



JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

1. **PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN BLANG CEURIEH GAMPONG AREE REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE**
(Afdhalul Syawal, Syarifah Keumala Intan, Zulfikar Makam)
2. **PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG JEMBATAN TANJONG BAROH KECAMATAN SYAMTALIRA ARON KABUPATEN ACEH UTARA**
(Agustina Mauliza, Syukri, Musbar)
3. **PENGARUH VARIASI SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI BAHAN STABILITASI TANAH LEMPUNG**
(Anis Fikri Muzaffar, Gusrizal, Chairil Anwar)
4. **PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA MORTAR SPESI TERHADAP KUAT LEKAT PASANGAN BATA**
(Asyraf Mukhtar, Syamsul Bahri, Abdullah Irwansyah)
5. **PENAMBAHAN ABU TANDAN KELAPA SAWIT DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG**
(Muhammad Amin, Faisal Abdullah, Muhammad Reza)
6. **PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE CRASH DURATION PADA KETERLAMBATAN PROYEK JEMBATAN KRUENG PEUDADA**
(Muhammad Daffa, Abdul Muhyi, Munardy)
7. **EVALUASI SIMPANG TAK BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN JALAN DARUSSALAM DENGAN JALAN MALIKUSSALEH KOTA LHOKEUMAWE**
(Muhammad Ghana, Miswar, Andrian Kaifan)
8. **ANALISA KEGAGALAN LERENG PADA JALAN ELAK BUKETRATA STA 272+350 KOTA LHOKEUMAWE**
(Nurul Wilda, Supardin, Yuhanis Yunus)
9. **STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN POFA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC**
(Parha Kamilatun Nuha Daulay, Syaifuddin, Kurniati)
10. **EVALUASI GEOMETRIK JALAN RAYA BENER MERIAH-ACEH UTARA STA 22+000 S.D. 22+500**
(Syaiful Bahri, Gustina Fitri, Tursina)

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

Penasehat

Direktur Politeknik Negeri Lhokseumawe

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Lhokseumawe

Ketua Redaksi

Muhammad Reza, M.Eng.

Sekretaris Redaksi

Erna Yusnianti, S.Si., M.Si.

Dewan Editor:

Dr. Ir. Mochammad Afifuddin, M.Eng.	(Universitas Syiah Kuala)
Dr. Ir. Samsul Bahri, M.Si.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Dr. Ir. Yuhanis Yunus, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Ir. Munardy, M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Muliadi, S.T., M.T.	(Universitas Negeri Malikussaleh)
Syarwan, S.T., M.T.	(Politeknik Negeri Lhokseumawe)
Yulius Rief Alkhaly, S.T., M.Eng.	(Universitas Negeri Malikussaleh)

Penyunting Pelaksana

Ibrahim, S.T., M.T.

Pelaksana Tata Usaha

Hasanuddin, A.Md.

Penerbit

Politeknik Negeri Lhokseumawe

Alamat:

Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh–Medan Km 280,3 Buketrata
Lhokseumawe 24301 P.O. Box 90
Website: sipil.pnl.ac.id, email: pjj@pnl.ac.id

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

DAFTAR ISI

Dewan Redaksi.....	i
Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
1. PERENCANAAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN BLANG CEURIEH GAMPONG AREE REUBEE KECAMATAN DELIMA KABUPATEN PIDIE (Afdhalul Syawal, Syarifah Keumala Intan, Zulfikar Makam)	1-9
2. PERENCANAAN GELAGAR BETON PRATEGANG JEMBATAN TANJONG BAROH KECAMATAN SYAMTALIRA ARON KABUPATEN ACEH UTARA (Agustina Mauliza, Syukri, Musbar).....	10-16
3. PENGARUH VARIASI SERBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI BAHAN STABILITASI TANAH LEMPUNG (Anis Fikri Muzaffar, Gusrizal, Chairil Anwar)	17-22
4. PENGARUH PENGGUNAAN BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS PADA MORTAR SPESI TERHADAP KUAT LEKAT PASANGAN BATA (Asyraf Mukhtar, Syamsul Bahri, Abdullah Irwansyah)	23-30
5. PENAMBAHAN ABU TANDAN KELAPA SAWIT DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG (Muhammad Amin, Faisal Abdullah, Muhammad Reza)	31-37
6. PENGENDALIAN BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE CRASH DURATION PADA KETERLAMBATAN PROYEK JEMBATAN KRUENG PEUDADA (Muhammad Daffa, Abdul Muhyi, Munardy)	38-43
7. EVALUASI SIMPANG TAK BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN JALAN DARUSSALAM DENGAN JALAN MALIKUSSALEH KOTA LHOKSEUMAWE (Muhammad Ghana, Miswar, Andrian Kaifan).....	44-50
8. ANALISA KEGAGALAN LERENG PADA JALAN ELAK BUKETRATA STA 272+350 KOTA LHOKSEUMAWE (Nurul Wilda, Supardin, Yuhanis Yunus)	51-58
9. STUDI KARAKTERISTIK CAMPURAN ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN POFA SEBAGAI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL AC-BC (Parha Kamilatun Nuha Daulay, Syaifuddin, Kurniati)	59-66
10. EVALUASI GEOMETRIK JALAN RAYA BENER MERIAH-ACEH UTARA STA 22+000 S.D. 22+500 (Syaiful Bahri, Gustina Fitri, Tursina)	67-74
Petunjuk Penulisan Artikel Ilmiah	75

JURNAL SIPIL SAINS TERAPAN

Jurnal Hasil Skripsi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil

PENGANTAR REDAKSI

Assalamualaikum wr wb.

