data yang dibutuhkan, penelitian dilaksanakan di laboratorium. , didapat hasil pengujian kuat tekan, W/C 0,7 sebesar 22,01MPa, W/C 0,75 sebesar 17,12 MPa, W/C 0,8 sebesar 15,60 MPa, W/C 0,85 sebesar 15,11 MPa, W/C 0,9 sebesar 14,74 MPa, W/C 0,95 sebesar 10,41 MPa, W/C 1 sebesar 6,15 MPa.

Beton Geopolimer, Fly Ash, Kadar Air *Cementitious*, Semen

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI PENELITIAN FAKTOR AIR *CEMENTITIOUS* (W/C) (0,7-1) PADA BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* (BATU BARA) BERDASARKAN KUAT TEKAN ”** dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan judul Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian proposal tugas akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ir. Debby Budi Susanti, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Mohammad Erfan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Ir. Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, ST., MT., IPP. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

Penyusun menyadari bahwa pada tugas akhir ini masih banyak kekurangan maupun kesalahan, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran, petunjuk, bimbingan, dan kritik yang bersifat membangun.

Malang, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Batasan Masalah	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Beton Geopolimer	7
2.3 Material	8
2.3.1 Alkali Aktivator	8
2.3.2 Abu Terbang (Fly Ash).....	9
2.3.3 Agregat Halus.....	10
2.3.4 Agregat Kasar.....	10
2.3.5 Air	11
2.4 Curing Beton Geopolimer.....	11
2.5 Faktor Air Semen	11
2.6 Pengujian Beton Geopolimer	13
2.6.1 Pengujian Kuat Tekan	13
2.7 Pengolahan Data.....	14

2.7.1 Interval Kepercayaan	14
2.7.2 Analisa Regresi	15
2.7.3 Definisi Hipotesis.....	16
2.7.4 Uji Korelasi	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Tujuan Penelitian	19
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	19
3.2.1 Tempat Penelitian.....	19
3.2.2 Waktu Penelitian	19
3.3 Metode Penelitian	25
3.4 Alat Dan Bahan.....	28
3.4.1 Alat Penelitian.....	28
3.4.2 Bahan Penelitian.....	28
3.5 Populasi Dan Sampel	28
3.6 Metode Pengumpulan Data.....	29
3.6.1 Uji Kuat Tekan.....	29
3.7 Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil dan Pembahasan Pemeriksaan Material Campuran Beton	33
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Berat Isi	33
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan	36
4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.1.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat dan Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)...	39
4.1.5 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	40
4.1.6 Hasil Pemeriksaan Konsistensi Normal dan Waktu Ikat	42
4.1.7 Pembahasan Hasil Pemeriksaan Material	45
4.2 Perancangan Campuran (<i>Mix Design</i>)	47
4.2.1 Perancangan Campuran Beton	47
4.2.2 Perhitungan Kebutuhan Larutan Alkali Aktifator.....	53
4.2.3 Komposisi Akhir Campuran Beton Geopolimer.....	53
4.3 Kandungan Kimia Bahan Pengganti Semen	54
4.4 Metode Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji Silinder	56
4.4.1 Persiapan Material dan Bekisting	56

