

TUGAS AKHIR
PENGARUH RASIO *FLY ASH* TERHADAP ALKALI
AKTIVATOR DAN MOLARITAS NAOH TERHADAP
SIFAT MEKANIK AGREGAT BUATAN
GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* DENGAN
METODE *COLD BOND PELLETTIZATION*

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



ALAND KURNIA ZAWAWI JARED
03011181823010

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH RASIO FLY ASH TERHADAP ALKALI AKTIVATOR DAN MOLARITAS NAOH TERHADAP SIFAT MEKANIK AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH DENGAN METODE COLD BOND PELLETIZATION

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

Aland Kurnia Zawawi Jared
03011181823010

Palembang, Agustus 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing 2,

Dosen Pembimbing 1,

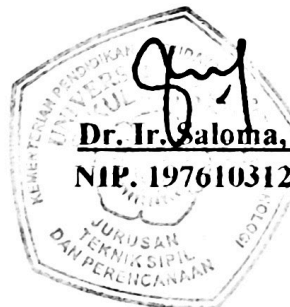


Bimo Brata Adhitva S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010



Anthony Costa ST, MT.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/ Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur atas rahmat dan pertolongan Allah SWT baik secara jasmani dan rohani kepada saya sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul **“Pengaruh Rasio *Fly Ash* Terhadap Alkali Aktivator Dan Molaritas NaOH Terhadap Sifat Mekanik Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* Dengan Metode *Cold Bond Pelletization*”**.

Penyusunan proposal tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan hal ini dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan yang dimiliki oleh penulis. Proposal ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis menerima saran dan kritik dari pembaca. Dalam penulisan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:


1. Allah SWT, syukur Alhamdulillah untuk semua petunjuk dan nikmat sehatnya sehingga saya bisa menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Nabi Muhammad SAW, syukur dengan petunjuk dan ajarannya kami mendapatkan semangat untuk menuntut ilmu dan terbebas dari kebodohan.
3. Orang tua, terutama Mama dan Papa yang senantiasa mendoakan dan memberi dukungan baik jasmani maupun rohani kepada saya.
4. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Bimo Brata Adhitya S.T., M.T. selaku pembimbing satu sekaligus dosen pembimbing akademik saya yang telah banyak memberikan dukungan baik rohani dan jasmanian. Saran dan masukan serta memberikan ilmu bermanfaat yang telah beliau diberikan guna kelancaran penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak Anthony Costa S.T., M.T. selaku pembimbing kedua yang telah membantu penulis dalam menyusun dan penulisan laporan tugas akhir ini serta memberikan ide dan wawasan kepada penulis serta dukungan jasmani dan rohani.

8. PT. Pusri yang telah menyediakan *fly ash* untuk pelaksanaan tugas akhir ini.
9. Kak Budi yang telah membantu dan mendukung serta memberi masukan dan ilmu selama penyusunan tugas akhir.
10. Ahmad Adib, Faris Maulana Irfan, M Arif Hussin Pasaribu, dan M Qibran Al Fariz yang menjadi rekan dalam penelitian ini dan selalu memberi dukungan material baik kendaraan, makanan dan lainnya serta dukungan rohani yaitu dukungan satu sama lain dalam menyelesaikan tugas akhir.

Dengan harapan, selesainya proposal tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembacanya dan dapat digunakan sebaik mungkin.

Palembang,

Agustus 2023



Alane Kurnia Zawawi Jared

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
RINGKASAN	xiv
SUMMARY	xv
PERNYATAAN INTERGRITAS	xvi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xvii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xix
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Agregat	6
2.3 Agregat Berdasarkan Pengolahan.....	7
2.4 Agregat Buatan	8
2.5 Agregat Buatan Geopolimer Berbasis Fly Ash	8
2.6 Mortar	9
2.7 <i>Fly Ash</i>	10
2.8 Air.....	11

2.9	Larutan Alkali	11
2.10	Metode <i>Cold Bond Pelletization</i>	13
2.11	Sifat Mekanik Agregat.....	14
BAB 3		15
3.1	Umum	15
3.2	Studi Literatur	15
3.3	Material Penyusun Agregat Buatan Geopolimer	17
3.4	Peralatan	19
3.5	Tahapan-Tahapan Penelitian di Laboratorium	22
3.5.1	Tahap I.....	23
3.5.2	Tahap II	23
3.5.3	Tahap III.....	25
3.5.4	Tahap IV.....	25
3.5.5	Tahap V	26
BAB 4		27
4.1	Pengujian Agregat Halus	27
4.1.1	Pengujian Analisis Saringan.....	27
4.1.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan Air	28
4.1.3	Pengujian Berat Volume	29
4.1.4	Pengujian Kadar Organik	30
4.1.5	Pengujian Kandungan Kadar Lumpur.....	31
4.2	Pengujian <i>Fly Ash</i>	31
4.2.1	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	31
4.2.2	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	32
4.2.3	Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	33
4.3	Pengujian Agregat Buatan Peletisasi	34
4.3.1	Pengujian Fisik Agregat Peletisasi	38
4.3.2	Pengujian Mekanik Agregat Peletisasi.....	56
4.4	Pengujian Agregat Kasar Alami	58
4.4.1	Pengujian Sifat Fisik Agregat Alami	58
4.4.2	Pengujian Sifat Mekanik Agregat Kasar Alami.....	63
BAB V.....		65