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Jurnal Sipil Sains Terapan Volume 06 Nomor 02 Edisi September 2023 dapat diterbitkan. Jurnal Sipil Sains Terapan ini merupakan jurnal hasil Skripsi dari Mahasiswa Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Jurnal Sipil Sains Terapan ini terbit secara berkala dengan frekuensi terbitan sebanyak 2 (dua) kali dalam setahun. Pada Volume 06 Nomor 02 Edisi September 2023 ini terdapat 10 (sepuluh) artikel. Artikel-artikel yang tergabung di dalam Jurnal Sipil Sains Terapan ini meninjau dari sisi teknik maupun manajemen dalam perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penerbitan Jurnal Sipil Sains Terapan ini. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan terhadap Jurnal Sipil Sains Terapan pada edisi-edisi yang berikutnya untuk memperkaya keilmuan terkait perencanaan jalan dan jembatan.

Redaksi

PENGARUH PENGGUNAAN *BOTTOM ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS MORTAR SPESI TERHADAP KUAT LEKAT PASANGAN BATA

Asyraf Mukhtar¹, Syamsul Bahri², Abdullah Irwansyah³.

¹Mahasiswa, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: asyrafmuza@gmail.com

²Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: syamsul_bahri@pnl.ac.id

³Dosen, Program Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Email: abd_irwansyah@pnl.ac.id

ABSTRAK

Bottom ash adalah salah satu limbah dari sisa pembakaran batubara yang mengendap pada tungku setelah proses pembakaran. Nilai modulus halus butir *bottom ash* sama dengan pasir, membuat *bottom ash* dapat digunakan sebagai material substitusi agregat halus pada mortar yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari substitusi persentase *bottom ash* terhadap nilai kuat lentur dan kuat lekat mortar. Metode pencampuran komposisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Absolute Methode*, dengan persentase substitusi *bottom ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Kuat lentur diuji berdasarkan SNI.03-4154-1996, benda uji berbentuk balok dengan dimensi 30 x 30 x 130 mm dan umur pengujian 1, 3, 7 dan 28 hari sejak mortar dicetak. Kuat lekat mortar spesi diuji berdasarkan SNI.03-4166-1996 dengan umur pengujian 1, 3 dan 7 hari sejak pasangan bata diikat. Substitusi *bottom ash* 20% mengalami peningkatan kuat lentur rata-rata tertinggi dari variasi lainnya, pada umur 7 hari diperoleh nilai kuat lentur sebesar 3,76 MPa atau 5,18% lebih tinggi dari substitusi 0% dan pada umur 28 hari substitusi *bottom ash* 20% diperoleh nilai sebesar 4,24 MPa atau 2,23% lebih tinggi dari substitusi 0%. Kuat lekat mortar spesi diuji pada substitusi persentase *bottom ash* 20% karena memperoleh nilai kuat lentur tertinggi, substitusi 20% pada umur 1 hari diperoleh nilai kuat lekat sebesar 0,168 MPa atau lebih rendah 11,3% dari produk SikaCeram TileFix – 180 GA yaitu 0,187 MPa, sedangkan pada umur 7 hari diperoleh nilai kuat lekat sebesar 0,224 MPa atau lebih rendah 12,9% dari produk SikaCeram TileFix – 180 GA yaitu 0,253 MPa. Berdasarkan data dari hasil penelitian, substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus dapat meningkatkan kualitas dari mortar akan tetapi penambahan *bottom ash* secara berlebihan juga akan mengurangi kualitas dari mortar itu sendiri..

Kata Kunci : Mortar, *Bottom Ash*, Kuat Lekat, Kuat Lentur.

I. PENDAHULUAN

Bottom ash adalah salah satu limbah dari sisa pembakaran batubara yang mengendap pada tungku setelah proses pembakaran batubara yang digunakan sebagai bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). *Bottom ash* memiliki nilai modulus kehalusan yang sebanding dengan agregat halus alami, karena itu material *bottom ash* dapat digunakan sebagai material substitusi agregat halus yang ramah lingkungan pada mortar (Singh dkk., 2018). Mortar merupakan campuran antara agregat halus (pasir), air dan semen. Mortar sebagai bahan perekat untuk kontruksi struktural digunakan untuk pasangan batu pecah pada pondasi, mortar untuk kontruksi nonstruktural digunakan pada pasangan bata sebagai bahan pengisi dinding (Zuraidah, 2018).

