

**PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER  
TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana  
Teknik di bidang keahlian Teknik Sipil



Oleh:  
HABIB ALI MAKSUM  
1805468

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2023**

**PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER**

Oleh :

Habib Ali Maksum

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh  
gelar sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

Habib Ali Maksum

Universitas Pendidikan Indonesia

Desember 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang

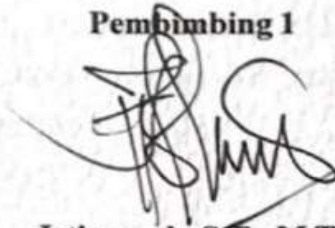
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER**

Disetujui dan disajikan oleh :

**Pembimbing 1**



**Istiqomah, S.T., M.T.**

NIP. 19711215 200312 2 001

**Pembimbing 2**

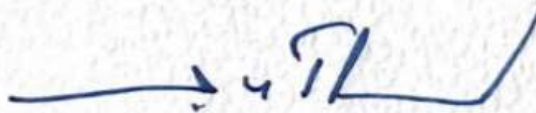


**Ben Novarro Batubarra, S.T., M.T.**

NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil**



**Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST., MT., IPM., ASEAN. Eng**

NIP. 19770307 200812 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**Penambahan Serat *Polypropylene* Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Campuran Beton Geopolimer**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 4 Desember 2023

Pembuat pernyataan



**Habib Ali Maksum**

NIM. 1805468

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER”. Dengan judul tersebut diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik pada Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.

Peneliti menyadari masih banyak kekurangan dalam proses penulisan Tugas Akhir ini, karena pengetahuan dan wawasan peneliti masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu peneliti mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak untuk memperbaiki kekurangan peneliti di waktu yang akan datang. Peneliti berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi peneliti, dan bagi pembaca untuk menjadi acuan dalam membuat penelitian skripsi selanjutnya.

Bandung, Juli 2023



Habib Ali Maksum  
NIM 1805468

## UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih yang teramat besar kepada seluruh pihak yang telah membantu pada penulisan tugas akhir ini. Penulis banyak menerima pertolongan, arahan, bimbingan dan juga motivasi dalam penulisan tugas akhir ini dalam bentuk materil maupun moril. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Istiqomah S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I mata kuliah Tugas Akhir yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ben Novaro Batubara, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II mata kuliah Tugas Akhir yang senantiasa membimbing, memberikan arahan, serta masukan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Herwan Dermawan S.T., M.T., IPM., selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan arahan selama perkuliahan.
4. Bapak Dr. Juang Akbaridin S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia.
5. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Teknik Sipil Universitas Pendidikan Indonesia atas ilmu yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
6. Bapak Maman, S.Pd. selaku staff administrasi Program Studi Teknik Sipil yang senantiasa membantu dalam proses pelaksanaan seminar dan sidang.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Utomo, S.T. dan Ibu Siti Maksumah, yang sedari dulu telah membimbing dan mendidik penulis dengan kasih sayang yang tidak pernah dapat terbayarkan, serta doa yang tidak pernah putus kepada penulis.
8. Saudara kandung, adik saya Aji Muhamad Akbar yang telah memberikan dukungan dan semangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Keluarga Besar Ronosonto yang selalu memberikan dorongan dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

10. FREEMASON yang selalu memberi motivasi dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Morgy Coffee Crew yang selalu memberi ide dan saran untuk penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
12. Deyadra Nur Shafa', Gian Antares, Rafli Putra Raihan, Muhammad Faris Rasyid, Raihan Dzakwan Purnama, Muhammad Syamvora Noval, dan Ananda Ismail yang selalu ada dan juga membantu penulis untuk membuat tugas akhir ini.
13. Maulana Yusup Paisal, Airlangga Sundawa, Agi Wirotomo, dan Andre Hafizh Wachyudi yang telah menemani penulis dan membantu penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
14. Qais Muhammad Shaddam, Reyvaldo Karuniawan Pradipta, Alif Farma Sadiwa, R. Alvatwa Pangestu, Galih Prayogi, dan Tiara Reza Hanandita yang telah membantu sedikit demi sedikit terhadap tugas akhir ini.
15. Elsa Putri Allsop, Fikri Mohammad Aufa, dan Febrianti Dwi Andini yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
16. Rekan-rekan laboratorium struktur dan material, yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan benda uji tugas akhir.
17. Rekan-rekan Angkatan 2018, yang juga telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
18. Rekan-rekan Teknik Sipil kelas B Angkatan 2018 Universitas Pendidikan Indonesia yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan.
19. Rekan-rekan Angkatan 2019, yang juga telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
20. Seluruh rekan-rekan yang penulis kenal yang telah memberi semangat dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis sangat membutuhkan kritik dan saran dari para pembaca agar di masa mendatang penulis dapat membuat laporan yang lebih baik. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

# PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH CAMPURAN BETON GEOPOLIMER

Habib Ali Maksum<sup>1</sup>, Istiqomah<sup>2</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,  
Universitas Pendidikan Indonesia

Email: [habibalim26@upi.edu](mailto:habibalim26@upi.edu)

Bandung, Indonesia

## ABSTRAK

Kebutuhan beton di Indonesia saat ini semakin meningkat, hal pertama yang sering diperhatikan orang adalah emisi gas rumah kaca (karbon dioksida) yang dihasilkan selama produksi semen. Maka salah satu solusinya perlu digunakan bahan lain untuk menggantikan semen portland yang digunakan dalam pembuatan beton. Beton geopolimer adalah jenis beton yang dibuat dari bahan-bahan alami seperti abu vulkanik dan alkali aktif. Beton geopolimer memiliki kelemahan dalam hal *workability* yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan *workability* dan durabilitas beton geopolimer dengan penambahan admixture dan serat *polypropylene*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Pada penelitian ini besarnya persentase penambahan serat *polypropylene* adalah 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; dan 2% terhadap volume beton. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai maksimum kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan sampel silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Nilai kuat tekan maksimum terjadi pada beton variasi 0,5% dengan penambahan serat *polypropylene* yaitu sebesar 25,6 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah maksimum terjadi pada beton variasi 0,5% dengan penambahan *polypropylene* yaitu sebesar 2,767 MPa.

**Kata Kunci** : Beton Geopolimer, Serat *Polypropylene*, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah

1) Mahasiswa Program Studi Teknik sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

2) Dosen Program Studi Teknik sipil S1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia



# ADDITION OF POLYPROPYLENE FIBERS TO THE COMPRESSIVE STRENGTH AND SPLIT TENSILE STRENGTH OF GEOPOLYMER CONCRETE MIXTURES

Habib Ali Maksum<sup>1</sup>, Istiqomah<sup>2</sup>, Ben Novarro Batubara<sup>2</sup>

*Civil Engineering Study Program , Faculty of Technology and Vocational Education , Indonesian Education University*

Email: [habibalim26@upi.edu](mailto:habibalim26@upi.edu)

Bandung, Indonesia

## ABSTRACT

*The need for concrete in Indonesia is currently increasing, the first thing people often notice is the greenhouse gas emissions (carbon dioxide) produced during cement production. So one solution is to use other materials to replace the Portland cement used in making concrete. Geopolymer concrete is a type of concrete made from natural materials such as volcanic ash and activated alkali. Geopolymer concrete has the disadvantage of low workability. This research aims to improve the workability and durability of geopolymer concrete by adding admixture and polypropylene fiber. The method used is the experimental method. In this study, the percentage of polypropylene fiber addition was 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; and 2% of the concrete volume. Tests were conducted to obtain the maximum value of compressive strength and split tensile strength using cylindrical samples with a diameter of 10 cm and a height of 20 cm. The maximum compressive strength value occurs in the 0,5% variation of concrete with the addition of polypropylene fiber, which is 25,6 MPa, while the maximum split tensile strength value occurs in the 0,5% variation of concrete with the addition of polypropylene fiber, which is 2,767 MPa.*

**Keyword:** *Concrete Geopolymer, Polypropylene Fiber, Compressive Strength, Split Tensile Strength*

1) Student of Civil Engineering Study Program S1, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

2) Lecturer of Civil Engineering Study Program S1, Faculty of Technology and Vocational Education, Indonesia University of Education

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian .....	4
1.6 Manfaat Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	7
2.1 Beton Geopolimer .....	7
2.2 Material Penyusun Beton Geopolimer .....	8
2.2.1 Agregat .....	8
2.2.1.1 Agregat Halus .....	8
2.2.1.2 Agregat Kasar .....	11
2.2.3 Fly Ash.....	13
2.2.4 Aktivator .....	14
2.2.5 Aquades .....	16
2.2.6 Admixture .....	16
2.3 Beton Serat.....	18
2.4 Serat Polypropylene .....	19
2.5 Superplasticizer (SP).....	19
2.6 Pengujian Material .....	20
2.7 Perencanaan Campuran Beton.....	22
2.7.1 Kuat Tekan Beton.....	22

