

**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN DAN KUAT  
LENTUR SANDWICH CONCRETE BETON GEOPOLIMER  
DENGAN BETON KONVENSIONAL**

*(EXPERIMENTAL STUDY OF COMPRESSIVE STRENGTH AND FLEXURAL  
STRENGTH OF SANDWICH CONCRETE GEOPOLYMER CONCRETE WITH  
CONVENTIONAL CONCRETE)*



**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S.1)  
Pada Fakultas Sains Dan Teknologi  
Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara

Oleh:

**WAYS ALKORNIK**  
( 151230000097 )

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NAHDLATUL ULAMA JEPARA  
TAHUN 2019**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING  
SKRIPSI**

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Setelah saya meneliti dan mengadakan perbaikan seperlunya, bersama ini saya kirimkan naskah skripsi saudara :

Nama Mahasiswa : Ways Alkornik  
Nim : 151230000097  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Kuat Lentur  
*Sandwich Concrete* Beton Geopolimer Dengan  
Beton Konvensional

Skripsi ini telah disetujui pembimbing dan siap dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Program Sarjana Strata I (S1) Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara (UNISNU).

Demikian harap menjadi maklum

Wassalamu'alaikum Wr,Wb.

Jepara, 12 Maret 2019

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**H. Mochammad Oomaruddin, ST., MT.**  
NIDN. 0604068203



**Nor Hidayati, ST., MT.**  
NIDN. 06170290001

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Kuat Lentur *Sandwich Concrete* Beton Geopolimer Dengan Beton Konvensional:

Nama Mahasiswa : Ways Alkornik

NIM : 151230000097

Program Studi : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dipertahankan dalam sidang oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara dan dinyatakan lulus pada tanggal, 22 Maret 2019

Selanjutnya dapat diterima sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi UNISNU Jepara Tahun Akademik 2019.

Jepara, 22 Maret 2019

Ketua Sidang,



H. Mohammad Oomaruddin, ST., MT.  
NIDN.0604068203

Sekretaris Sidang,



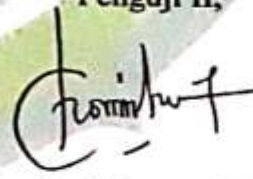
Nor Hidayati, ST., MT.,  
NIDN.0617029001

Penguji I,



Fatchur Rochman, ST., MT.  
NIDN.0675108101

Penguji II,



Khotibul Umam, ST., MT.  
NIDN.063117706

Mengetahui Dekan  
Fakultas Sains dan Teknologi



Ir. Gun Sudiryanto, M.M.  
NIDN.0624056501

**SURAT PERNYATAAN  
KEABSAHAN SKRIPSI**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ways Alkornik  
NIM : 151230000097  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya dan dengan penuh kejujuran dan tanggung jawab, bahwa Skripsi yang saya susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S.1) Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah di ajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana dari Perguruan Tinggi lain.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Selanjutnya saya bersedia menerima sanksi dari Fakultas Sains Dan Teknologi UNISNU Jepara apabila di kemudian hari ditemukan ketidak benaran dari pernyataan ini.

Jepara, 22 Maret 2019



*Ways Alkornik*  
Ways Alkornik  
NIM : 151230000097



## ABSTRAK

Ways Alkornik, 151230000097, Studi Eksperimental Kuat Tekan Dan Kuat Lentur *Sandwich Concrete* Beton Geopolimer Dengan Beton Konvensional, 2019, H. Mochammad Qomaruddin, ST.,MT., Nor Hidayati, ST.,MT., Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.

