

**STUDI EKSPERIMENTAL PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT
TERHADAP KUAT TEKAN PADA MORTAR GEOPOLIMER**

TUGAS AKHIR



OLEH:
DEFRIANTO SAYADI PRATAMA
NIM : 2022201017

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
JULI 2024**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENAMBAHAN SERAT KAWAT BENDRAT
TERHADAP KUAT TEKAN PADA MORTAR GEOPOLIMER**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



OLEH:
DEFRIANTO SAYADI PRATAMA
NIM : 2022201017

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LANCANG KUNING
PEKANBARU
JULI 2024**

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri / tidak plagiat, dan semua sumber baik yang di kutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Jika ternyata tidak benar saya bersedia untuk pembatalan gelar keserjanaan yang telah saya peroleh.

Nama : Defrianto Sayadi Pratama
NIM : 2022201017
Tanggal : 06 Juli 2024

Tanda Tangan :

A handwritten signature in blue ink is written over a rectangular Indonesian postage stamp. The stamp is orange and yellow, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text "10000", "METERAI TEMPEL", and the serial number "22077ALX392903469".

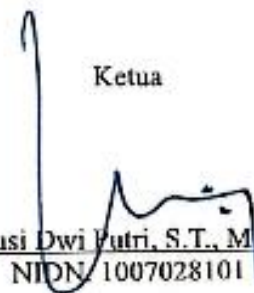
LEMBAR PELAKSANAAN

Judul : Studi Eksperimental Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap
Kuat Tekan Pada Mortar Geopolimer
Nama : Defrianto Sayadi Pratama
NIM : 2022201017
Program Studi : Teknik Sipil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji pada hari Sabtu tanggal Enam
bulan Juli tahun Dua Ribu Dua Puluh Empat Semester Genap Tahun Akademik
2023/2024.

Disetujui
TIM PENGUJI

Ketua


Lusi Dwi Putri, S.T., M.T.
NIDN. 1007028101

Secretaris


Alfian Saleh, S.T., M.Sc.
NIDN. 1029098703

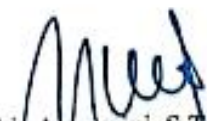
Anggota Penguji


Fitridawati Soehardi, S.T., M.T.
NIDN. 1019068503

Anggota Penguji


Shanti Wahyuni Megasari, S.T., M.Eng.
NIDN. 1019078303

Anggota Penguji


Muthia Abecani, S.T., M.T.
NIDN.1026038502

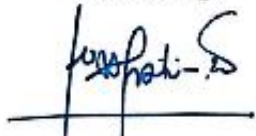
LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Studi Eksperimental Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap
Kuat Tekan Pada Mortar Geopolimer
Nama : Defrianto Sayadi Pratama
NIM : 2022201017
Program Studi : Teknik Sipil

Telah berhasil dipertahankan di hadapan tim penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, sesuai dengan berita acara nomor : 1546/FT/Ad/2024

Disetujui

Pembimbing I


Shanti Waluyuni Megasari, S.T., M.Eng.
NIDN. 1019078303

Pembimbing II


Mulhia Angeradini, S.T., M.T.
NIDN. 1026038502

Diketahui

Dekan


Dr. Agus Zainuri, S.T., M.T.
NIK. 00 01 198

Ketua Program Studi


Fitriawati Soehardi, S.T., M.T.
NIK. 15 01 409

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, akhirnya skripsi ini dapat dirampungkan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya ucapkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Tuhan YME, karena hanya atas izin dan karuniaNya maka skripsi ini dapat dibuat dan selesai pada waktunya. Puji syukur yang tak terhingga pada Tuhan penguasa alam yang meridhoi dan mengabulkan segala doa.
2. Orang tua tersayang bapak mukhlis sayadi dan ibu rozi guspita serta Almh. Syamhayani Selaku orang tua. karena tiada kata seindah lantunan doa dan tiada doa yang paling khusuk selain doa yang terucap dari orang tua. Ucapan terimakasih saja takkan pernah cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembahan bakti dan cinta ku untuk kalian bapak dan ibuku.
3. Bapak dan Ibu Dosen pembimbing, penguji dan pengajar, yang selama ini telah tulus dan ikhlas meluangkan waktunya untuk menuntun dan mengarahkan saya, memberikan bimbingan dan pelajaran yang tiada ternilai harganya, agar saya menjadi lebih baik. Terimakasih banyak Bapak dan Ibu dosen, jasa kalian akan selalu terpatrit di hati.
4. Sahabat dan Teman Tersayang, tanpa semangat, dukungan dan bantuan kalian semua tak kan mungkin aku sampai disini, terimakasih untuk canda tawa, tangis, dan perjuangan yang kita lewati bersama dan terimakasih untuk kenangan manis yang telah mengukir selama ini. Dengan perjuangan dan kebersamaan kita pasti bisa! Semangat!!