2.7.2 Kuat Tarik Belah Beton .....	24
2.8 Penelitian Terdahulu Beton Geopolimer .....	25
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Metode Penelitian .....	28
3.2 Lokasi Penelitian.....	28
3.3 Sampel Penelitian.....	29
3.4 Instrumen Penelitian.....	30
3.5 Prosedur Penelitian.....	33
3.6 Perancangan Campuran Beton Geopolimer .....	35
3.7 Persiapan dan Pembuatan Benda Uji .....	35
3.8 Perawatan (Curing) .....	36
3.9 Pengujian Berat Jenis .....	37
3.10 Pengujian Kuat Tekan Beton .....	37
3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Penyajian Data Hasil Penelitian.....	38
4.1.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton .....	38
4.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton .....	38
4.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	42
4.2 Perhitungan Penelitian.....	43
4.2.1 Alkali Aktivator.....	43
4.2.2 Membuat Mix Desain untuk Binder Geopolimer.....	44
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian.....	47
4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Berat Jenis .....	47
4.3.2 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	48
4.3.2.1 Kuat Tekan Umur 7 Hari .....	48
4.3.2.2 Kuat Tekan Umur 14 Hari .....	49
4.3.2.3 Kuat Tekan Umur 28 Hari .....	50
4.2.4 Pembahasan Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton .....	52
4.3.5 Analisa Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton .....	53
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI .....</b>	<b>57</b>
5.1 Simpulan.....	57
5.2 Implikasi.....	57

5.3 Rekomendasi.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah 1 Gradasi Pasir .....	11
Gambar 2.2 Daerah 2 Gradasi Pasir .....	11
Gambar 2.4 Daerah 4 Gradasi Pasir .....	11
Gambar 2.3 Daerah 3 Gradasi Pasir .....	11
Gambar 2.5 Sturktur kimia polysiliate.....	15
Gambar 2.6 Uji Kuat Tekan Beton .....	23
Gambar 2.6 Uji Kuat Tarik Belah Beton .....	25
Gambar 2.7 Hasil pengujian perbandingan kuat tekan beton geopolimer umur 28 hari terhadap kuat tekan rencana .....	28 26
Gambar 2.8 Hasil pengujian pengaruh kadar superplasticizer terhadap kuat tekan beton geopolimer 14 M.....	26 26
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	28
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	34
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Serat Polypropylene terhadap Berat Jenis Beton ...	47
Gambar 4.2 Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	48
Gambar 4.3Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari .....	49
Gambar 4.4 Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari .....	50
Gambar 4.5 Hubungan Umur Beton dengan Kuat Tekan Beton.....	51
Gambar 4.6 Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari.....	52
Gambar 4.7 Hubungan Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari .....	54 54
Gambar 4.8 Rongga pada Beton Serat Polypropylene .....	55
Gambar 4.9 Pola Keretakan Benda Uji Akibat Uji Tarik Belah .....	56
Gambar 4.10 Ilustrasi Serat Polypropylene Menahan Retakan pada Beton .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Data Analisa Saringan .....	9
Tabel 2.2 Syarat Batas Gradasi Pasir.....	10
Tabel 2.3 Persyaratan Batas-Batas Susunan Besar Butir Agregat Kasar.....	12
Tabel 2.4 Perhitungan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Pada 28 Hari .....	27
Tabel 3.1 Jumlah Penelitian untuk Uji Kuat Tekan.....	29
Tabel 3.2 Jumlah Penelitian Untuk Uji Kuat Tarik Belah .....	30
Tabel 3.3 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Halus .....	31
Tabel 3.4 Rekapitulasi Hasil Uji Material Agregat Kasar .....	31
Tabel 3.5 Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton Geopolimer .....	35
Tabel 3.6 Komposisi Beton Geopolimer 14,71 MPa.....	35
Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer.....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton .....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari .....	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	40
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	41
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari.....	42
Tabel 4.6 Komposisi beton geopolimer dengan penambahan serat polypropylene 0,5% .....	46
Tabel 4.7 Komposisi 12 benda uji beton geopolimer dengan penambahan serat polypropylene 0,5% .....	46
Tabel 4.8 Hubungan Umur Beton dengan Kuat Tekan Beton .....	52
Tabel 4.9 Perbandingan Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari .....	53
Tabel 4.10 Persamaan Kuat Tarik Belah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan.....	53