Semen digunakan sebagai binder untuk bahan pengikat beton memiliki kelebihan cepat mengeras dan mudah untuk dibentuk dalam pekerjaan, Namun adanya gas karbon dioksida yang dihasilkan semen menjadikan semen tidak ramah lingkungan yang dapat mengakibatkan pemanasan global. Pada penelitian terbaru menemukan beton geopolimer yang menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen dengan kelebihan ramah lingkungan namun pada beton geopolimer memiliki kelemahan dengan sifat getas dibanding dengan beton semen sebagai bindernya. Metode *sandwich concrete* dengan melakukan pemodifan pada beton dengan berlapis yaitu penggabungan beton konvensional yang diapit dengan beton geopolimer. Penelitian eksperimental ini menggunakan pengujian kuat tekan dan kuat lentur. Pengujian kuat tekan mempergunakan kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan jumlah sampel 48 kubus. Pembuatan sampel kubus memiliki 4 variasi sampel yaitu 15 kubus *full* beton geopolimer, 15 kubus *full* konvensional, 15 kubus *sandwich concrete 1*, dan 15 kubus *sandwich concrete 2*. Sedangkan pada pengujian kuat lentur mempergunakan balok dengan diameter 60 cm x 15 cm x 15 cm dengan jumlah sampel 10 balok yang memiliki 2 variasi sampel, 5 balok *sandwich concrete 1*, dan 5 balok *sandwich concrete 2*. Komposisi campuran beton dengan presentase jumlah material yang sama dengan beton geopolimer dan konvensional yaitu agregat : (binder + activator) = 62% : 38%, agregat kasar : agregat halus = 57% : 43%, binder : activator = 65% : 35%, pada beton geopolimer menggunakan NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> sebagai cairan activator dengan perbandingan 1 : 2. Proses *curing* dilakukan dengan menggunakan karung basah dengan umur beton 7 hari, 28 hari, dan 56 hari pada pengujian kuat tekan dan pada pengujian kuat lentur mempergunakan umur beton 56 hari. Pengujian ini dilakukan dengan 2 pengujian yaitu pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur. Hasil dari pengujian kuat tekan mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada beton full geopolimer sebesar 30,96% dari jenis beton full konvensional dan sebesar 7,07% dari beton *sandwich concrete 2*. Pada jenis beton *sandwich concrete* kuat tekan tertinggi pada jenis beton *sandwich concrete 2* dengan posisi penekanan vertikal dengan nilai kuat tekan sebesar 381 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada kuat lentur tertinggi pada jenis sampel *sandwich concrete 2* yaitu sebesar 19,68% dari jenis sampel *sandwich concrete 1*.

**Kata kunci:** *beton geopolimer, beton konvensional, beton sandwich concrete, kuat tekan, kuat lentur.*

## ABSTRACT

*Ways Alkornik, 15123000097, Experimental Study Of Compressive Strength And Flexural Strength Of Sandwich Concrete Geopolymer Concrete With Conventional Concrete, 2019, H. Mochammad Qomaruddin, ST.,MT., Nor Hidayati, ST.,MT., Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.*

*Cement is used as a binder for concrete binders having excess harden quickly and is easy to form in work. However, the presence of carbon dioxide gas produced by cement makes cement not environmentally friendly which can lead to global warming. In the latest study found geopolymer concrete that uses fly ash as a substitute for cement with the advantage of being environmentally friendly but in geopolymer concrete has a weakness with brittle properties compared to cement concrete as a binder. The sandwich concrete method by modifying the layered concrete is a combination of conventional concrete sandwiched with geopolymer concrete. This experimental study uses testing of compressive strength and flexural strength. The compressive strength test uses a cube with a diameter of 15 cm x 15 cm x 15 cm with a number of samples of 48 cubes. Making cube samples has 4 sample variations, namely 15 full geopolymer concrete cubes, 15 conventional full cubes, 15 concrete 1 cube sandwiches, and 15 sandwich concrete cubes 2. While bending strength testing uses blocks with a diameter of 60 cm x 15 cm x 15 cm with the number of samples is 10 beams that have 2 sample variations, 5 sandwich concrete beams 1, and 5 sandwich concrete beams 2. The composition of the concrete mixture with a percentage of the same amount of material as geopolymer and conventional concrete is aggregate: (binder + activator) = 62%: 38 %, coarse aggregate: fine aggregate = 57%: 43%, binder: activator = 65%: 35%, in geopolymer concrete using NaOH and Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> as a liquid activator with a ratio of 1: 2. The curing process is carried out using wet sacks with concrete age 7 days, 28 days and 56 days in compressive strength testing and in flexural strength testing using 56 days of concrete. This test is carried out with 2 tests namely compressive strength testing and flexural strength testing. The results of the compressive strength test get the highest compressive strength on full geopolymer concrete amounting to 30.96% of the type of conventional full concrete and amounting to 7.07% of concrete sandwich concrete 2. In the type of sandwich concrete concrete the highest compressive strength on the type of concrete sandwich concrete 2 with a vertical pressure position with a compressive strength of 381 kg / cm<sup>2</sup>. Whereas the highest flexural strength in sandwich concrete 2 samples is 19.68% of sandwich concrete sample type 1.*