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik universitas lancang kuning, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Defrianto Sayadi Pratama

NIM : 2022201017

Program Studi : Teknik Sipil

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada fakultas teknik universitas lancang kuning hak bebas royalti noneksklusif (*non-exclusive royalty-free right*) atas tugas akhir saya yang berjudul

Studi Eksperimental Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Pada Mortar Geopolimer

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak royalti noneksklusif ini fakultas teknik universitas lancang kuning berhak menyimpan, mengalihkan media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat : Pekanbaru

Pada tanggal : 06 Juli 2024

Yang Menyatakan,

Defrianto Sayadi Pratama

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Zainuri, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning
2. Ibu Fitridawati Soerhardi. S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning
3. Ibu Shanti Wahyuni Megasari, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Muthia Anggraini S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulisan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Ibu Lusi Dwi Putri, S.T., M.T. selaku Ketua Penguji, Bapak Alfian Saleh, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Penguji dan Ibu Fitridawati Soehardi, S.T., M.T. selaku Anggota Penguji yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan.
5. Ibu Muthia Anggraini S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning.
6. Bapak dan Ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan

Akhir kata penulis berharap tuhan yang maha esa memberikan kesehatan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini. Terutama rekan-rekan saya yang sudah mendukung dan kasih semangat dalam menyelesaikan penelitian ini maupun penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat menambahkan wawasan bagi para pembaca.

Pekanbaru, 06 Juli 2024

Penulis

ABSTRAK

DEFRIANTO SAYADI PRATAMA. Studi Eksperimental Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Pada Mortar Geopolimer. Dibimbing oleh SHANTI WAHYUNI MEGASARI dan MUTHIA ANGGRAINI.

Limbah *fly ash* digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran mortar geopolimer yang direaksikan dengan alkali activator dan katalisator serta serat kawat bendrat sebagai bahan tambah pada campuran mortar geopolimer tersebut. Dengan menambahkan serat kawat bendrat pada mortar geopolimer menjadikan kuat terhadap retakan. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis nilai kuat tekan pada mortar geopolimer dengan penambahan serat kawat bendrat. Metode penelitian merupakan studi eksperimental di laboratorium dengan perbandingan agregat dan binder yaitu 65%:35%, perbandingan SS:SH yaitu 2:1 molaritas alkali 12M dan variasi serat kawat yaitu 0%, 0,25% , 0,50%, 0,75% dan 1 % terhadap berat *fly ash*. Pada penelitian ini benda uji yang digunakan berupa kubus dengan ukuran $50 \times 50 \times 50$ mm. pengujian untuk kuat tekan mortar dilakukan pada umur mortar 28 hari dengan perawatan suhu ruang. Hasil penelitian diperoleh nilai tertinggi pada pengujian kuat tekan pada variasi 0% yang kuat tekan rata-ratanya $113,53 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai terendah terdapat pada variasi 1% dengan nilai rata-rata $84,98 \text{ kg/cm}^2$. Kesimpulan dari penelitian diperoleh bahwa kuat tekan rata-rata mortar geopolimer dengan tertinggi sebesar $113,53 \text{ kg/cm}^2$ tergolong pada mortar tipe S dimana pada tipe S memiliki kuat tekan $\geq 52,5 \text{ Kg/cm}^2$ dan dapat digunakan pada pasangan terbuka di atas tanah. untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian dengan variasi yang berbeda.