Penggunaan *bottom ash* sebagai substitusi agregat halus dengan perbandingan campuran IPC : 3PS dan variasi *bottom ash* sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80% terhadap berat pasir, menunjukkan penggunaan *bottom ash* menurunkan nilai konsistensi sebesar 1,82% sampai dengan 45,45% dibandingkan tanpa penggunaan *bottom ash*, dan penggunaan *bottom ash* 20% mampu meningkatkan kuat tekan sebesar 50% dan kuat lentur sebesar 28,3% pada umur 28 hari dibandingkan dengan mortar semen tanpa penggunaan *bottom ash*.

(Oktaviana, 2021). Sedangkan untuk penelitian kuat lekat (*bond strength*) pasangan bata merah, telah dilakukan beberapa penelitian yang mengacu pada SNI-03-4166-1996 yaitu, penelitian (Pascanawaty dkk., 2016) diperoleh nilai kuat lekat tanpa plesteran sebesar 0,11 MPa dan dengan tambahan plesteran sebesar 0,28 MPa.

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh persentase penambahan *bottom ash* terhadap kuat lentur (*flexural strength*) mortar dan bagaimana pengaruh persentase penambahan *bottom ash* terhadap kuat lekat (*bond strength*) mortar spesi pada pasangan bata. Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah *bottom ash* yang digunakan berasal dari PLTU Pangkalan Susu yang sudah tertimbun, pasir yang digunakan berasal dari Sungai Krueng Tingkem, semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement* (PCC) dengan merk Semen Padang, air yang digunakan adalah air yang tersedia di Laboratorium Bahan Bangunan Kontruksi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pengujian *workability* memakai alat *flow table* dan pengujian *setting time* menggunakan alat *Vicat Needle Apparatus*. Komposisi persentase *bottom ash* sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat pasir dengan mengadopsi FAS 0,65 dan perbandingan 1PC:3PS, umur pengujian kuat lentur tiap tiap persentase yaitu 1, 3, 7 dan 28 hari menggunakan alat *Compression Testing Machine* dengan dimensi benda uji 30 x 30 x 130 mm. Dan untuk pengujian kuat lekat mortar spesi variasi maksimum diuji pada umur 1, 3 dan 7 hari dengan pengaplikasian ketebalan spesi 15 mm menggunakan alat *Compression Testing Machine*.

A. *Material*

Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen *Portland Composite Cement* dengan merk Semen Padang, agregat halus dengan ukuran butir maksimum 4,75 mm atau agregat halus kategori zona 3, *bottom ash* dengan ukuran butir maksimum 4,75 mm atau lolos saringan No.4 dan air.

B. *Metode Pengumpulan Data*

Metode pengumpulan data adalah kegiatan dengan serangkaian pengujian terhadap material untuk memperoleh data. Pengujian tersebut dilakukan terhadap agregat halus dan *bottom ash* yang terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis, analisa saringan dan daya serap air.

C. *Pengujian Mortar*

Terdapat dua pengujian utama dalam penelitian ini yaitu, pengujian kuat lentur terhadap mortar variasi substitusi *bottom ash* dan pengujian kuat lekat terhadap mortar variasi maksimum, berikut adalah acuan dari pengujian yang akan dilakukan:

1. Pengujian Kuat Lentur

Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 03-4154-1996, yaitu menggunakan benda uji berbentuk balok dengan memberikan pembebanan terpusat atau satu titik pembebanan pada benda uji.

$$f_r = \frac{3P \cdot L}{2(b \cdot h^2)} \dots \dots \dots (1)$$

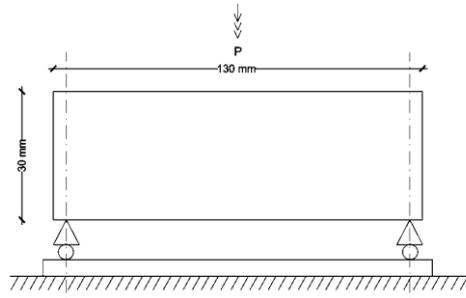
Dimana:

P = beban (N)

L = panjang benda uji antar tumpuan (mm)

b = lebar benda uji (mm)

h = tinggi benda uji (mm)



Gambar 1 Modelan Benda Uji Pengujian Kuat Lentur

2. Pengujian Kuat Lekat

Pengujian dilakukan berdasarkan SNI-03-4166-1996, yaitu menggunakan benda uji yang tersusun dari tiga buah bata tuah sebagai objek bidang lekatan.

