

**PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

Anugrah Jagadhita

112021023

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

**PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh

ANUGRAH JAGADHITA

112021023

Disetujui Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Univ. Muhammadiyah Palembang

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik UM Palembang



A. Junaidi, M.T.

NIDN. 0202026502



Mira Setiawati, S.T., M.T.

NIDN. 0006078101

**PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh

ANUGRAH JAGADHITA

112021023

Disetujui Oleh

Pembimbing Tugas Akhir

Pembimbing I

Mira Setiawati, S.T., M.T.

NIDN. 0006078101

Pembimbing II

Adji Sutarna, S.T., M.T.

NIDN. 0230099301

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

DISUSUN OLEH :
ANUGRAH JAGADHITA
112021023

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal 21 Agustus 2025

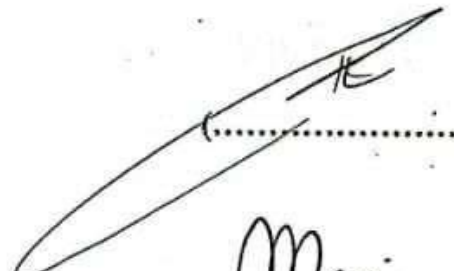
SUSUNAN DEWAN PENGUJI :

1. Ir. A. Junaidi, M.T
NIDN. 0202026502

2. Muhammad Arfan, S.T., M.T.
NIDN. 0225037302

3. Marice Agustini, S.T., M.T.
NIDN. 0201088202


(.....)


(.....)

(.....)

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)

Palembang, 21 Agustus 2025

Program Studi Teknik Sipil


Ketua

Mira Setiawati, S.T., M.T
NIDN. 0006078101

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anugrah Jagadhita

NRP : 112021023

Program studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi: Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir ini yang berjudul **“PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER”** tidak dapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di terbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Palembang, 19 Agustus 2025


Anugrah Jagadhita

NRP : 112021023

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

**“Mimpi yang membuatmu sukses adalah mimpi yang membuatmu tak tidur,
Bukanlah mimpi yang kamu temukan saat tidur SIUUU”**

(Cristiano Ronaldo)

Persembahan:

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Terima kasih kepada Allah SWT, yang melimpahkan kekuatan dan hidayah kepada saya untuk jangan pernah berputus asa.
2. Kedua orang tua saya tercinta, ayahanda Adhi Sidarta dan ibunda Helen Novita dan saudaraku Tiara Adheliani yang telah memberikan semangat serta do'anya, gelar ini saya persembahkan untuk kalian.
3. Pembimbing saya Ibu Mira Setiawati, S.T, M.T dan Bapak Adji Utama, S.T., M.T yang telah membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan serta nasehat selama menyelesaikan skripsi ini.
4. Teman – temanku asramakacauuu yang sudah membantu saya dalam mengerjakan skripsi.
5. Suci Okta Miranda yang telah menemani dari awal hingga akhir perkuliahan ini dan salah satu alasanku untuk tetap kuat.
6. Almamaterku

PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

INTISARI

Perkembangan pesat industri konstruksi di Indonesia mendorong inovasi material bangunan yang tidak hanya efisien dan berkualitas, tetapi juga ramah lingkungan. Salah satu material penting dalam konstruksi adalah mortar, yang selama ini bergantung pada semen sebagai bahan pengikat utama. Namun, produksi semen menyumbang emisi karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar, sehingga perlu dicari alternatif yang lebih berkelanjutan. Salah satu alternatif tersebut adalah mortar geopolimer, yang menggunakan *fly ash* sebagai bahan utama dan larutan alkali berupa natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio larutan Na_2SiO_3 terhadap NaOH terhadap kuat tekan dan berat jenis mortar geopolimer. *Fly ash* digunakan sebagai bahan utama, dengan rasio larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ divariasikan untuk mengetahui komposisi optimal. Pengujian dilakukan terhadap berat jenis dan kuat tekan pada umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ sebesar 2,5:1 memberikan hasil terbaik, dengan berat jenis tertinggi dan kuat tekan maksimum sebesar 48,75 MPa pada umur 28 hari. Sementara itu, pada rasio 3:1 terjadi penurunan baik pada berat jenis maupun kuat tekan, yakni 38,63 MPa, yang diduga disebabkan oleh penumpukan silika berlebih yang mengganggu proses geopolimerisasi. Dengan demikian, rasio 2,5:1 direkomendasikan sebagai komposisi paling efektif dalam pembuatan mortar geopolimer.