PENUTUP.....	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Abu Terbang Berdasarkan ASTM C 618-05.....	10
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus.....	27
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>specific gravity</i> dan penyerapan air	29
Tabel 4.3 Hasil pengujian berat volume	29
Tabel 4.4 Tabel Warna Pembanding (ASTM C40/C40M-11).....	30
Tabel 4.5 Hasil Pengujian XRF	33
Tabel 4.6 Data penelitian metode.....	35
Tabel 4.7 Tabel Gambar Agregat Peletisasi.....	36
Tabel 4.8 Data hasil pengujian <i>moisture content</i>	38
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 13 Mol; 3 FA/AA.....	40
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 15 Mol; 3 FA/AA.....	41
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 17 Mol; 3 FA/AA.....	42
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 13 Mol; 3,25 FA/AA.....	43
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 15 Mol; 3,25 FA/AA.....	44
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 17 Mol; 3,25 FA/AA.....	45
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 13 Mol; 3,5 FA/AA.....	46
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 15 Mol; 3,5 FA/AA.....	47
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Peletisasi Variasi 17 Mol; 3,5 FA/AA.....	48
Tabel 4.18 Nilai <i>Fineness Modulus</i> Agregat Peletisasi	49
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Specific Gravity dan Penyerapan Air	51
Tabel 4.20 Perhitungan Pengujian Berat Volume.....	54

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Peletisasi.....	54
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar Alami.....	60
Tabel 4.23 Perhitungan Pengujian Berat Volume.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Agregat Buatan (Süleyman İpek, dkk, 2019)	8
Gambar 2.2 Sistem Pelletization (Süleyman İpek, dkk, 2019)	13
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	17
Gambar 3.2 <i>Fly Ash</i>	17
Gambar 3.3 NaOH dan Na ₂ SiO ₃	18
Gambar 3.4 Pasir	18
Gambar 3.5 Gelas Ukur.....	19
Gambar 3. 6 Beaker.....	20
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	20
Gambar 3. 8 Oven	21
Gambar 3.9 <i>Sieve Machine</i>	21
Gambar 3. 10 <i>Mixer</i>	22
Gambar 3.11 Alat Peletisasi	22
Gambar 3.12 Contoh hasil tes XRD (Soundararajan, dkk, 2021).....	24
Gambar 3.13 Contoh hasil tes SEM (Süleyman İpek, dkk, 2019)	25
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Halus.....	28
Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kadar Organik.....	31
Gambar 4.3 Hasil Pengujian XRD	32
Gambar 4.4 Hasil Pengujian SEM	34
Gambar 4.5 Grafik <i>moisture content</i> agregat peletisasi	39
Gambar 4.6 Area Gradasi Agregat Variasi 13 Mol; 3 FA/AA	40
Gambar 4.7 Area Gradasi Agregat Variasi 15 Mol; 3 FA/AA	41
Gambar 4.8 Area Gradasi Agregat Variasi 17 Mol; 3 FA/AA	42
Gambar 4.9 Area Gradasi Agregat Variasi 13 Mol; 3,25 FA/AA	43
Gambar 4.10 Area Gradasi Agregat Variasi 15 Mol; 3,25 FA/AA	44
Gambar 4.11 Area Gradasi Agregat Variasi 17 Mol; 3,25 FA/AA	45
Gambar 4.12 Area Gradasi Agregat Variasi 13 Mol; 3,5 FA/AA	46
Gambar 4.13 Area Gradasi Agregat Variasi 15 Mol; 3,5 FA/AA	47
Gambar 4.14 Area Gradasi Agregat Variasi 17 Mol; 3,5 FA/AA	48
Gambar 4.15 Grafik Fineness Modulus Agregat Peletisasi	49