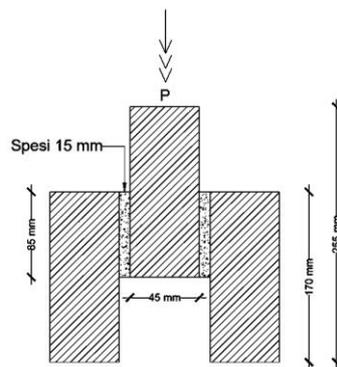
$$f_{vh} = \frac{P}{2bh} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

P = beban maksimum benda uji (N)

b = lebar bidang lekatan (mm)

h= tinggi bidang geser (mm)



Gambar 2 Modelan Benda Uji Pengujian Kuat Lekat

II. METODOLOGI

Pencampuran komposisi dalam penelitian ini menggunakan *Absolute Methode*, dengan variasi campuran *bottom ash* 0% (BA0), 10% (BA10), 20% (BA20), 30% (BA30), 40% (BA40) dan 50% (BA50) dari berat pasir dengan perbandingan 1 semen:3 pasir dan faktor air semen (FAS) yang diadopsi yaitu 0,65 atau 65% dari berat semen. Pengujian dilakukan pada umur 1, 3, 7 dan 28 hari sejak mortar dicetak. Jumlah total benda uji yaitu 72 buah dengan dimensi benda uji 30 x 30 x 130 mm. Berikut tabel rancangan penelitian:

Tabel 1 Persentase Komposisi Campuran Mortar Pengujian Kuat Lentur 1m³

Kode Benda Uji	Rasio BA	Komposisi				Pengujian				Jumlah Benda Uji
		Semen	Pasir	Air	Bottom Ash	1 Hari	3 Hari	7 Hari	28 Hari	
BA0	0%	400	1200	260	0	3	3	3	3	12
BA10	10%	400	1080	260	120	3	3	3	3	12
BA20	20%	400	960	260	240	3	3	3	3	12
BA30	30%	400	840	260	360	3	3	3	3	12
BA40	40%	400	720	260	480	3	3	3	3	12
BA50	50%	400	600	260	600	3	3	3	3	12
Total										72

Setelah mendapatkan mortar variasi dengan nilai kuat lentur tertinggi, persentase tersebut digunakan sebagai campuran mortar spesi ikatan pasangan bata dengan komposisi yang sama, dengan umur pengujian kuat lekat pada 1, 3, 7 hari sejak pemasangan bata diikat. Jumlah total benda uji yaitu 9 buah. Berikut tabel rancangan penelitian:

Tabel 2 Benda Uji Pengujian Kuat Lekat Mortar Maksimum

Kode Benda Uji	Pengujian			Jumlah Sampel
	1 Hari	3 Hari	7 Hari	
BA MAKS	3	3	3	9

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

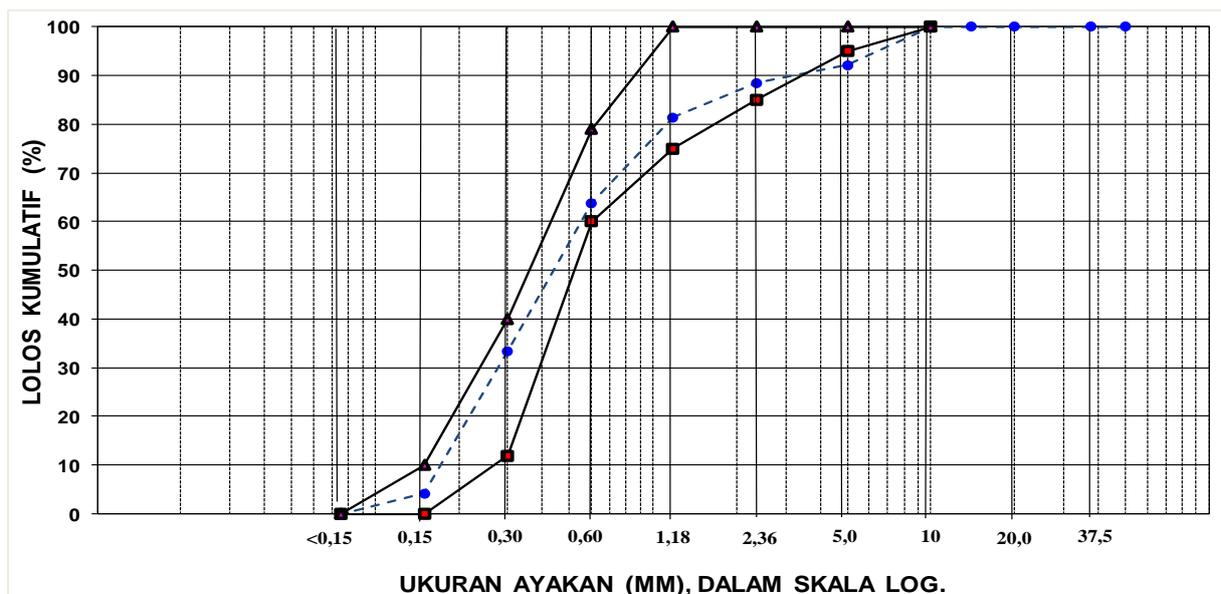
A. Analisa Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis dilakukan terhadap agregat halus, *bottom ash* dan persentase substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus yang berupa pengujian kadar air, berat jenis (SSD), *fine modulus* dan *water absorbtion*.