Kata kunci : *fly ash*, kuat tekan, mortar geopolimer, serat kawat bendrat

ABSTRACT

DEFRIANTO SAYADI PRATAMA. *Experimental Study of Addition of Bendrat Wire Fibers to Compressive Strength of Geopolymer Mortar. Supervised by SHANTI WAHYUNI MEGASARI and MUTHIA ANGGRAINI.*

Fly ash waste is used as a binder in a geopolymer mortar mixture that is reacted with alkali activator and catalyst and bendrat wire fibers as an additional material in the geopolymer mortar mixture. By adding bendrat wire fibers to geopolymer mortar, it makes it strong against cracks. The purpose of the study was to analyze the compressive strength value of geopolymer mortar with the addition of bendrat wire fibers. The research method is an experimental study in the laboratory with a ratio of aggregate and binder of 65%: 35%, a ratio of SS: SH of 2: 1, alkali molarity of 12M and variations in wire fibers of 0%, 0.25%, 0.50%, 0.75% and 1% of the weight of fly ash. In this study, the test object used was a cube with a size of 50 : 50 : 50 mm. Testing for mortar compressive strength was carried out at the age of 28 days with room temperature treatment. The results of the study obtained the highest value in the compressive strength test at a variation of 0% with an average compressive strength of 113.53 kg / cm² and the lowest value was found in a variation of 1% with an average value of 84.98 kg / cm². The conclusion of the study was that the average compressive strength of geopolymer mortar with the highest of 113.53 kg / cm² was classified as type S mortar where type S had a compressive strength of ≥ 52.5 Kg / cm² and could be used in open pairs above the ground. For further research, testing was carried out with different variations.

Keywords: fly ash, compressive strength, geopolymer mortar, bendrat wire fiber

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	ii
LEMBAR PELAKSANAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 . PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Rumusan Masalah.....	2
1.5 Tujuan dan Manfaat	3
BAB 2 . TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Mortar	4
2.2 Mortar Geopolimer	5
2.3 Material Penyusun Mortar Geopolimer	5
2.3.1 Agregat halus	5
2.3.2 <i>Aquades</i>	7
2.3.3 Abu terbang (<i>fly ash</i>)	7
2.3.4 Serat kawat.....	9
2.3.5 Activator dan katalisator	10

2.4	Pengujian Kuat Tekan	10
2.5	Perawatan.....	11
2.6	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	11
2.7	Penelitian Terdahulu	11
BAB 3 . METODE PENELITIAN.....		14
3.1	Lokasi Penelitian.....	14
3.2	Data Penelitian	15
3.3	Metode Analisis Data	15
3.3.1	Bahan	15
3.3.2	Peralatan.....	15
3.3.3	Pembuatan larutan alkali aktivator 12M	18
3.3.4	Rancangan benda uji	19
3.3.5	<i>Job mix design</i>	20
3.3.6	Pembuatan mortar geopolimer serat kawat bendrat.....	21
3.3.7	Perawatan benda uji	22
3.3.8	Pengujian kuat tekan	22
3.4	Bagan Alir Penelitian	24
BAB 4. PEMBAHASAN		25
4.1	Hasil..	25
4.1.1	Hasil pengujian pendahuluan	25
4.1.2	Perencanaan campuran (<i>job mix</i>)	31
4.1.3	Hasil pengujian kuat tekan.....	35
4.2	Analisis	37
BAB 5. PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Fly Ash</i>	9
Tabel 2.2 Kandungan Kimia Serat Kawat.....	10
Tabel 3.1 Rancangan Benda Uji.....	19
Tabel 4.1 Hasil pengujian <i>X-Ray Fluorescence Fly Ash</i>	25
Tabel 4.2 penggolongan kelas <i>fly ash</i>	26
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kadar Lumpur	27
Tabel 4.4 Berat Jenis SSD dan Penyerapan	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Peta Lokasi Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Lancang Kuning	14
Gambar 3.2 Peta Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang	14
Gambar 4.1 Kadar Organik	28
Gambar 4.2 Analisa Saringan Agregat Halus	31

DAFTAR NOTASI

A	= Luas penampang
M	= Molaritas
Mr	= Massa molekul relative
P	= Beban maksimum
SH	= Sodium hidroksida
SS	= Sodium silikat
V	= Volume
γ mortar	= Berat jenis mortar

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Berita Acara

Lampiran 2. Lembar Asistensi

Lampiran 3. Data Penelitian

Lampiran 4. Dokumentasi

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi konstruksi telah mengalami perkembangan signifikan contohnya dalam konstruksi pembangunan gedung. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan semakin mempermudah membuat konstruksi bangunan yang lebih berkualitas. Dengan perkembangan yang pesat tersebut banyak inovasi yang dilakukan dalam perkembangan konstruksi bangunan. Salah satu perkembangan inovasi adalah pada pemanfaatan mortar pada suatu bangunan. Mortar adalah campuran dari agregat halus dan semen yang disatukan dengan air dalam perbandingan tertentu (Masherni., dan Amran, Y., 2020).