Kata kunci: mortar geopolimer, *fly ash*, natrium silikat, natrium hidroksida, kuat tekan, berat jenis, emisi CO_2

PENGARUH VARIASI RASIO LARUTAN Na_2SiO_3 DAN NaOH TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

ABSTRACT

he rapid growth of the construction industry in Indonesia has driven the development of building materials that are not only efficient and high in quality but also environmentally friendly. One of the essential materials in construction is mortar, which traditionally relies on cement as its main binder. However, cement production contributes significantly to carbon dioxide (CO_2) emissions, prompting the need for more sustainable alternatives. One such alternative is geopolymer mortar, which utilizes fly ash as the primary material and an alkaline activator solution composed of sodium silicate (Na_2SiO_3) and sodium hydroxide (NaOH).

This study aims to investigate the effect of varying the ratio of Na_2SiO_3 to NaOH on the compressive strength and density of geopolymer mortar. Fly ash is used as the main binder, and different Na_2SiO_3 : NaOH ratios are tested to determine the optimal mix. Tests were conducted to evaluate both density and compressive strength at 28 days of age.

The results show that a Na_2SiO_3 : NaOH ratio of 2.5:1 yields the best performance, producing the highest density and the maximum compressive strength of 48.75 MPa at 28 days. Meanwhile, at a 3:1 ratio, both density and compressive strength decreased, with a compressive strength of 38.63 MPa, likely due to excessive silica accumulation that interferes with the geopolymerization process. Therefore, a 2.5:1 ratio is recommended as the most effective composition for producing geopolymer mortar.

Keywords: *geopolymer mortar, fly ash, sodium silicate, sodium hydroxide, compressive strength, density, CO_2 emissions*

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi yang berjudul “ Pengaruh Variasi Rasio Larutan Na_2SiO_3 dan NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer”. Proposal Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Program studi teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang. Penulis menyadari, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Proposal Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Mira Setiawati, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang dan selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, ilmu dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Adji Sutama, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, ilmu dan arahan kepada penulis
5. Seluruh Dosen, Staff dan Karyawan Fakultas Teknik Prodi Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Serta penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang begitu hebat dengan doa dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
2. Teman-Teman Seperjuangan yang saat ini juga sedang berjuang bersama untuk menyelesaikan pendidikan sarjana.
3. Semua pihak yang telah mendoakan, membantu, memberikan bimbingan dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua. Peneliti berharap semoga Proposal Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Palembang, 19 Agustus 2025

Anugrah Jagadhita

NRP : 112021023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
INTISARI	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	xv
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Mortar	4
2.2. Mortar Geopolimer	9
2.3. Material Mortar Geopolimer	10
2.3.1. <i>Fly Ash</i>	10
2.3.2. Agregat Halus	11
2.3.3. Larutan Alkali Aktivator	14
2.3.4. Aquadest.....	14
2.3.5. Superplasticizer	15
2.4. Landasan Teori.....	16
2.4.1. Kadar Lumpur Pada Agregat	16
2.4.2. Kadar Air Pada Agregat	17
2.4.3. Analisa Saringan Pada Agregat.....	18
2.4.4. Berat Jenis dan Penyerapan Air	19
2.4.5. Berat Isi Pada Agregat	20
2.5. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan.....	21
2.6. Beberapa Penelitian Terdahulu	24