**Keywords:** *geopolymer concrete, conventional concrete, sandwich concrete, compressive strength, flexural strength.*

## **MOTTO**

*“ Belajarlah Dari Kegagalan Karena Bukan Dari Keberhasilan Saja  
Pengetahuan Itu Berasal ”*

*“ Jangan Takut Untuk Mencoba, Dunia Bukan Tempat Monoton, Sukses Bukan  
Menunggu Tapi Menuju ”*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kepada kita semua, serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, para keluarga, para sahabat, dan umatnya.

Berkat qudrat dan iradat Allah SWT penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini, yang berjudul “Studi Eksperimen Kuat Tekan Dan Kuat Lentur *Sandwich Concrete* Beton Geopolimer Dengan Beton Konvensional” dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis dengan rasa bangga dan bahagia menghanturkan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Islam Nahdlatul Ulama Dr. Sa’dullah Assa’idi, M.Ag yang telah menyampaikan ilmu pengetahuan sehingga dapat menambah dan menjadikan penulis bersemangat dalam menempuh studi.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara Ir. Gun Sudiryanto M.M. yang telah memberikan fasilitas dan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
3. Khotibul Umam, ST. MT. Selaku ketua Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi Nahdlatul Ulama Jepara.
4. H. Mochammad Qomaruddin, ST. MT. Selaku dosen pembimbing I di Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.
5. Nor Hidayati, ST. MT. Selaku dosen pembimbing II di Univesitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara.
6. Kepada kedua orang tua dan teman-teman saya yang telah membantu dan mendo’akan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Peneliti menyadari, bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan tetapi skripsi ini berharap bisa menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi peneliti sendiri dan kepada pembaca yang sudi melihat dan membacanya.

Jepara,   Maret 2019  
penulis,

WAYS ALKORNIK



## **PERSEMBAHAN**

*Skripsi ini saya persembahkan untuk:*

*Ibu dan ayah saya yang selalu memberi dukungan, penyemangat, pemberi motivasi, dan selalu mendoakan saya.*

*Kepada semua keluarga yang saya sayangi.*

*Bapak H.Mochammad Qomarudin, ST. MT yang sudah memberikan bimbingan, panutan, dan dukungan selama saya kuliah.*

*Bapak Khotibul Umam, ST. MT selaku KAPRODI Teknik Sipil yang selalu memberi arahan dan ilmu.*

*Ibu Nur Hidayati, ST. MT selaku dosen pembimbing saya yang membantu dalam kuliah saya.*

*Sahabat-sahabat saya terutama kepada Miftakhul Hadi, Shiska Fauziah, Siti Wahyuni Andika, dan Rizki Alfida yang senantiasa dalam suka dan duka selalu menyemangati, dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi.*

*Teman-teman sekelas yang banyak membantu dan menyemangati saya dalam mengerjakan skripsi.*

*Adik-adik kelas saya yang mau membantu saya dalam mengerjakan skripsi saya. Seluruh mahasiswa Teknik Sipil mengalami dan akan mengalami proses pengerjaan sekripsi, tetap semangat, jangan menyerah, hadapi jangan menghindari.*

## DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
PERSEMBAHAN.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Definisi Umum.....	7
2.2 Beton Geopolimer.....	8
2.3 Beton Konvensional.....	8
2.4 Beton <i>Sandwich Concrete</i> .....	9
2.5 Material Penyusun Beton.....	10
4.2.1 <i>Fly ash</i> (Abu Terbang).....	10
4.2.2 Cairan Alkali Aktivator.....	12
4.2.3 Semen <i>Portland</i> .....	12
4.2.4 Air.....	14