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfan, D. (2022). Karakteristik Beton Geopolimer Pada Aktivator Natrium Hidroksida (NaOH) Dan Natrium Silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). *KOKOH, Vol.20*(No.2).
- Arde. (2005). *Penggunaan Polypropylene Fiber Dintinjau terhadap Mekanisme Tekan dan Lentur pada Campuran Beton Normal*. Surabaya, Jawa Timur: Teknik Sipil UPN “Veteran”.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *SNI 1974-2011: Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). *SNI 2491-2014: Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. .
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 03-2847-2019: Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 7656-2012: Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (1982). *ASTM C494-82 "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *ASTM C494-19, "Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete"*.
- Badan Standarisasi Nasional. (1998). *SNI 03-4084-1998: Cara Uji Berat Isi Agregat Kasar Dan Agregat Halus*.
- Badan Satandarisasi Nasional. (2011). *SNI 1971-2011: Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan*. Jakarta.
- Badan Stadarisasi Nasional. (2012). *SNI ASTM C136-2012: Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2018). *SNI 1969-2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). *SNI 1970-2008: Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. Bandung.

- Behzad N, J. S. (2014). Effect of superplasticizers and activator combinations workability and strength of fly ash based geopolymer. *Material and Design*(57), 667-672.
- Budiningrum, D. S., Kustirini, A., Purnijanto, B., Mahasukma, D., & Utama, T. Y. (2021). Studi Experimental Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash PLTU Tanjungjati B Jepara. *Bangun Rekaprima, Vol. 7*.
- Davidovits, J. (1994). Properties of Geopolymer Coments Alkaline Cements and Concrete. *Scientific Research Institute on Binder and Materials*, 131-149.
- Davidovits, J. (1994). High-alkali cements for 21st century concretes. In concrete technology, past, present and future. In proceedings of V. Mohan Malhotra Symposium. 1994. In K. Metha (Ed.), *ACI SP-144*, pp. 383-397.
- Dina. (1999). *Pengaruh Penggunaan Polypropylene Fiber Terhadap Penyusutan Pada Saat Pre-hardening Stage*. Surabaya, Jawa Timur: Teknik Sipil UPN “ Veteran ”.
- Hardjito, D., & Rangan, B. (2005). Development and Properties of Low-calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete.
- Hasan, dkk. (2013). Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Mektek, Vol. 15*(No.1).
- Herwani, Imran, I., Budiono, B., Pane, I., Zulkifli, E., & Elvira. (2018, Oktober). Efektivitas Superplasticizer Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Beton Geopolimer. *PORTAL Jurnal Teknik Sipil, Vol. 10 No.2*.
- Jiting Xie; Obadaya Kayali. (2015). Effect of superplasticizer on workability enchantment of class F fly ash-based Geopolymers. *world of coal ash conference*.
- Lehninger. (1982). *Dasar-Dasar Biokimia. Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Maholtra, V. M. (1999). Making concrete ‘greener’ with fly ash., *ACI Concrete International, 21*, pp. 61-66.
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, B. D. (2019). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik, Vol. 7*(No. 6).
- Pangloly, D. R., Sumajow, M. D., & O.Dapas, S. (2018, Oktober). Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer Pada Perawatan Temperatur Ruangan. *Jurnal Sipil Statik, Vol.6*(No.10), 743-750.



- Petrucci, & H., R. (1987). *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Pustran – Balitbang PU. (1997). *SNI 03-4428-1997: Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastik dengan cara setara pasir*
- Simatupang, P. H. (2017). UJI EKSPERIMEN KUAT LENTUR MORTAR FERRO-GEOPOLYMER. *SEMNASTEK FST-UNDANA*. Kupang.
- Sustika, P., Hakas, P., & Fadillawaty, S. (2016). Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic Dan Pecahan Kaca (Compressive Strength Of Fibre Concrete Using Fibre Optic Variation And Glass Fracture). *Vol. 19*(Issue 1).
- Wijaya, O. A. (2018). *Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Naoh 14m Molar Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas* . Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Yusra, A., Opirina, L., Satria, A., & Isma. (2020). Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene pada Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Kontruksi, Vol. 6*(No.1).