Gambar 4.16 Grafik Berat Jenis Kondisi Kering Oven	51
Gambar 4.17 Grafik Berat Jenis Kondisi Semu	52
Gambar 4.18 Grafik Berat Jenis Kondisi SSD.....	52
Gambar 4.19 Grafik Persentase Penyerapan Air.....	53
Gambar 4.20 Grafik Berat Volume Padat Agregat Peletisasi	55
Gambar 4.21 Grafik Berat Volume Lepas Agregat Peletisasi	55
Gambar 4.22 Grafik AIV Agregat Peletisasi	56
Gambar 4.23 Grafik AIV Agregat Peletisasi Varisai 13 Mol	57
Gambar 4.24 Grafik AIV Agregat Peletisasi Varisai 15 Mol	57
Gambar 4.25 Grafik AIV Agregat Peletisasi Varisai 17 Mol	58
Gambar 4.26 Area Gradasi Agregat Kasar Alami	60

**PENGARUH RASIO FLY ASH TERHADAP ALKALI AKTIVATOR DAN
MOLARITAS NaOH TERHADAP SIFAT MEKANIK AGREGAT
BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH DENGAN METODE
COLD BOND PELLETIZATION**

Aland Kurnia Zawawi Jared¹, Bimo Brata Adhitya², Anthony Costa²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: alandzawawijared@gmail.com

Abstrak

Dalam industri konstruksi, agregat berperan sebagai komponen utama dalam pembuatan beton, aspal, dan material konstruksi lainnya. Agregat alam yang berasal dari sumber daya alam seperti batu pecah, kerikil, dan pasir, telah menjadi sumber daya yang penting dalam proyek pembangunan infrastruktur selama bertahun-tahun. Namun, meningkatnya permintaan global terhadap agregat, baik secara lokal maupun global, menyebabkan penurunan ketersediaan agregat alam yang berkualitas. Pada awal tahun 2000-an, muncul pendekatan baru dalam produksi agregat buatan yang dikenal sebagai proses *cold bond pelletization* (CBP), yang diterapkan pada fly ash bubuk kering. Dalam metode ini, partikel fly ash diaglomerasi dalam panci berputar miring pada suhu kamar untuk membentuk pelet abu terbang. Penelitian semacam ini dilakukan melalui metode eksperimental di laboratorium. Pada metode CBP, pengujian *Aggregate Impact Value* (AIV) dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi rasio *fly ash* terhadap alkali aktivator (FA/AA) dan variasi molaritas NaOH terhadap sifat mekanik agregat. Nilai efektif molaritas untuk agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization* adalah 15 molar yang memiliki nilai persentase AIV terendah dengan nilai rata-rata 3,45%. Nilai AIV agregat geopolimer dari variasi FA/AA 3 sampai dengan variasi FA/AA 3,25 mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,69%. Kemudian mengalami penurunan lagi dari variasi FA/AA 3,25 sampai dengan variasi FA/AA 3,5 sebesar 1,72%. Nilai efektif rasio FA/AA agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization* adalah 3,5 FA/AA dengan nilai rata-rata 2,49%. Nilai mengalami penurunan rata-rata 0,75% pada molaritas 13 molar sampai 15 molar. Namun, mengalami peningkatan pada variasi 17 molar sebesar 0,52%. Pengaruh terhadap nilai fisik agregat yaitu terjadi penurunan nilai sifat fisik agregat dari variasi 13 mol sampai 15 mol, tetapi mengalami kenaikan dari 15 mol sampai 17 mol. Pengecualian pada pengujian berat volume. Pengaruh terhadap sifat fisik yaitu semakin tinggi FA/AA maka semakin naik juga nilai-nilai fisik agregatkecuali pada pengujian kadar air.

Kata Kunci: agregat geopolimer, *cold bond pelletization*, *fly ash*, *fly ash/alkali* aktivator, molaritas NaOH, sifat fisik agregat, sifat mekanik agregat

Palembang, Agustus 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Bimo Brata Adhitya ST, MT
NIP. 198103102008011010

Dosen Pembimbing 2,



Anthony Costa, ST, MT.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, ST, MT
NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

PENGARUH RASIO FLY ASH TERHADAP ALKALI AKTIVATOR DAN MOLARITAS NAOH TERHADAP SIFAT MEKANIK AGREGAT BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH DENGAN METODE COLD BOND PELLETIZATION