2.6	Karakteristik Uji Kuat Beton	14
2.7	Ketentuan Benda Uji Kubus	15
2.8	Pengujian Kuat Tekan Beton	16
2.9	Ketentuan Benda Uji Balok	16
2.10	Pengujian Kuat Lentur Beton	17
2.11	Penelitian Sebelumnya	18
2.11.1	Mulyana & Yolanda (2017)	18
2.11.2	Manuahe, Sumzjouw, & Windah (2014)	19
2.11.3	Ahmad, Taufeq, & Aras (2009)	19
2.11.4	Gunawan (2004)	19
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Diskriptif Penelitian	21
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.3	Metode Beton <i>Sandwich Concrete</i>	21
3.4	Persiapan Material Penelitian	23
3.5	Pengujian Karakteristik Beban Material	26
3.5.1	Batu Pecah (Agregat Kasar)	26
3.5.2	Pasir (Agregat Halus)	28
3.5.3	Semen	30
3.5.4	<i>Fly Ash</i>	31
3.6	<i>Trial Mix Design</i>	33
3.7	<i>Mix Design</i>	33
3.6.1	Beton Geopolimer <i>Sandwich Concrete</i>	33
3.6.2	Beton Konvensional <i>Sandwich Concrete</i>	34
3.6.3	Jumlah Sampel	34
3.6.4	Jumlah Material Benda Uji	35
3.8	Pembuatan Sampel Beton Geopolimer	36
3.9	Pembuatan Sampel Beton Konvensional	38
3.10	Pembuatan Sampel Beton <i>Sandwich Concrete</i>	39
3.11	<i>Curing</i> Beton	41
3.12	Pengujian Kuat Tekan	42
3.13	Pengujian Kuat Lentur	42