Tabel 3 Analisa Sifat Fisis Agregat Halus

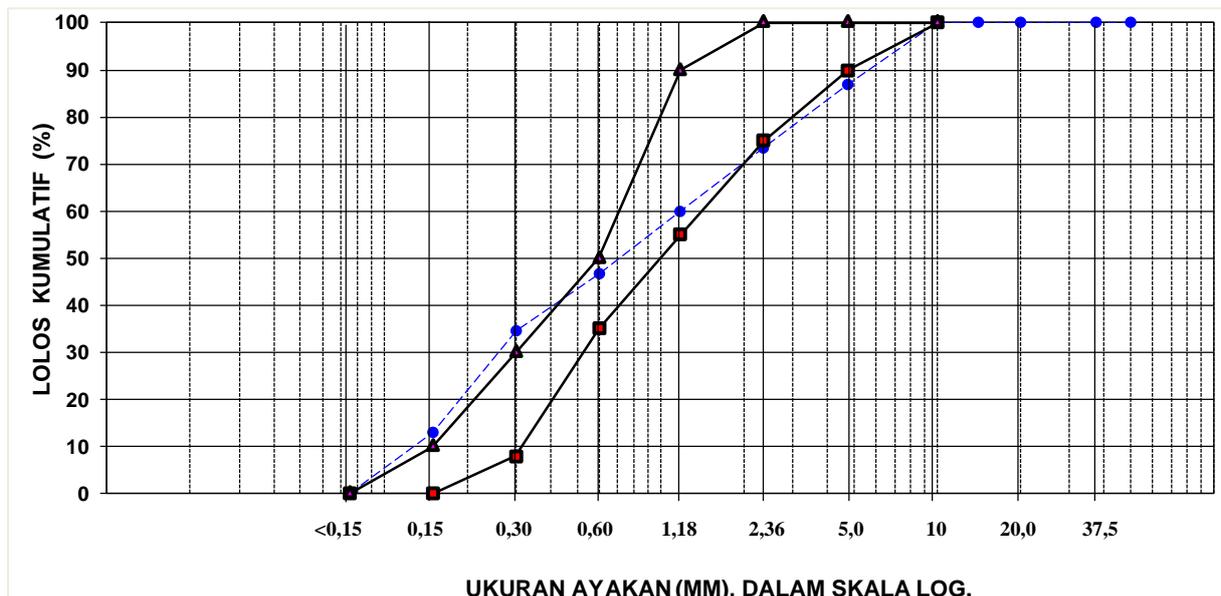
Pengujian	Analisa Rata – Rata							Standard Range	Referensi Standar
	Agg. Halus	Bottom Ash	BA 10%	BA 20%	BA 30%	BA 40%	BA 50%		
Kadar Air (%)	1,881	3,44	2,04	2,19	2,35	2,50	2,66	Max 10	SNI.03.1990
Fine Modulus (%)	2,36	2,85	2,41	2,46	2,51	2,56	2,61	1,5 - 3,8	SNI.03.1990
Berat Jenis (kg/m ³)	2,676	1,66	2,57	2,47	2,37	2,27	2,17	1,6 – 3,2	ASTM.C127
Water Absorbtion (%)	0,928	6,41	1,48	2,02	2,57	3,12	3,67	Max 12	ASTM.C127

Dari Tabel 3 dapat dipastikan agregat halus, *bottom ash* dan persentase substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus yang akan digunakan layak berdasarkan ketentuan dan persyaratan dari referensi yang ada, mulai dari kadar air yang tidak melebihi 10%, berat jenis (SSD) dan modulus kehalusan (*fine modulus*) yang berada diantara nilai persyaratan serta *water absorbtion* yang tidak melebihi dari nilai ketentuan maksimal 12%. Berikut adalah gradasi dari analisa saringan agregat halus.