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 4 Agustus 2023

Aland Kurnia Zawawi Jared; dibimbing oleh Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

xix + 87 halaman, 26 gambar, dan 23 tabel

Dalam industri konstruksi, agregat berperan sebagai komponen utama dalam pembuatan beton, aspal, dan material konstruksi lainnya. Agregat alam yang berasal dari sumber daya alam seperti batu pecah, kerikil, dan pasir, telah menjadi sumber daya yang penting dalam proyek pembangunan infrastruktur selama bertahun-tahun. Namun, meningkatnya permintaan global terhadap agregat, baik secara lokal maupun global, menyebabkan penurunan ketersediaan agregat alam yang berkualitas. Pada awal tahun 2000-an, muncul pendekatan baru dalam produksi agregat buatan yang dikenal sebagai proses cold bond pelletization (CBP), yang diterapkan pada fly ash bubuk kering. Dalam metode ini, partikel fly ash diaglomerasi dalam panci berputar miring pada suhu kamar untuk membentuk pelet abu terbang. Penelitian semacam ini dilakukan melalui metode eksperimental di laboratorium. Pada metode CBP, pengujian Aggregate Impact Value (AIV) dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi rasio fly ash terhadap alkali aktivator (FA/AA) dan variasi molaritas NaOH terhadap sifat mekanik agregat. Nilai efektif molaritas untuk agregat buatan geopolimer metode cold bond pelletization adalah 15 molar yang memiliki nilai persentase AIV terendah dengan nilai rata-rata 3,45%. Nilai AIV agregat geopolimer dari variasi FA/AA 3 sampai dengan variasi FA/AA 3,25 mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,69%. Kemudian mengalami penurunan lagi dari variasi FA/AA 3,25 sampai dengan variasi FA/AA 3,5 sebesar 1,72%. Nilai efektif rasio FA/AA agregat buatan geopolimer metode cold bond pelletization adalah 3,5 FA/AA dengan nilai rata-rata 2,49%. Nilai mengalami penurunan rata-rata 0,75% pada molaritas 13 molar sampai 15 molar. Namun, mengalami peningkatan pada variasi 17 molar sebesar 0,52%. Pengaruh terhadap nilai fisik agregat yaitu terjadi penurunan nilai sifat fisik agregat dari variasi 13 mol sampai 15 mol, tetapi mengalami kenaikan dari 15 mol sampai 17 mol. Pengecualian pada pengujian berat volume. Pengaruh terhadap sifat fisik yaitu semakin tinggi FA/AA maka semakin naik juga nilai-nilai fisik agregat kecuali pada pengujian kadar air.

Kata kunci: agregat geopolimer, cold bond pelletization, fly ash, fly ash/alkali aktivator, molaritas NaOH, sifat fisik agregat, sifat mekanik agregat

SUMMARY

THE EFFECT OF FLY ASH TO ALKALI ACTIVATOR RATIO AND NAOH MOLARITY ON MECHANICAL PROPERTIES OF AGGREGATES MADE FLY ASH-BASED GEOPOLYMER USING COLD BOND PELLETTIZATION METHOD

Scientific paper in form of a final project, August 4th, 2023

*Aland Kurnia Zawawi Jared; guided by Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University*

xix + 87 pages, 26 pictures, dan 23 tables

In industrial construction, aggregate acts as the main component in the manufacture of concrete, asphalt and other construction materials. Natural aggregates derived from natural resources such as crushed stone, gravel and sand, have been an important resource in infrastructure development projects for many years. However, the increase in global demand for aggregates, both locally and globally, has resulted in a decrease in the availability of quality natural aggregates. In the early 2000s, a new approach to artificial aggregate production emerged known as the cold bond pelletization (CBP) process, which was applied to dry powdered fly ash. In this method, fly ash particles agglomerate in an inclined rotating pan at room temperature to form fly ash pellets. This kind of research is carried out through experimental methods in the laboratory. In the CBP method, the Aggregate Impact Value (AIV) test was carried out to study the effect of variations in the ratio of fly ash to alkaline activator (FA/AA) and variations in the molarity of NaOH on the mechanical properties of the aggregate. The effective molarity value for artificial aggregate by the geopolymer cold bond pelletization method is 15 molar which has the lowest AIV proportion value with an average value of 3.45%. The AIV value of geopolymer aggregates from variations FA/AA 3 to variations FA/AA 3.25 experienced an average decrease of 0.69%. Then it decreased again from the FA/AA variation of 3.25 to the FA/AA variation of 3.5 of 1.72%. The effective value of the FA/AA ratio of aggregates made by the geopolymer cold bond pelletization method is 3.5 FA/AA with an average value of 2.49%. Values decreased by an average of 0.75% at molarities of 13 molars to 15 molars. However, it experienced an increase in the 17 molar variation of 0.52%. The effect on the physical value of the aggregate was that there was a decrease in the value of the physical properties of the aggregate from a variation of 13 mol to 15 mol, but an increase from 15 mol to 17 mol. Exceptions to the volume weight test. The effect on physical properties is that the higher the FA/AA, the higher the aggregate physical values except for the water content test.