BAB III METODOLOGO PENELITIAN.....	30
3.1. Lokasi Penelitian.....	30
3.2. Bahan-bahan dan Peralatan.....	30
3.2.1. Bahan-bahan.....	30
3.2.2. Peralatan.....	33
3.3. Tahapan Pengujian Material	38
3.3.1. Berat Jenis dan Penyerapan Air	38
3.3.2. Kadar Air Pada Agregat.....	40
3.3.3. Analisa Saringan Pada Agregat.....	40
3.3.4.Kadar Lumpur Pada Agregat.....	41
3.3.5. Berat Isi Pada Agregat	41
3.4. Variabel Penelitian.....	42
3.5. Prosedur Penelitian	43
3.5.1. Persiapan Bahan Baku.....	44
3.5.2. Persiapan Larutan Alkali Aktivator	44
3.5.3. Pembuatan Mortar Geopolimer.....	45
3.6. Bagan Alir Penelitian	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1. Pengujian Agregat Halus	49
4.1.1. Analisa Saringan Pada Agregat.....	49
4.1.2. Kadar Air Pada Agregat	51
4.1.3. Berat Jenis dan Penyerapan Air	51
4.1.4. Kadar Lumpur Pada Agregat	52
4.1.5. Berat Isi Pada Agregat	52
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Mortar.....	53
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	56
4.4. Hasil Berat Jenis dan Kuat Tekan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1. Kesimpulan	62
5.2. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gradasi Daerah Pasir Kasar.....	12
Gambar 2.2. Gradasi Daerah Pasir Sedang.....	13
Gambar 2.3. Gradasi Daerah Pasir Agak Halus.....	13
Gambar 2.4. Gradasi Daerah Pasir Halus.....	13
Gambar 3.1. <i>Fly Ash</i>	30
Gambar 3.2. Natrium Hidroksida (NaOH).....	31
Gambar 3.3. Natrium Silikat (Na_2SiO_3).....	31
Gambar 3.4. Superplasticizer	32
Gambar 3.5. Aquadest	32
Gambar 3.6. Pasir	33
Gambar 3.7. Cetakan Mortar	33
Gambar 3.8. Timbangan Digital.....	34
Gambar 3.9. Gelas Ukur	34
Gambar 3.10. Centong Semen	35
Gambar 3.11. Plastik <i>Wrapping</i>	35
Gambar 3.12. Oven	36
Gambar 3.13. Ayakan Atau Saringan	36
Gambar 3.14. Wadah	36
Gambar 3.15. Mesin Ayakan	37
Gambar 3.16. <i>Mixer</i>	37
Gambar 3.17. Plat Besi	38
Gambar 3.18. Mesin Kuat Tekan	38
Gambar 3.19. Persiapan <i>Fly Ash</i>	44
Gambar 3.20. Persiapan Pasir	44
Gambar 3.21. Persiapan Larutan Alkali Aktivator	45
Gambar 3.22. Pembuatan Larutan Alkali Aktivator	45
Gambar 3.23. Pencampuran Pasir dan <i>Fly Ash</i>	45

Gambar 3.24. Pencampuran Alkali Aktivator dan Superplasticizer	46
Gambar 3.25. Pencetakan Benda Uji	46
Gambar 3.26. Pengovenan Benda Uji	46
Gambar 3.27. Proses Pembongkaran Benda Uji	47
Gambar 3.28. Pengujian Berat Jenis dan Kuat Tekan	47
Gambar 3.29. Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 4.1. Gradasi Pasir	50
Gambar 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis	55
Gambar 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan	58
Gambar 4.4. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 14 Hari	60
Gambar 4.5. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 21 Hari	60
Gambar 4.6. Berat Jenis dan Kuat Tekan Umur 28 Hari	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Batas Gradasi Agregat Halus	12
Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1. Rencana Mix Design Mortar Geopolimer	43
Tabel 3.2. Jumlah Benda Uji.....	43
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	50
Tabel 4.2. Hasil Uji Kadar Air	51
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Jenis	52
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur	52
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Berat Isi	53
Tabel 4.7. Data Pengujian Berat Jenis Umur 14 Hari	54
Tabel 4.8. Data Pengujian Berat Jenis Umur 21 Hari	55
Tabel 4.9. Data Pengujian Berat Jenis Umur 28 Hari	55
Tabel 4.10. Data Kuat Tekan Umur 14 Hari	56
Tabel 4.11. Data Kuat Tekan Umur 21 Hari	57
Tabel 4.12. Data Kuat Tekan Umur 28 Hari	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan konstruksi di Indonesia menunjukkan kemajuan yang sangat pesat dalam beberapa dekade terakhir, terutama seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan akan infrastruktur, perumahan, dan bangunan komersial pun ikut melonjak, sehingga mendorong peningkatan signifikan dalam berbagai aspek konstruksi, termasuk dalam hal teknologi dan material yang digunakan. Salah satu sektor yang turut mengalami perkembangan seiring dengan kemajuan tersebut adalah industri material bangunan, yang kini semakin mengedepankan efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan. Di antara berbagai inovasi teknologi material bangunan, teknologi mortar merupakan salah satu yang mengalami peningkatan pesat. Mortar, sebagai campuran material yang digunakan untuk merekatkan batu bata, batako, maupun elemen struktural lainnya, kini tidak hanya berfungsi sebagai perekat, tetapi juga sebagai elemen penting dalam menentukan kekuatan dan daya tahan sebuah bangunan. Seiring dengan berkembangnya teknologi dan metode konstruksi modern, penggunaan mortar dalam dunia konstruksi pun semakin meluas, menjadikannya salah satu komponen utama yang tak terpisahkan dari proses pembangunan berbagai jenis struktur bangunan.