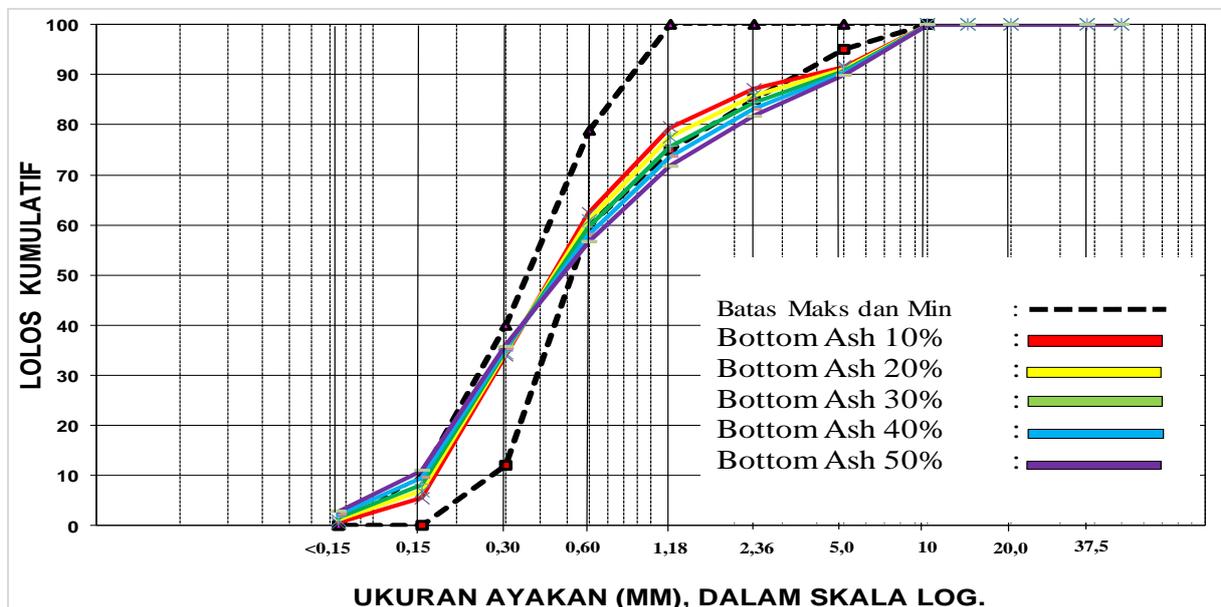
Gambar 3 Gradasi Agregat Halus

Dengan memperoleh nilai *fine modulus* sebesar 2,36 agregat halus masuk kedalam kategori zona 3 seperti yang terlihat pada Gambar 3. Dan berikut adalah gradasi dari analisa saringan *bottom ash*.



Gambar 4 Gradasi *Bottom Ash*

Dengan memperoleh nilai *fine modulus* sebesar 2,85, *bottom ash* masuk kedalam kategori zona 2 seperti yang terlihat pada Gambar 4. Dan berikut adalah gradasi dari analisa saringan agregat halus substitusi persentase *bottom ash*.



Gambar 5 Gradasi Agregat Halus Substitusi Persentase *Bottom Ash*

Pada Gambar 5 adalah hasil dari analisa saringan terhadap agregat halus substitusi persentase *bottom ash* yang akan digunakan, substitusi *bottom ash* dengan persentase 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% masuk kedalam persyaratan kategori zona 3.

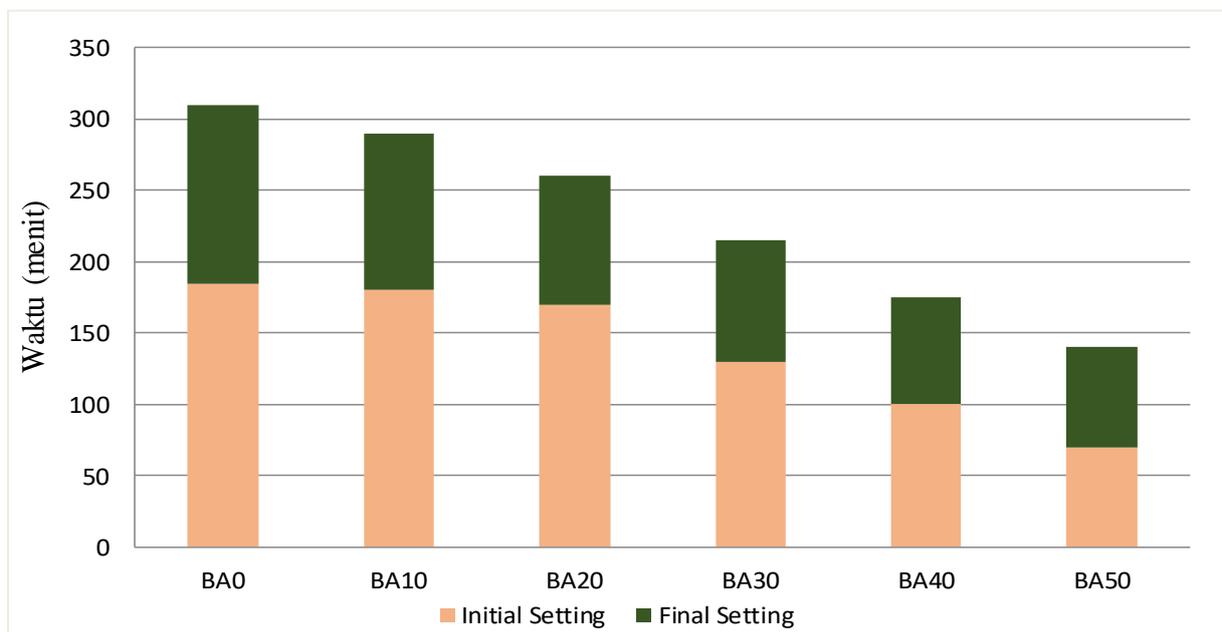
B. *Pengaruh Substitusi Bottom Ash Terhadap Fresh Properties Mortar*