Mortar termasuk suatu bahan yang sering di pakai dalam pembangunan karena dapat ini berkontribusi terhadap kekuatan bangunan dalam hal daya tahan dan kekuatan mortar. Namun mortar tidak dapat digunakan karena mempunyai kelemahan yaitu bersifat getas. (tidak daktil) sehingga tidak dapat menahan gaya tarik atau tidak sanggup menahan gaya tarik. Oleh sebab itu biasanya dipasangkan tulangan pada struktur yang akan memikul beban tarik karena keretakan halus dapat mengakibatkan keruntuhan secara tiba tiba. Akan tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan menambahkan tambahan serat pada adukan mortar. maka pada tingkat pembebanan tertentu retak retak pada mortar dapat dicegah atau seandainya apabila terjadi retak pada mortar tersebut, pertumbuhan dan perluasan retak pada mortar dapat dihambat oleh serat-serat yang dicampurkan dalam adukan mortar tersebut. Sehingga kuat tarik dan kuat lentur mortar serat dapat lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tarik dan lentur mortar biasa (Juanita, 2021). Ada pun bahan tambah serat yang dimanfaatkan dibagi menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat buatan, serat buatan itu seperti steel fiber yang terdiri dari serat baja, serat gelas/kaca, serat sintetis. Serat alami terdiri oleh serat bamboo, serat nanas dan serat kelapa (Trimurtiningrum, 2018).

Akan tetapi pemakaian campuran mortar pada suatu konstruksi bangunan membuat jumlah produksi semen meningkat. Pada proses pembuatan semen terjadi pelepasan karbon dioksida ke udara dan mengakibatkan polusi udara. Oleh karena itu

dibutuhkan alternatif lain yang menggantikan semen dalam campuran beton juga mortar dan campuran tersebut ramah lingkungan. Pengembangan yang dilakukan yaitu dengan menggunakan bahan organik seperti alumina-silikat *polymer* atau dikenal sebagai geopolimer (Bangun, A, J., dkk., 2021).

Mortar geopolimer telah muncul sebagai alternatif untuk inovasi menggunakan bahan dasar yang lebih ramah lingkungan. Akan tetapi masih ada tantangan yang perlu diatasi salah satunya adalah meningkatkan kinerja mekanis mortar geopolimer. Penambahan serat kawat bendrat dalam mortar geopolimer menjadi salah satu strategi yang menarik untuk memperbaiki sifat mekanik tersebut, sehingga penggabungan mortar geopolimer dengan serat kawat bendrat dapat menciptakan suatu bahan konstruksi yang ramah lingkungan, efisien, lebih kuat dan tahan lama pada suatu konstruksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian adalah :

1. Apakah penambahan kawat bendrat dapat meningkatkan kuat tekan pada mortar geopolimer?
2. Apakah penambahan kawat bendrat pada mortar geopolimer mempengaruhi kuat tekan?
3. Apakah panjang dan diameter kawat berpengaruh pada nilai kuat tekan mortar geopolimer?
4. Belum diketahuinya nilai *setting time* pada mortar geopolimer dengan penambahan serat kawat bendrat.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian adalah pada nilai kuat tekan dengan penambahan menggunakan serat kawat bendrat pada mortar geopolimer

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian yaitu bagaimana nilai kuat tekan pada mortar geopolimer dengan penambahan serat kawat bendrat?.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penelitian adalah untuk menganalisis nilai kuat tekan pada mortar geopolimer dengan penambahan serat kawat bendrat.