4.4.2	Proses Pengadukan dan Pencetakan Benda Uji	56
4.4.3	Perawatan Benda Uji.....	57
4.5	Pengujian Tes Slump	57
4.6	Analisa Data Kuat Tekan Benda Uji Silinder	58
4.7	Pengujian Interval Kepercayaan	62
4.8	Analisa Regresi	66
4.8.1	Analisa Regresi Kuat Tekan Beton Geopolimer Faktor Air <i>Cementitious</i> (W/C) 0,7 sampai 1	66
4.9	Pengujian Hipotesis.....	69
4.9.1	Pengujian Hipotesis Faktor Air <i>Cementitious</i> (W/C) 0,7 sampai 1	70
4.10	Pembahasan.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran.....	73
Daftar Pustaka		74
DOKUMENTASI PENELITIAN		75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persamaan Dan Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2 Tabel Klasifikasi Kandungan Kimia Fly Ash	9
Tabel 2.3 Perkiraan Kekuatan Tekan (Mpa Beton Dengan Faktor Air Semen, Dan Agregat Kasar Yang Bisa Digunakan Di Indonesia.....	12
Tabel 2.4 Kriteria Korelasi.....	18
Tabel 3.1 Persiapan Penelitian Beton Geopolimer	20
Tabel 3.2 Pelaksanaan Penelitian Beton Geopolimer	21
Tabel 3.3 Analisa Data dan Pelaporan Penelitian Beton Geopolimer	25
Tabel 3.4 Tabel Komposisi Kimia Fly Ash Tipe C (PLTU Paiton).....	26
Tabel 3.5 Variasi Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	28
Tabel 4.1 Berat Isi Lepas/ Gembur Agregat Halus	33
Tabel 4.2 Berat Isi Padat Agregat Halus	34
Tabel 4.3 Berat Isi Lepas/ Gembur Agregat Kasar	34
Tabel 4.4 Berat Isi Padat Agregat Kasar	34
Tabel 4.5 Berat Isi Lepas/ Gembur Abu Terbang (Fly Ash).....	35
Tabel 4.6 Berat Isi Padat Abu Terbang (Fly Ash)	35
Tabel 4.7 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus	36
Tabel 4.8 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar	37
Tabel 4.9 Kadar Air Agregat Kasar	39
Tabel 4.10 Kadar Air Agregat Halus	39
Tabel 4.11 Kadar Air Abu Terbang (Fly Ash).....	40
Tabel 4.12 Berat Jenis dan Tingkat Penyerapan Agregat Kasar	40
Tabel 4.13 Berat Jenis dan Tingkat Penyerapan Agregat Halus	41
Tabel 4.14 Berat Jenis dan Tingkat Penyerapan Abu Terbang (Fly Ash)	42
Tabel 4.15 Konsistensi Normal Pasta Geopolimer	43
Tabel 4.16 Waktu Ikat Pasta Geopolimer	43
Tabel 4.17 Rangkuman Hasil Pemeriksaan Material.....	45
Tabel 4.18 Perkiraan Kadar Air Bebas	48
Tabel 4.19 Komposisi Akhir Campuran Kondisi Lapangan per m ³	54
Tabel 4.20 Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan	54
Tabel 4.21 Tabel Komposisi Kimia Fly Ash Tipe C (PLTU Paiton).....	55
Tabel 4.22 Hasil Uji Slump.....	57
Tabel 4.23 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Silinder 10 x 20 cm	59
Tabel 4.24 Tabel Uji T	63
Tabel 4.25 Data Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer FAS 0,7	63
Tabel 4.26 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton Geopolimer Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 - 1	64
Tabel 4.27 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	65
Tabel 4.28 Data Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 sampai 1 dan Rata-Rata Kuat Tekan Beton Geopolimer	66
Tabel 4.29 Data Regresi Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 sampai 1	67

Tabel 4.30 Tabel Uji T	70
------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Kimia Polisialate	8
Gambar 2.2 Proses Sintesis Geopolimer	8
Gambar 2.3 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Faktor Air Semen.....	13
Gambar 3.1 Alat Uji Kuat Tekan	30
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelian.....	32
Gambar 4.1 Gradasi Agregat Halus	37
Gambar 4.2 Gradasi Agregat Kasar	38
Gambar 4.3 Konsistensi Normal Pasta Geopolimer	43
Gambar 4.4 Waktu Ikat Pasta Geopolimer	44
Gambar 4.5 Grafik Presentase Agregat Halus	49
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Segar dan Kadar Air Bebas.....	50
Gambar 4.7 Hasil Uji Slump.....	57
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Dengan Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 sampai 1	61
Gambar 4.9 Grafik Trial Regresi Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 sampai 1.	62
Gambar 4.10 Analisis Grafik Regresi Hubungan Faktor Air Cementitious (W/C) 0,7 sampai 1 Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer	69

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan (mm^2)
B	= Berat piknometer diisi air
B_j	= Berat contoh kering permukaan jenuh
B_k	= Berat contoh kering oven
B_a	= Berat contoh didalam air
B_t	= Berat piknometer + contoh SSD + Air
d	= Berat isi pada suhu
D	= Diameter (mm)
$f'c$	= Tegangan tekan beton rencana (Mpa)
L	= Panjang (cm)
n	= Jumlah data
P	= Beban (N)
p	= Persentil $\frac{1}{2}$ (1+ interval konfidensi)
S	= Standar deviasi
tp	= Nilai t pada persentil P yang dipilih
V_1	= Tinggi pasir
V_2	= Tinggi lumpur
W/C	= Faktor air <i>cementitious</i>
W_1	= Berat benda uji semula (gram)
W_4	= Berat benda uji tertahan saringan No. 200 (gram)
W_5	= Berat contoh kering (gram)
W_h	= Estimasi konten air agregat halus (tidak dipecah)
W_k	= Estimasi konten ai agregat kasar (dipecah)
X	= Nilai rata-rata dari data yang diuji
Y	= Data hasil pengujian
σ	= Tegangan normal (N/mm^2)
$\sum x$	= Total dari jumlah variabel X
$\sum y$	= Total dari jumlah variabel Y
$\sum x^2$	= Kuadrat dari total variabel X

Σy^2 = Kuadrat dari total variabel Y

Σxy = Hasil dari perkalian total jumlah variabel X dan Y