Keywords: *geopolymer aggregate, cold bond pelletization, fly ash, fly ash/alkali activator, NaOH molarity, aggregate physical properties, aggregate mechanical properties*

**PENGARUH RASIO FLY ASH TERHADAP ALKALI AKTIVATOR DAN
MOLARITAS NaOH TERHADAP SIFAT MEKANIK AGREGAT
BUATAN GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH DENGAN METODE
COLD BOND PELLETIZATION**

Aland Kurnia Zawawi Jared¹, Bimo Brata Adhitya², Anthony Costa²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: alandzawawijared@gmail.com

Abstrak

Dalam industri konstruksi, agregat berperan sebagai komponen utama dalam pembuatan beton, aspal, dan material konstruksi lainnya. Agregat alam yang berasal dari sumber daya alam seperti batu pecah, kerikil, dan pasir, telah menjadi sumber daya yang penting dalam proyek pembangunan infrastruktur selama bertahun-tahun. Namun, meningkatnya permintaan global terhadap agregat, baik secara lokal maupun global, menyebabkan penurunan ketersediaan agregat alam yang berkualitas. Pada awal tahun 2000-an, muncul pendekatan baru dalam produksi agregat buatan yang dikenal sebagai proses *cold bond pelletization* (CBP), yang diterapkan pada fly ash bubuk kering. Dalam metode ini, partikel fly ash diaglomerasi dalam panci berputar miring pada suhu kamar untuk membentuk pelet abu terbang. Penelitian semacam ini dilakukan melalui metode eksperimental di laboratorium. Pada metode CBP, pengujian *Aggregate Impact Value* (AIV) dilakukan untuk mempelajari pengaruh variasi rasio *fly ash* terhadap alkali aktivator (FA/AA) dan variasi molaritas NaOH terhadap sifat mekanik agregat. Nilai efektif molaritas untuk agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization* adalah 15 molar yang memiliki nilai persentase AIV terendah dengan nilai rata-rata 3,45%. Nilai AIV agregat geopolimer dari variasi FA/AA 3 sampai dengan variasi FA/AA 3,25 mengalami penurunan rata-rata sebesar 0,69%. Kemudian mengalami penurunan lagi dari variasi FA/AA 3,25 sampai dengan variasi FA/AA 3,5 sebesar 1,72%. Nilai efektif rasio FA/AA agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization* adalah 3,5 FA/AA dengan nilai rata-rata 2,49%. Nilai mengalami penurunan rata-rata 0,75% pada molaritas 13 molar sampai 15 molar. Namun, mengalami peningkatan pada variasi 17 molar sebesar 0,52%. Pengaruh terhadap nilai fisik agregat yaitu terjadi penurunan nilai sifat fisik agregat dari variasi 13 mol sampai 15 mol, tetapi mengalami kenaikan dari 15 mol sampai 17 mol. Pengecualian pada pengujian berat volume. Pengaruh terhadap sifat fisik yaitu semakin tinggi FA/AA maka semakin naik juga nilai-nilai fisik agregatkecuali pada pengujian kadar air.

Kata Kunci: agregat geopolimer, *cold bond pelletization*, *fly ash*, *fly ash/alkali* aktivator, molaritas NaOH, sifat fisik agregat, sifat mekanik agregat

Palembang, Agustus 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Bimo Brata Adhitya ST, MT
NIP. 198103102008011010

Dosen Pembimbing 2,



Anthony Costa, ST, MT.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, ST, MT
NIP. 197610312002122001

THE EFFECT OF FLY ASH TO ALKALI ACTIVATOR RATIO AND NAOH MOLARITY ON MECHANICAL PROPERTIES OF AGGREGATES MADE FLY ASH-BASED GEOPOLYMER USING COLD BOND PELLETIZATION METHOD

Aland Kurnia Zawawi Jared¹, Bimo Brata Adhitya², Anthony Costa²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: alandzawawijared@gmail.com

Abstrak

In industrial construction, aggregate acts as the main component in the manufacture of concrete, asphalt and other construction materials. Natural aggregates derived from natural resources such as crushed stone, gravel and sand, have been an important resource in infrastructure development projects for many years. However, the increase in global demand for aggregates, both locally and globally, has resulted in a decrease in the availability of quality natural aggregates. In the early 2000s, a new approach to artificial aggregate production emerged known as the cold bond pelletization (CBP) process, which was applied to dry powdered fly ash. In this method, fly ash particles agglomerate in an inclined rotating pan at room temperature to form fly ash pellets. This kind of research is carried out through experimental methods in the laboratory. In the CBP method, the Aggregate Impact Value (AIV) test was carried out to study the effect of variations in the ratio of fly ash to alkaline activator (FA/AA) and variations in the molarity of NaOH on the mechanical properties of the aggregate. The effective molarity value for artificial aggregate by the geopolymer cold bond pelletization method is 15 molar which has the lowest AIV proportion value with an average value of 3.45%. The AIV value of geopolymer aggregates from variations FA/AA 3 to variations FA/AA 3.25 experienced an average decrease of 0.69%. Then it decreased again from the FA/AA variation of 3.25 to the FA/AA variation of 3.5 of 1.72%. The effective value of the FA/AA ratio of aggregates made by the geopolymer cold bond pelletization method is 3.5 FA/AA with an average value of 2.49%. Values decreased by an average of 0.75% at molarities of 13 molars to 15 molars. However, it experienced an increase in the 17 molar variation of 0.52%. The effect on the physical value of the aggregate was that there was a decrease in the value of the physical properties of the aggregate from a variation of 13 mol to 15 mol, but an increase from 15 mol to 17 mol. Exceptions to the volume weight test. The effect on physical properties is that the higher the FA/AA, the higher the aggregate physical values except for the water content test.

