

LAPORAN TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA

PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN

PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN

***BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN**



MERIZKA PUTRI KABILA

03011381823092

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN PENGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

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



MERIZKA PUTRI KABILA

03011381823092

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

MERIZKA PUTRI KABILA

03011381823092

Palembang, Maret 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

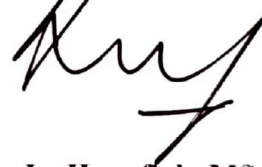
Dosen Pembimbing I



Dr. Rosidawani, ST, MT

NIP. 197605092000122001

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Hanafiah, MS

NIP. 195603141985031002

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, ST, MT

NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Pengaruh Waktu Perawatan pada Pembuatan Paving blok dengan Penggunaan Bahan Tambahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* terhadap Nilai Kuat Tekan**”.

Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian laporan tugas akhir ini, diantaranya:

- 1) Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng. IPM. selaku dosen pembimbing akademik
- 2) Dr. Rosidawani, ST, MT. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberi bantuan dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
- 3) Dr. Ir. Saloma, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- 4) Semua Dosen di Teknik Sipil Unsri telah banyak mengajarkan hal selama berkuliah di teknik sipil ini.
- 5) Semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini. karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan. Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberi manfaat dalam ilmu teknik sipil pada bidang material konstruksi dan lainnya.

Palembang, Maret 2022

Penulis,



Merizka Putri Kabila

PERSEMBAHAN DAN MOTTO

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mempersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

1. Ayah Aris Munandar dan Ibu Nopri Kurnia Dewi yang telah membantu dan mendukung, dan selalu mendoakan dalam pelaksanaan pembuatan proposal tugas akhir dan penyelesaian laporan ini.
3. Terima kasih kepada Dinda Mellinda, Arsyah Assabilla, dan Aurora Lutffeonetta sebagai Tim juga sahabat terbaik yang selalu memotivasi saya dalam pembuatan tugas akhir ini
4. Fidela Khoirunnisa, Prima Putri, dan Sella Rahmayanti yang menjadi sahabat sejak berkuliah di teknik sipil, dan memberikan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Serta terimakasih teman-teman kelas B Teknik Sipil Bukit yang selalu membuat saya terpacu untuk berinovasi dan menjadi mahasiswa yang kreatif.
6. Rekan - rekan seperjuangan Angkatan 2018 yang sangat luar biasa.
7. Terima kasih kepada orang terdekat yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan benar.

Motto : *“Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarlah tenang dan sabar.”*

– Umar bin Khattab

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
PERSEMBAHAN DAN MOTTO	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
RINGKASAN	xxiii
<i>SUMMARY</i>	xxiv
PERNYATAAN INTEGRITAS	xxv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xxvi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xxvii
RIWAYAT HIDUP.....	xxviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Metode Pengumpulan Data.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Paving Blok	6
2.1.1. Pengertian Paving Blok	6
2.1.2. Klasifikasi Paving Blok	7
2.1.3. Material Penyusun Paving Blok	8
2.1.4. Klasifikasi Pembuatan Paving Blok	13
2.1.5. Standar Mutu Paving Blok	14
2.1.6. Perawatan pada Paving blok.....	15
2.2. Macam Perawatan.....	16
2.3. Faktor yang Memengaruhi Mutu dan Kuat Tekan Paving Blok.....	18
2.4. Pengujian pada Paving Blok.....	23
2.5. Pengujian <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	24