3.14	Analisa data Penelitian .....	43
3.15	Kesimpulan.....	43
3.16	Diagram Alur Penelitian.....	44
3.17	Jadwal Penelitian.....	46
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Uraian Umum.....	47
4.2	Hasil Uji Karakteristik Bahan Material.....	47
4.2.1	Agregat Kasar (Batu Pecah).....	48
4.2.2	Agregat Halus (Pasir).....	50
4.2.3	<i>Fly Ash</i> (Binder).....	54
4.2.4	Semen (Binder).....	59
4.3	Pembuatan Sampel Benda Uji.....	61
4.3.1	Analisa <i>Mix Design Concrete</i> .....	61
4.3.2	<i>Mix Design Concrete</i> .....	62
4.3.3	Pembuatan Sampel Beton Full Geopolimer.....	63
4.3.4	Pembuatan Sampel Beton Full Konvensional.....	63
4.3.5	Pembuatan Sampel Beton <i>Sandwich Concrete</i> .....	64
4.3.6	Pengujian Nilai <i>Slump</i> .....	67
4.3.7	Proses <i>Curing</i> Beton.....	68
4.4	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	69
4.5	Kuat Tekan Terhadap Pola Penyusunan.....	78
4.6	Pengujian Kuat Lentur Beton.....	81
4.7	Pola Retak.....	84
BAB V PENUTUP.....		90
5.1	Kesimpulan.....	90
5.2	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi dan Klafisikasi <i>Fly Ash</i> .....	10
Tabel 2.2 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Kelas F .....	11
Tabel 3.1 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji .....	27
Tabel 3.2 Jumlah Pembuatan Benda Uji Kubus .....	35
Tabel 3.3 Jumlah Pembuatan Benda Uji Balok .....	35
Tabel 3.4 Komposisi Material Beton Konvensional Kuat Tekan .....	35
Tabel 3.5 Komposisi Material Beton Geopolimer Kuat Tekan .....	36
Tabel 3.6 Komposisi Material Beton Konvensional Kuat Lentur .....	36
Tabel 3.7 Komposisi Material Beton Geopolimer Kuat Lentur .....	36
Tabel 3.8 <i>Time Schedule</i> Pelaksanaan Penelitian .....	46
Tabel 4.1 Tabel Keausan Agregat Kasar .....	48
Tabel 4.2 Analisa Keausan Agregat Kasar .....	49
Tabel 4.3 Analisa Saringan Agregat Halus .....	50
Tabel 4.4 Jenis Pasir Pada PBI 1971 .....	51
Tabel 4.5 Persyaratan Agregat Halus Pada PBI 1971 .....	52
Tabel 4.6 Analisa Kadar Lumpur .....	53
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kadar Air .....	54
Tabel 4.8 Hasil Uji XRF <i>Fly Ash</i> .....	55
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Vicat Geopolimer .....	56
Tabel 4.10 Perhitungan Waktu Ikat Geopolimer .....	58
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Vicat Konvensional .....	60
Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Ikat Konvensional .....	61
Tabel 4.13 Hasil Pengujian <i>Slump</i> .....	67
Tabel 4.14 Hasil Kuat Tekan Umur 7 Hari .....	70
Tabel 4.15 Hasil Kuat Tekan Umur 28 Hari .....	72
Tabel 4.16 Hasil Kuat Tekan Umur 56 Hari .....	74
Tabel 4.17 Hasil Kuat Lentur Umur 56 Hari .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Benda Uji Kubus.....	16
Gambar 2.2 Ilustrasi Benda Uji Balok.....	17
Gambar 3.1 Pola Penyusunan Beton <i>Sandwich Concrete</i> .....	22
Gambar 3.2 Material Agregat Kasar.....	23
Gambar 3.3 Material Agregat Halus.....	24
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i> Kelas F.....	24
Gambar 3.5 Larutan NaOH 8 Mol.....	25
Gambar 3.6 Larutan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> .....	25
Gambar 3.7 Semen Merk Gersik.....	25
Gambar 3.8 Air PDAM.....	26
Gambar 3.9 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer <i>Sandwich Concrete</i> .....	34
Gambar 3.10 <i>Mix Design</i> Beton Konvensional <i>Sandwich Concrete</i> .....	34
Gambar 3.11 Diagram Alur Penelitian.....	44
Gambar 4.1 Proses Penyucian Agregat Kasar.....	49
Gambar 4.2 Alat <i>Los Angeles Abrasion</i> .....	49
Gambar 4.3 Proses Pengayaan.....	49
Gambar 4.4 Proses Penimbangan.....	49
Gambar 4.5 Grafik Hasil Analisa Saringan.....	51
Gambar 4.6 Susunan Saringan.....	52
Gambar 4.7 Pasir Muntilan.....	52
Gambar 4.8 Proses Pengayaan.....	52
Gambar 4.9 Proses Penimbangan.....	52
Gambar 4.10 Proses Pengocokan Pasir Muntilan.....	53
Gambar 4.11 Hasil Kadar Lumpur.....	53
Gambar 4.12 Berat Sebelum di Oven Pasir Muntilan.....	54
Gambar 4.13 Berat Sesudah di Oven Pasir Muntilan.....	54
Gambar 4.14 Grafik Vicat Geopolimer.....	58
Gambar 4.15 Proses Pembuatan Pasta Geopolimer.....	59
Gambar 4.16 Proses Vicat Pasta Geopolimer.....	59
Gambar 4.17 Grafik Vicat Konvensional.....	60