Kata Kunci: geopolymer aggregate, cold bond pelletization, fly ash, fly ash/alkali activator, NaOH molarity, aggregate physical properties, aggregate mechanical properties

Palembang, Agustus 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing 1,



Bimo Brata Adhitya ST, MT
NIP. 198103102008011010

Dosen Pembimbing 2,



Anthony Costa, ST, MT.
NIP. 199007222019031014

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Waloma, ST, MT
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aland Kurnia Zawawi Jared
Nim : 03011181823010
Judul : Pengaruh Rasio *Fly Ash* Terhadap Alkali Aktivator Dan Molaritas NaOH Terhadap Sifat Mekanik Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* Dengan Metode *Cold Bond Pelletization*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Aland Kurnia Zawawi Jared

NIM. 03011181823010

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Rasio *Fly Ash* Terhadap Alkali Aktivator Dan Molaritas NaOH Terhadap Sifat Mekanik Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* Dengan Metode *Cold Bond Pelletization*” yang disusun oleh Aland Kurnia Zawawi Jared, NIM. 03011181823010 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Agustus 2023.

Palembang, 4 Agustus 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

1. Bimo Brata Adhitya, S.T., M.T.
NIP. 198103102008011010
2. Anthony Costa, S.T., M.T.
NIP. 199007222019031014

()
()

Dosen Penguji :

3. Dr. Rosidawani, S.T., M.T.
NIP. 197605092000122001

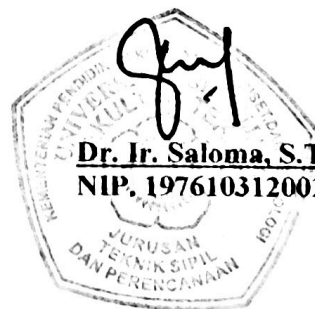
()

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aland Kurnia Zawawi Jared
NIM : 03011181823010
Judul : Pengaruh Rasio *Fly Ash* Terhadap Alkali Aktivator Dan Molaritas NaOH Terhadap Sifat Mekanik Agregat Buatan Geopolimer Berbasis *Fly Ash* Dengan Metode *Cold Bond Pelletization*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2023


Aland Kurnia Zawawi Jared

NIM. 03011181823010

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, permintaan akan pembangunan infrastruktur dan proyek konstruksi telah meningkat secara signifikan di berbagai negara. Pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan pembangunan ekonomi telah menyebabkan peningkatan permintaan akan agregat untuk memenuhi kebutuhan material konstruksi. Permintaan yang meningkat ini telah menempatkan tekanan besar pada ketersediaan agregat alam.

Penggunaan agregat buatan memiliki beberapa keuntungan potensial. Pertama, agregat buatan dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alam yang terbatas, sehingga mengurangi dampak lingkungan dari penambangan. Kedua, penggunaan bahan daur ulang sebagai bahan baku agregat buatan dapat mengurangi limbah konstruksi dan industri yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Ketiga, agregat buatan dapat memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang dikontrol dengan lebih baik daripada agregat alam, sehingga meningkatkan kualitas dan konsistensi material konstruksi.

Menurut Rafiza (2013), permintaan terhadap agregat semakin meningkat, sehingga menyebabkan penurunan pasokan sumber daya agregat alami di sekitar lingkungan. Beberapa negara maju seperti Amerika, Inggris, dan Polandia telah berhasil menciptakan agregat buatan yang efektif dan efisien. Sebagai alternatif, para peneliti mengembangkan agregat ringan geopolimer. Geopolimer terbuat dari bahan-bahan alami yang mengandung banyak silikon dan aluminium (Davidovits, 2008). Bahan alami yang mengandung banyak silikon dan aluminium, seperti fly ash, dapat digunakan sebagai bahan penyusun agregat buatan geopolimer. Kombinasi fly ash dan pasir dapat meningkatkan karakteristik agregat tersebut. Fly ash terbentuk dari pembakaran batubara dan memiliki kandungan tinggi silika dan kapur. Saat bereaksi dengan air, partikel halus berinteraksi dengan oksida silika dan kalsium hidroksida, menghasilkan zat yang mampu mengikat dan menunjukkan proses hidrasi semen (Huda, 2013).