Manfaat dari penelitian adalah:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan serat kawat bendrat pada mortar geopolimer sehingga bisa memberikan alternative baru pada pemakaian semen biasa
2. Memberikan tambahan informasi terhadap penyedia jasa konstruksi untuk pemanfaatan mortar geopolimer dengan tambahan serat kawat bendrat dan *fly ash* sebagai pengganti semen.
3. Untuk acuan kepada peneliti selanjutnya yang akan meneliti tentang pemanfaatan mortar geopolimer dengan penambahan serat kawat bendrat.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Limbah *fly ash* digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran mortar geopolimer yang di rekasikan dengan alkali activator dan katalisator dan serat kawat bendrat sebagai penambahan pada campuran tersebut. Metode yang digunakan yaitu studi eksperimental di laboratorium. Pada penelitian ini benda uji yang digunakan berupa kubus dengan ukuran $50 \times 50 \times 50$ mm. pengujian untuk kuat tekan mortar dilakukan pada umur mortar 28 hari dengan perawatan suhu ruang. Hasil penelitian diperoleh nilai tertinggi pada pengujian kuat tekan terletak pada variasi 0% yang kuat tekan rata-ratanya $113,53 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai terendah terdapat pada variasi 1% dengan nilai rata-rata $84,98 \text{ kg/cm}^2$. Kesimpulan dari penelitian diperoleh bahwa mortar tergolong pada mortar tipe S dimana pada tipe S memiliki kuat tekan sebesar $\geq 52,5 \text{ Kg/cm}^2$.dan mortar geopolimer tipe S dapat aplikasikan pada pasangan terbuka di atas tanah.

5.2 Saran

Saran pada penelitian adalah:

1. Dalam melakukan *job mix mortar geopolimer* sebaiknya menggunakan alat pelindung diri seperti sarung tangan.
2. Dalam pelaksanaan penelitian, perlu diperhatikan terkait ketelitian dan kalibrasi alat baik dalam penimbangan, perawatan mapun kuat tekan sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat.
3. Untuk penambahan serat pada campuran mortar geopolimer diharapkan menggunakan panjang serat yang berbeda dengan variasi yang berbeda
4. Sebaiknya menggunakan alat pengujian sesuai dengan campuran pengujian yang dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, B.B, 2022, Analisis Kekuatan Tekan Dan Permeabilitas Pervious *Geopolymer Concrete* dengan Variasi Rasio Alkali Aktivator Terhadap Fly Ash. *Ejournal.Ft.Unsri*, Vol.14 No.1, pp1–9,ISSN : 2987 - 2480.
- American Standard Testing and Material*, 2012, ASTM C136-06 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasa ASTM, USA.
- American Standard Testing and Material*, 2019, ASTM C618-19 *chemical and physical Analyses-Fly Ash / Pozzolans*, ASTM,USA.
- Anwar, K.. dan Mawardi., 2012, Penggunaan Abu Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Pada Sebagian Semen Untuk Menambah Kekuatan Tekan Mortar, *jurnal inersia*.Vol.4 No. 2 .PP 33–42.
- Asof, M, Arita, S, Andalia, W, dan Naswir, M., 2022, Analisis Karakteristik , Potensi Dan Pemanfaatan Fly Ash Dan Bottom Ash PLTU Industri Pupuk Analysis Of Characteristics , Potential And Utilization Of Fly Ash And Bottom Ash PLTU Fertilizer Industry Received October 2021 *jurnal teknik kimia*,Vol 28 No.1,PP 44–50, ISSN : 2721-4885.
- Badan Standardisasi Nasional, 2016, *SNI -1970:2016, Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar*, BSN, Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional, 1996, *SNI 03-4142-1996,Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan Nomor 200*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional., 2000, *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Norma*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013, *SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, BSN,Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional., 2008, *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, BSN, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional., 2011, *SNI 4431-2011, Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan* , BSN, Jakarta..
- Badan Standardisasi Nasional., 2014, *SNI 2816-2014 Metode Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton*, BSN, Jakarta..
- Badan Standardisasi Nasional., 2002, *SNI 03-6285-2002 Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, BSN, Jakarta..
- Badan Standardisasi Nasional., 2008, *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, BSN, Jakarta.
- Bangun, A.J., Tarigan, J., dan Perwira, A., 2021., Pengaruh Variasi Molar pada Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Pltu Pangkalan Susu. *Jurnal Syntax Admiration*, Vol.2 No.4, PP546–557. ISSN: 2722-5356.