Mortar adalah campuran yang terdiri dari pasir (sebagai agregat halus), bahan pengikat, dan air. Campuran ini berfungsi untuk merekatkan komponen-komponen dalam suatu bangunan, baik untuk konstruksi yang bersifat struktural maupun non-struktural. Contoh penerapan mortar pada konstruksi struktural adalah pada pasangan batu belah untuk pondasi. Sedangkan pada konstruksi non-struktural, mortar digunakan untuk pasangan batu bata pada plesteran, batako, paving block, dan lain-lain.

Di lapangan, cara mencampur mortar umumnya masih dilakukan dengan cara yang sama seperti dulu dan belum mengalami banyak perubahan. Sebagian besar masyarakat masih menganggap bahwa semen adalah satu-satunya bahan pengikat utama dalam campuran mortar. Padahal, semakin banyak semen yang diproduksi,

semakin besar pula dampak negatifnya terhadap lingkungan, khususnya dalam hal pemanasan global. Ini karena produksi semen menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar—yakni sekitar satu ton CO_2 untuk setiap satu ton semen yang dibuat. Industri semen bahkan menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar kedua di dunia, terutama dalam hal emisi CO_2 (Narayanan dan Shanmugasundaram, 2017). Sebagai solusi ramah lingkungan, geopolimer bisa menjadi alternatif pengganti semen. Bahan ini berfungsi sebagai perekat agregat seperti halnya semen, tetapi lebih ramah lingkungan (Davidovits, 1994).

Geopolimer merupakan bahan yang ramah lingkungan dan memiliki potensi untuk menjadi pengganti semen di masa depan. Untuk membuat material geopolimer, dibutuhkan bahan-bahan yang kaya akan kandungan silika dan alumina. Salah satu sumber dari unsur-unsur tersebut adalah limbah industri, seperti *fly ash*, yang mengandung silika dan alumina dalam jumlah tinggi. Oleh karena itu, *fly ash* dimanfaatkan dalam pembuatan mortar geopolimer. Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengkaji bagaimana pengaruh perbandingan antara larutan natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) terhadap kekuatan tekan mortar geopolimer.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi rasio larutan Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap kuat tekan mortar geopolimer?