Pada awal tahun 2000-an, pendekatan baru untuk pembuatan agregat ringan buatan diperkenalkan ke literatur. Metode alternatif ini dinamakan proses *cold bond pelletization*, yang diterapkan pada *fly ash* bubuk kering. Dengan metode ini, partikel *fly ash* diaglomerasi dalam panci berputar miring pada suhu kamar untuk menghasilkan pelet abu terbang. Selama aglomerasi, air digunakan sebagai bahan pembasah sedangkan semen portland dan/atau kapur digunakan sebagai pengikat. Metode ini membutuhkan konsumsi energi yang jauh lebih rendah untuk produksi agregat ringan buatan. Karena agregat ringan buatan yang diproduksi dengan metode ini terdiri dari 90% *fly ash* menurut beratnya, ini dapat dianggap sebagai manfaat lingkungan lain dari proses pelet ikatan dingin.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan mengenai konteks yang telah diberikan di atas, dapat dirumuskan pertanyaan pokok yang akan menjadi fokus utama dalam laporan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh rasio *fly ash*/alkali aktivator (FA/AA) terhadap sifat mekanik dan sifat fisik agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization*?
2. Bagaimana pengaruh molaritas sodium hidroksida (NaOH) terhadap sifat mekanik dan sifat fisik agregat buatan geopolimer metode *cold bond pelletization*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan laporan tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Untuk menganalisa pengaruh rasio FA/AA terhadap sifat mekanik dan sifat mekanik agregat buatan geopolimer
2. Untuk menganalisa pengaruh molaritas NaOH terhadap sifat mekanik dan sifat fisik agregat buatan geopolimer

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dengan merujuk kepada perumusan masalah dan tujuan yang telah disebutkan sebelumnya, cakupan penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pasir yang digunakan yaitu pasir yang berasal dari daerah Tanjung Raja.
2. *Fly ash* kelas F dari PT. Pupuk Sriwijaya sebagai *prekursor*
3. Rasio FA/AA dengan rasio 3, 3,25, dan 3,5.
4. Molaritas NaOH yang digunakan adalah 13, 15, dan 17 Mol.
5. Rasio sodium silikat (Na_2SiO_3) dengan NaOH sebesar 3,5.
6. Sudut alat granular yang digunakan adalah 45° .
7. Durasi pencampuran dilakukan selama 20 menit

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan laporan tugas akhir ini, proposal tugas akhir dibagi menjadi lima bab dengan struktur penulisan sebagai berikut:

1. PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini, akan diuraikan mengenai konteks penelitian, permasalahan yang akan dibahas, tujuan penelitian, cakupan lingkup penelitian, dan kerangka penulisan laporan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bagian tinjauan pustaka akan mencakup studi literatur dan referensi terkait yang menjadi landasan penelitian, termasuk kajian sebelumnya tentang artificial aggregate geopolymer dengan metode *cold bond pelletization*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian, akan dijelaskan alat-alat yang digunakan, pendekatan atau prosedur yang diterapkan, serta model yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memuat penjelasan rinci mengenai data yang dikumpulkan serta hasil analisis data. Di sini juga akan dibahas temuan-temuan yang dihasilkan dari penelitian.

5. PENUTUP

Bagian penutup akan terdiri dari kesimpulan, di mana akan disajikan ringkasan hasil penelitian. Selanjutnya, akan ada bagian saran yang berisi solusi untuk mengatasi masalah atau rekomendasi untuk penelitian masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C29/C29M. 1997. *Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C618-05. 2006. *Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C136. 2014. *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C40. 2011. *Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C142. 2010. *Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C128. 2015. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C127. 2012. *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C131. 2014. *Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C535. 2016. *Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C88. 2018. *Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate*. USA: Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C33. 2003. *Standards Specification for Concrete Aggregates*. USA: Association of Standard Testing Materials.

- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2002. SNI 03-6882-2002. Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pemasangan: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI-1969-2008. Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI 2417-2008. Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles: Jakarta.
- [BSN] Badan Standarisasi Indonesia. 2008. SNI 3407-2008. Cara Uji Sifat Kekekalan Agregat Dengan Cara Perendaman Menggunakan Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat: Jakarta.
- BS 812-112: 1990. 2008. *Testing aggregate-Part 112: Methods for determination of aggregate impact value (AIV)*. British Standard
- Abdullah, A., Hussin, K., Abdullah, M.M.A.B., Yahya, Z., Sochacki, W., Razak, R.A., Błoch, K. and Fansuri, H., 2021. The Effects of various concentrations of NaOH on the inter-particle gelation of a fly ash geopolymer aggregate. *Materials*, 14(5), p.1111.
- Olivia, M. 2013. Durability Related Properties of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete, (May).
- Huda, C. 2013. Analisa sifat meknaik pasta geopolimer ringan berbahan dasar fly ash, lumpur sidoarjo dan foam, 1(1), 1-5.
- Davidovits, J., 2008. *Geopolymer. Chemistry and Applications*. Institute Geopolymere, Saint-Quentin, France.
- Rafiza, A. R., Bakri, A. M. M. Al, Kamarudin, H., Nizar, I. K., Hardjito, D., & Zarina, Y. (2013). Reviews on Properties of Aggregates made with or without Geopolymerisation Method, 626, 892-895. doi:10,4028/www.scientific.net/AMR/626/892
- İpek, S., Ayodele, O.A. and Mermerdaş, K., 2020. Influence of artificial aggregate on mechanical properties, fracture parameters and bond strength of concretes. *Construction and Building Materials*, 238, p.117756.
- Tian, K., Wang, Y., Hong, S., Zhang, J., Hou, D., Dong, B. and Xing, F., 2021. Alkali-activated artificial aggregates fabricated by red mud and fly ash: Performance and microstructure. *Construction and Building Materials*, 281, p.122552.

- Widayanti, A., Soemitro, R.A.A., Ekaputri, J.J. and Suprayitno, H., 2021. ASPHALT CONCRETE MIXTURE PRODUCED USING RECLAIMED ASPHALT PAVEMENT AND FLY ASH AS ARTIFICIAL AGGREGATE AND FILLER. *Jurnal Teknologi*, 83(4), pp.17-29.
- Mermerdaş, K., İpek, S., Algın, Z., Ekmen, Ş. and Güneş, İ., 2020. Combined effects of microsilica, steel fibre and artificial lightweight aggregate on the shrinkage and mechanical performance of high strength cementitious composite. *Construction and Building Materials*, 262, p.120048.
- Sherwani, A.F.H., Faraj, R., Younis, K.H. and Daraei, A., 2021. Strength, abrasion resistance and permeability of artificial fly-ash aggregate pervious concrete. *Case Studies in Construction Materials*, 14, p.e00502.
- Hartono, H., 2015. Studi Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Kasar Dari Batu Kapur. *Gema Teknologi*, 17(3).
- Wardani, Sri Prabandiyani Retno. (2008). *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Jurnal: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Thomas, Michael. (2007). *Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete*. Washington DC: Portland Cement Association.
- Scott, John. S. 1993. *Kamus Lengkap Teknik Sipil Edisi Ke-4*. Erlangga. Jakarta
- Al Mahbubi, M. and Ahyudanari, E., 2019. Analysis the Use of Artificial Aggregates As a Substitute of Coarse Aggregates for Surface of Flexible Pavement. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), pp.D47-D51.
- Ayachit, A. C., Nikam, P. B., Pise, S. N., Shah, A. D., Pawar, V. H., & Wagh, K. K. 2016. *Mix Design of Fly-Ash Based Geopolymer Concrete* . *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(2).
- Chithambar Ganesh, A., Vinod Kumar, M., Kanniga Devi, R., Srikar, P., Prasad, S., Manoj Kumar, M., & Sarath, R. P. 2021. Pervious Geopolymer Concrete under Ambient Curing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 2737–2741.

- Tho-In, T., Sata, V., Chindaprasirt, P., & Jaturapitakkul, C. 2012. Pervious high-calcium fly ash geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*, 30, 366–371.
- Soundararajan, E. K., & Vaiyapuri, R. 2021. *Geopolymer binder for pervious concrete*. *Gradjevinar*, 73(3), 209–218.
- Wulandari, Meity. 2018. “Pengaruh Penggunaan Agregat Ringan Buatan (Alwa) Berbahan Styrofoam Dengan Bahan Tambah Serat Baja Pada Beton Ringan Pengaruh Penggunaan Agregat Ringan Buatan (Alwa) Berbahan Styrofoam Dengan.” *Repository ITS*.
- Aminsyah, M., 2013. Analisa Kehancuran Agregat Akibat Tumbukan Dalam Campuran Aspal. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 9(2), pp.50-71.
- Jamkar, S.S., Ghugal, Y.M. and Patankar, A.S., 2013. Effect of fly ash fineness on workability and compressive strength of geopolymer concrete. *The Indian Concrete Journal*, 87(4), pp.57-61.