Berikut adalah hasil dari pengujian *workability* dari mortar segar,



Gambar 6 Pengaruh *Bottom Ash* Terhadap *Workability*

Berdasarkan Gambar 6 Konsistensi normal mortar segar menurun mulai dari penambahan *bottom ash* sebesar 10% hingga penambahan 50%. Penurunan nilai *workability* dalam penggunaan *bottom ash* sebagai substitusi pasir disebabkan karena daya serap air *bottom ash* yang lebih tinggi daripada daya serap pasir (Kim dan Lee, 2011). Berikut adalah hasil dari pengujian *setting time* dari mortar segar,



Gambar 7 Pengaruh *Bottom Ash* Terhadap *Setting Time*

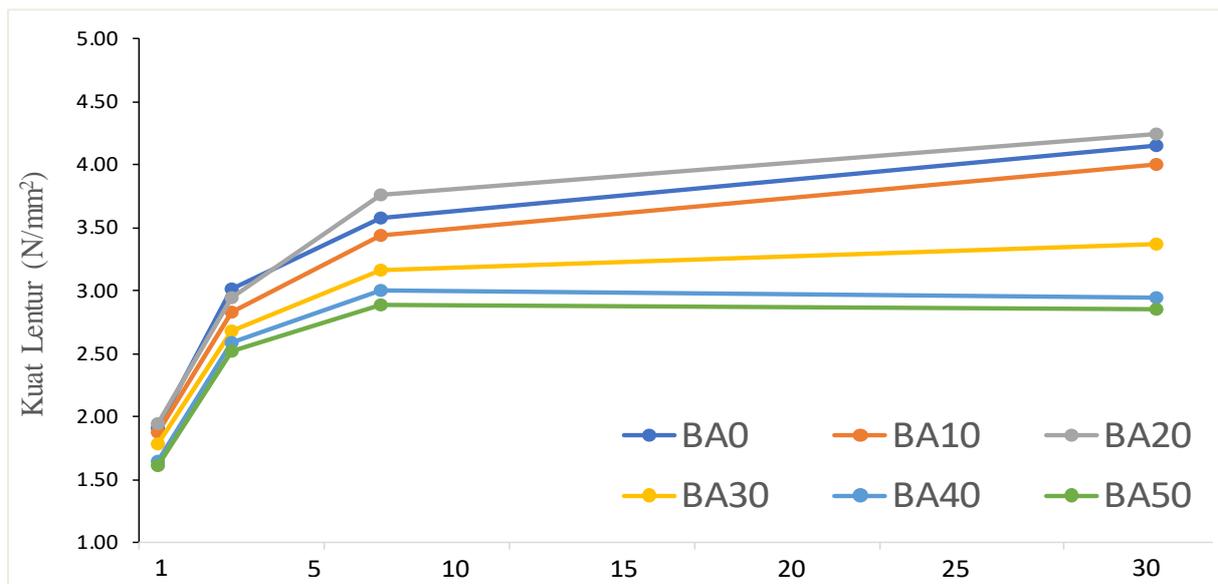
Berdasarkan Gambar 7 waktu pengikatan menurun (semakin cepat) pada setiap penambahan persentase *bottom ash*, mulai dari penambahan 10% dengan *total setting* 290 menit atau 6,5% lebih cepat dari BA0 sampai dengan penambahan 50% dengan *total setting* 140 menit atau 48,4% lebih cepat dari BA0.

C. *Pengaruh Bottom Ash Terhadap Pada Mechanical Properties Mortar.*

Berikut pada Tabel 6 adalah hasil pengujian kuat lentur mortar substitusi *bottom ash*.

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Lentur Mortar *Bottom Ash*

Variasi Campuran	Kuat Lentur Rata-Rata (N/mm ²)			
	1 Hari	3 Hari	7 Hari	28 Hari
BA0	1,92	3,02	3,57	4,15
BA10	1,87	2,83	3,44	4,00
BA20	1,94	2,94	3,76	4,24
BA30	1,78	2,69	3,17	3,37
BA40	1,65	2,59	3,00	3,94
BA50	1,61	2,52	2,89	2,85