1.3. Maksud dan tujuan

Maksud dari dilakukannya penelitian adalah untuk memberi solusi alternatif material konstruksi agar mengurangi penggunaan semen yang berdampak pada penurunan emisi CO_2 dan untuk memastikan bahwa material geopolimer ini dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam dunia konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio variasi Na_2SiO_3 dan NaOH terhadap kuat tekan mortar geopolimer.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini disusun agar penelitian yang dilakukan mengarah pada latar belakang dan batasan masalah, maka penelitian ini dibatasi beberapa hal sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm
2. Penelitian ini menggunakan material *fly ash*. Pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada umur 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.
3. Larutan alkali aktivator yang digunakan merupakan kombinasi dari natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH). Perbandingan larutan yang digunakan Na_2SiO_3 dan NaOH adalah 1:1, 1,5:1, 2:1, 2,5:1, 3:1.
4. Suhu yang digunakan adalah suhu oven 60° C selama 24 jam.
5. Rasio larutan alkali aktivator dan prekursor yang digunakan sebesar 0,5 dengan konsentrasi 14 molar.
6. Perbandingan agregat halus dan prekursor digunakan sebesar 2.
7. Superplasticizer yang digunakan sebesar 2% terhadap prekursor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. M. A. B., Sandu, A. V., Hussin, K., & Muhmad, N. A. N. (2021). Effect of Sodium Silicate to Sodium Hydroxide Ratios on the Compressive Strength of Fly Ash-Based Geopolymer. *Materials*, 14(15), 4253. <https://doi.org/10.3390/ma14154253>
- Anugrah, A.D., Wardhono, A., (2018). Pengaruh Variasi NaOH Terhadap Na_2SiO_3 Terhadap Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing Pada Kondisi Rasio Abu Terbang Terhadap Aktivator 4:1. *Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*, 3(1).
- ASTM C117:2012 *Metode Uji Bahan yang Lebih Halus Dari Saringan No. 200 dalam Agregat Mineral dengan Pencucian*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- ASTM C270-07. (2007). *Standard Specification for Mortar for Unit Masonry. United States*
- BSN. 2002. Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen SNI 03-6820-2002. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Davidovits, Joseph. 1994. "Global Warming Impact on the Cement and Aggregates Industries". *World Resource Review*. Vol. 6 (2) : pp (263- 278).
- Davidovits, Joseph. 1994. Property of Geopolymer Cement. First International Conference of Alkaline Cements and Concrete. Australia.
- Hardjito, D., Wallah, S.E., Sumajow, D. M. & Rangan, B. 2004. Factors Influencing The Compressive Strength Of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete. *Civil Engineering Dimension*, 6, Pp. 88-93.
- Hermawan , F.S., Wardhono, A., (2019). Pengaruh Ratio Perbandingan SH/SS Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer Kering Dengan Perbandingan Fly Ash/Aktivator 3,5:1. *Jurnal Rekats S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*, 7(1).
- Karyawan, I.D.M.A., et al. (2019). *The Effects of $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ Ratios on the Volumetric Properties of Fly Ash Geopolymer Artificial Aggregates*.
- Moradikhrou, A. et al. (2022). *Effect of sodium silicate to sodium hydroxide ratio on mechanical properties of geopolymer*. SAGE Journals
- Narayanan, Shanmugasundaram. 2017. An Experimental Investigation on Flyash-based Geopolymer Mortar under different curing regime for Thermal Analysis, Energy and Buildings, 138 (2017) 539–545 <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.07>
- Pavithra, P. et al. (2013). *A review on geopolymer concrete*. ph02.tci-thaijo.org

- Phoo-ngernkham, T., Sata, V., Hanjitsuwan, S., Ridditirud, C., Horpibulsuk, S., & Chindaprasirt, P. (2017). High calcium fly ash geopolymer mortar containing Portland cement for use as repair material. *Construction and Building Materials*, 133, 482–488. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.102>
- Purnamasari, A.A., Wardhono, A., (2018). Pengaruh Variasi NaOH Terhadap Na_2SiO_3 Terhadap Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing Pada Kondisi Rasio Abu Terbang Terhadap Aktivator 3:1. *Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Semarang*, 1(1).
- Setiawati, M., Martini, R.A.S., Nurulita, R.,(2022). Variasi Molaritas NaOH dan Alkali Aktivator Beton Geopolimer. *Jurnal Deformasi*, 7(1).
- SNI 03-4804-1998: *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Jakarta: BSN; 1998. Standar resmi yang menjelaskan metodologi pengujian berat isi agregat dalam kondisi padat maupun gembur.
- SNI 03-6882-2002. (2002). *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1970:2016. (n.d.).*Pdf-Sni-1970-2016- Metode- Uji- Berat- Jenis Dan Penyerapan-Air-Agregat-Halus _Compress.Pdf*.
- SNI 1971:2011. (2011). —Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan. *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 2460-2014 – Spesifikasi Abu Terbang Batu Bara dan Pozzolan.
- SNI ASTM C117:2012. (2012). *Metode Uji Bahan Yang Lebih Halus dari Saringan 75 μm (No. 200) Dalam Agregat Mineral Dengan Pencucian*. 200. www.bsn.go.id
- SNI ASTM C136:2012. (2006). *Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (ASTM C 136-06, IDT) ICS*. www.bsn.go.id
- Sutama, A., Saggaff, A., Saloma, & Hanafiah. (2019). *Properties And Microstructural Characteristics Of Lightweight Geopolymer Concrete With Fly Ash And Kaolin*. 8(07), 6–13.
- Van Dao, Dong, Son Hoang Trinh, Hai Bang Ly, and Binh Thai Pham, 2019. “Prediction of Compressive Strenght of Geopolymer Concrete Using Entirely Steel Slag Aggregates: Novel Hybrid Artificial Intelligence Approaches” *Applied Sciences (Switzerland)* 9(6):-