Gambar 4.18 Proses Pembuatan Pasta Konvensional	61
Gambar 4.19 Proses Vicat Pasta Konvensional	61
Gambar 4.20 <i>Mix Design</i> Beton Geopolimer	62
Gambar 4.21 <i>Mix Design</i> Beton Konvensional	63
Gambar 4.22 Penuangan Cairan NaOH	65
Gambar 4.23 Pencampuran NaOH dan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	65
Gambar 4.24 Penuangan <i>Fly Ash</i>	65
Gambar 4.25 Proses Pengadukan	65
Gambar 4.26 Penuangan Adukan Ke Loyang	65
Gambar 4.27 Penuangan Adukan Ke Cetakan	65
Gambar 4.28 Penuangan Beton Konvensional Untuk Lapisan Kedua	66
Gambar 4.29 Pengontrolan Beton Untuk Lapisan Pertama	66
Gambar 4.30 Pengontrolan Beton Untuk Lapisan Kedua	66
Gambar 4.31 Pengeringan Beton	66
Gambar 4.32 Sampel Kubus <i>Sandwich Concrete</i>	66
Gambar 4.33 Sampel Balok <i>Sandwich Concrete</i>	66
Gambar 4.34 Sampel Beton Konvensional	67
Gambar 4.35 Sampel Beton Geopolimer	67
Gambar 4.36 Pengukuran Nilai <i>Slump</i> beton Geopolimer	68
Gambar 4.37 Penuangan Beton Geopolimer	68
Gambar 4.38 Penuangan Beton Konvensional	68
Gambar 4.39 Pengukuran Nilai <i>Slump</i> Beton Konvensional	68
Gambar 4.40 Proses <i>Curing</i> Beton	69
Gambar 4.41 Ilustrasi Alat Kuat Tekan Beton	69
Gambar 4.42 Pengujian Sampel SC : 1 Umur 7 Hari	71
Gambar 4.43 Pengujian Sampel SC : 2 Umur 7 Hari	71
Gambar 4.44 Pengujian Sampel G Umur 7 Hari	71
Gambar 4.45 Pengujian Sampel K Umur 7 Hari	71
Gambar 4.46 Pengujian Sampel SC : 1 Umur 28 Hari	73
Gambar 4.47 Pengujian Sampel SC : 2 Umur 28 Hari	73
Gambar 4.48 Pengujian Sampel G Umur 28 Hari	73
Gambar 4.49 Pengujian Sampel K Umur 28 Hari	73

Gambar 4.50 Pengujian Sampel SC : 1 Umur 56 Hari.....	75
Gambar 4.51 Pengujian Sampel SC : 2 Umur 56 Hari.....	75
Gambar 4.52 Pengujian Sampel G Umur 56 Hari.....	75
Gambar 4.53 Pengujian Sampel K Umur 56 Hari.....	75
Gambar 4.54 Nilai Maksimum Dan Minimum Standar Deviasi.....	76
Gambar 4.55 Grafik Kuat Tekan Terhadap Umur Beton.....	77
Gambar 4.56 Grafik Kuat Tekan Umur 7 Hari.....	78
Gambar 4.57 Grafik Kuat Tekan Umur 28 Hari.....	79
Gambar 4.58 Grafik Kuat Tekan Umur 56 Hari.....	80
Gambar 4.59 Ilustrasi Alat Kuat Lentur Beton.....	81
Gambar 4.60 Pengujian Sampel SC 1 : 2 Kuat Lentur.....	82
Gambar 4.61 Hasil Sampel SC 1 : 2 Kuat Lentur.....	82
Gambar 4.62 Pengujian Sampel SC 2 : 1 Kuat Lentur.....	83
Gambar 4.63 Hasil Sampel SC 2 : 1 Kuat Lentur.....	83
Gambar 4.64 Grafik Kuat Lentur Umur 56 Hari.....	83
Gambar 4.65 Pola Retak Umur 7 Hari.....	85
Gambar 4.66 Pola Retak Umur 28 Hari.....	86
Gambar 4.67 Pola Retak Umur 56 Hari.....	87
Gambar 4.68 Pola Retak Kuat Lentur Umur 56 Hari.....	88

## TABEL RUMUS

Rumus 1 Kuat Tekan Beton.....	16
Rumus 2 Kuat Lentur Beton.....	18

## DAFTAR NOTASI

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang Benda Uji ( $\text{cm}^2$ )

P = Beban Tertinggi Yang Terbaca Pada Mesin Uji (kg)

L = Jarak Antara Dua Garis Perletakan (cm)

B = Lebar Tampang Lintang Yang Patah Pada Arah Horisontal (cm)

h = Lebar Tampang Lintang Yang Patah Pada arah Vertikal (cm)

a = Berat Sebelum Diuji (gram)

b = Kehilangan Berat (gram)

a = Tinggi Pasir + Lumpur (ml)

b = Tinggi Pasir (ml)

(w1) = Berat Pasir (gram)

(w2) = Berat Pasir Setelah Di Oven (gram)

(x1) = Waktu Penurunan (menit)

(x2) = Waktu Penurunan (menit)

(y) = Penurunan Saat Waktu Ikat awal (mm)

(y1) = Penurunan Sebelum Waktu Ikat Awal (mm)

(y2) = Penurunan Setelah Waktu Ikat Awal (mm)