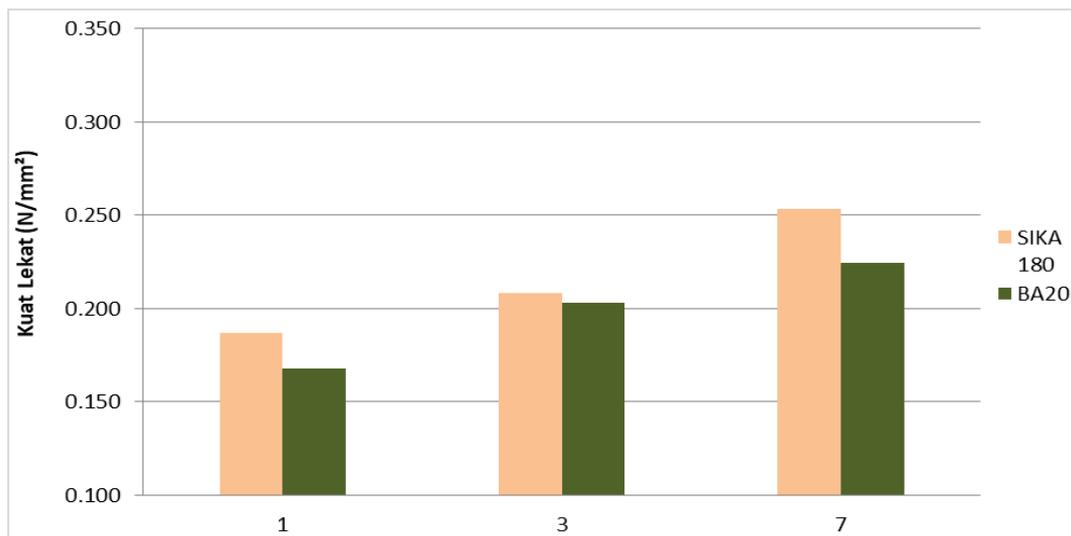


Gambar 8 Pengaruh *Bottom Ash* Terhadap Kuat Lentur

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 ditampilkan kuat lentur mortar dengan variasi *bottom ash* 20% (BA20) mengalami peningkatan paling tinggi dengan nilai 8,03 MPa pada umur 7 hari jika dibandingkan dengan variasi lainnya, dan berkelanjutan hingga mortar berumur 28 hari dengan nilai 11,03 Mpa, dengan kata lain kuat lenturnya bertambah sebesar 3,00 MPa dalam kurun waktu 21 hari. Sedangkan mortar dengan variasi *bottom ash* 50% (BA50) berada pada posisi paling rendah sejak berumur 1 hari dengan nilai 1,33 MPa hingga berumur 28 hari dengan nilai 5,83 MPa. Berikut pada Tabel 7 adalah hasil dari pengujian kuat lekat mortar substitusi *bottom ash* 20%

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Lekat

Kode Benda Uji	Kuat Lekat Rata – Rata (N/mm ²)		
	1 Hari	3 Hari	7 Hari
BA20	0,168	0,203	0,224
SIKA180	0,187	0,208	0,253



Gambar 9 Pengaruh *Bottom Ash* Terhadap Kuat Lekat

Berdasarkan diagram pada Gambar 9 ditampilkan kuat lekat dari mortar spesi persentase *bottom ash* 20% (BA20) yang terus meningkat mulai dari hari pertama, pada umur 7 hari nilai kuat yang diperoleh sebesar 0,224 MPa atau 12,9% lebih rendah dari nilai kuat lekat yang diperoleh oleh SikaCeram TileFix – 180 GA yaitu 0,253 MPa.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dari substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus pada mortar variasi dapat disimpulkan sebagai berikut: (1)Substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus pada mortar dapat mempengaruhi nilai kuat lentur (*flexural strength*). Substitusi *bottom ash* dengan persentase 20% memperoleh nilai kuat lentur tertinggi 4,24 MPa pada umur 28 hari atau 2,23% lebih tinggi dari substitusi 0%, substitusi *bottom ash* dengan persentase 50% memperoleh nilai kuat lentur terendah 2,85 MPa pada umur 28 hari atau 45,45% lebih rendah dari substitusi 0%. (2)Substitusi *bottom ash* terhadap agregat halus mortar spesi pada pasangan bata dapat mempengaruhi nilai kuat lekat (*bonding strength*), Pada umur 1 hari diperoleh nilai 0,168 MPa, lebih rendah 11,3% dari SikaCeram TileFix – 180 GA, pada umur 3 hari diperoleh nilai 0,203 MPa, lebih rendah 2,8% dari SikaCeram TileFix – 180 GA, pada umur 7 hari diperoleh nilai 0,224 MPa, lebih rendah 12,9% dari SikaCeram TileFix–180 GA.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1996). Metode Pengujian Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Merah di Laboratorium: SNI 03-4166-1996.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Sederhana yang Dibebeani Terpusat langsung: SNI 03-4154-1996.
- Kim, H. K., & Lee, H. K. (2011). *Use of power plant bottom ash as fine and coarse aggregates in high-strength concrete*. *Construction and Building Materials*, 25(2),
- Oktaviana, T., & Susilowati, A. (2021). Pemanfaatan *bottom ash* sebagai substitusi sebagian agregat halus pada mortar semen. *Politeknik Negeri Jakarta*, 04.
- Pascanawaty, M. S., Sukrawa, M., & Budiwati, I. . M. (1970). Studi Eksperimental Tentang Kekuatan Dinding Bata Dengan Perkuatan. *Jurnal Spektran*, 4(1), 37–46.
- Singh, N., Mithulraj, M., & Arya, S. (2018). *Influence of coal bottom ash as fine aggregates replacement on various properties of concretes: A review*. *Resources, Conservation and Recycling*, 138(July), 257–271.
- Zuraidah, S., & Hastono, B. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 1(1), 8–13.