- Indrayani., Sulianti, I., Tilik, L, F., Suhirkam, D., Suhadi., Wardana, M, P., dan Milawati, I., 2022., Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer, Vol.10 No.1, PP 69–76, ISSN 2579-3187.
- Juanita., 2021, Peningkatan Nilai Kuat Tekan Dan Perbaikan Retak-Retak Pada Beton Dengan Menggunakan *Fiber* Kawat Bendrat Bentuk “ Z ” Dengan 3 (Tiga) Variasi Campuran, *Jurnal J-Ensitem*, Vol. 08 No.01, PP 619–623, IISN: 2407-6007.
- Junus, N., 2017., Efek Penambahan Serat Kawat Bendrat terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton yang Dirawat melalui Metode *Wet and Dry Curing*, *Jurnal Penelitian Enjiniring*, Vol.21 No.1, PP 41–47, ISSN : 1411- 6243.
- Khoiriyah, N, L., dan Maisytoh, P., 2016, Karakteristik Mortar Geopolimer Dengan Perawatan Oven Pada Berbagai Variasi Waktu, *Jurnal Politeknologi*, Vol.15 No.1, ISSN : 2598-3954.
- Masherni., dan Amran, Y., 2020, Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Lapangan Dengan Campuran Adiktif Dan Tanpa Adiktif Pada Beton Mutu K. 300. *Jurnal Tapak (Teknologi Aplikasi Konstruksi)*, Vol.10 No.1, PP 95–104, ISSN : 2548-6209
- Mulyati., dan Arkis, Z., 2020, Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, *Jurnal Teknik Sipil ITP*, Vol.7 No.2, PP 78–84. ISSN : 2614-414X
- Pane, F, P., Tanudjaja, H., Windah, R, S., 2015, Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.3 No.5, PP 313-321, ISSN 2337-6732.
- Pratam, L,A., Mundias, A, H, R., dan Riyadi, M., 2021, Kinerja Serat Kawat Bendrat Sebagai Bahan Tambah Beton Fas 0.4, *jurnal teknik sipil*.Vol 3 No.1, ISSN 2655-9625.
- Purwanto, H., dan Wardani, U, C., 2020, Pengaruh Penambahan Serbuk Besi Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu K225, *Jurnal Deformasi*, Vol.5 No.2, PP 103-112, ISSN 2621-7929.
- Resi, A, R., Hunggurami, E., dan Utomo, S., 2017, Kelayakan Pasir Kali Mas Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Beton Dan Mortar, *jurnal teknik sipil*, Vol.VI No.2, PP 143–150, ISSN: 2775-815X.
- Rini, I, D, W, S., Saputra A, A, I.,Kennedy, L,T., dan Gunawan, A., 2019, Penggunaan Fly Ash Industri Pe,Bangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Sebagai Pengganti Semen Pada Beton,*Prosiding Seminar Nasional,Teknologi V*, Vol. 2 No.1,PP94–102, ISSN: 2598-7429.
- Salmonda, P., 2018, Analisa Penggunaan *Pasir Pantai* Sebagai *Pengganti Agregat Halus* Terhadap Kuat Tekan Mortar; *Penelitian*, Program Sarjana Universitas Medan, Medan.
- Simanullang, D,Y,. 2014, Kajian Kuat Tekan Mortar Menggunakan Pasir Sungai dan Pair Apung dengan Bahan Tambah Fly Ash dan Conplast dengan Perawatan

- (Curing). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.2 No.4, PP621–631, ISSN: 2355-374x.
- Siregar, U, M., Megasari, S. W., dan Anggraini, M., 2023, Karakteristik Kuat Tekan Dan Lentur Beton Geopolimer Serat Bubut Besi, *Senkim Seminar Nasional Karya Ilmiah Multidisiplin*, Vol.3 No.1, PP 94–101, ISSN: 2807-7717
- Sucahyo, S. G., Nurtanto, D., dan Utami, N. M., 2023, Pemanfaatan Serat Kawat Bendrat Terhadap Sifat Mekanik Beton Geopolimer, *Berkala Sainstek*, Vol. 11 No.3, PP 182-186, ISSN: 2339-0069.
- Trimurtiningrum, R., 2018, Pengaruh Penambahan Serat Bambu Terhadap Kuat Tarik dan Kuat Tekan Beton. Vol.03 No.01, PP1–6, ISSN: 2502-8308.
- Umboh, A, H., Marthin, D,J ., Suwajouw., Reky, S., dan Windah., 2014, Pengaruh Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) Dari Pltu Ii Sulawesi Utara Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton, Vol.2 No.7, PP 352–358, ISSN: 2337-6732.
- Wijaya ,M, F., Olivia, M., dan Saputra, E., 2019, Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang *Hybrid* menggunakan Semen Portland. *Jurnal Teknik*, Vol.13 No.1, PP 60–68, ISSN 2622-710x