2.6.	Hubungan Antara Komposisi Campuran Paving Blok Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Penyerapan.....	26
2.6.1.	<i>Mix Design</i> Paving Blok.....	26
2.7.	Penelitian Terdahulu	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1.	Studi Literatur.....	30
3.2.	Alur Penelitian.....	30
3.3.	Bahan Penyusun.....	32
3.4.	Peralatan	34
3.5.	Tahapan Penelitian dan Pengujian.....	39
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	Pengujian Agregat Halus	50
4.1.1.	Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus	50
4.1.2.	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	52
4.1.3.	Pengujian Berat Volume.....	53
4.1.4.	Pengujian Kadar Zat Organik	53
4.1.5.	Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus.....	54
4.1.6.	Pengujian Kadar Zat Organik	55
4.1.7.	Pengujian Kadar Zat Lumpur	55
4.2.	Pengujian <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	56
4.2.1.	Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)	57
4.2.2.	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	58
4.3.	Hasil Pengujian Eksperimental Paving Blok	59
4.3.1.	Hasil Pengujian Kuat Tekan	59
4.3.2.	Hasil Pengujian Penyerapan Air.....	62
4.4.	Analisis Pengaruh Durasi Perawatan terhadap Kuat Tekan Paving blok	64
4.4.1.	Nilai Kuat Tekan Akibat Persentase Substitusi Bahan Tambahan.....	64
4.4.2.	Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat Durasi Perawatan	76
4.4.3.	Nilai Kuat Tekan Akibat Variasi Umur Uji.....	93
4.5.	Analisis Pengaruh variasi persentase Bahan Tambahan terhadap Kuat Tekan Paving blok	106
4.5.1.	Nilai Kuat Tekan berdasarkan durasi perawatan	106
4.5.2.	Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat Persentase Substitusi Bahan Tambahan	118

4.5.3. Analisis Kuat Tekan Paving blok Berdasarkan Variasi Umur Uji ...	134
4.6. Pengaruh Penyerapan Air Pada Paving blok	147
4.6.1. Penyerapan Air pada Paving blok terhadap Variasi Substitusi Material Tambahan	147
4.6.2. Persentase perubahan kadar penyerapan air pada paving blok.....	157
4.6.3. Persentase Penyerapan Air pada Paving blok berdasarkan durasi perawatan	167
4.6.4. Persentase perubahan Penyerapan Air pada Paving blok akibat variasi perlakuan	171
4.7. Hubungan Antara Penyerapan dan Kuat Tekan.....	177
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	179
5.1. Kesimpulan	179
5.2. Saran	181
DAFTAR PUSTAKA	xxix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Macam-macam bentuk Paving blok.....	7
Gambar 2.2. Cara Kerja Metode Konvensional.....	14
Gambar 2.3. Prinsip Kerja Metode Mekanis.....	14
Gambar 2.4. Efek tingkat hidrasi perawatan terhadap kuat tekan beton.....	20
Gambar 2.5. Efek Perawatan suhu terhadap kuat tekan beton.....	21
Gambar 3.1. Alur Tahapan Penelitian.....	31
Gambar 3.2. a) Tampilan kantong semen PCC PT. Merah Putih.....	32
b) Tampilan Semen PCC PT. Merah Putih.....	32
Gambar 3.3. <i>Fly ash</i>	33
Gambar 3.4. <i>Bottom ash</i>	33
Gambar 3.5. Agregat halus.....	34
Gambar 3.6. Air bersih.....	34
Gambar 3.7. Mesin <i>press</i> hidrolik paving blok.....	35
Gambar 3.8. Papan kayu paving blok.....	35
Gambar 3.9. Cetakan paving blok dengan bahan dasar besi.....	36
Gambar 3.10. Alat Pemas.....	36
Gambar 3.11. Sekop.....	37
Gambar 3.12. Ember.....	37
Gambar 3.13. Thermometer.....	38
Gambar 3.14. Timbangan digital.....	38
Gambar 3.15. <i>Compression Testing Machine</i>	39
Gambar 3.16. Rumah perawatan beton.....	40
Gambar 3.17. Proses pencampuran material.....	46
Gambar 3.18. Saat dilakukan proses pengadukkan campuran material.....	46
Gambar 3.19. a) Gambar proses <i>press</i> hidrolik naik.....	47
b) Gambar ketika <i>press</i> hidrolik mencetak <i>paving</i>	47
Gambar 3.20. Contoh hasil produksi pembuatan paving blok.....	47
Gambar 3.21. Paving blok diberi perlakuan perawatan dengan disimpan di <i>curing room</i> (ruang perawatan).....	47

Gambar 4.1. Grafik Gradasi Analisa Saringan Agregat Halus.....	55
Gambar 4.2. Hasil Pengujian SEM.....	57
Gambar 4.3. Grafik keseluruhan variasi berdasarkan nilai kuat tekan paving blok umur 28 hari.....	61
Gambar 4.4. Grafik keseluruhan variasi berdasarkan nilai kuat tekan paving blok umur 28 hari.....	61
Gambar 4.5. Grafik keseluruhan variasi berdasarkan kadar penyerapan paving blok umur 28 hari.....	62
Gambar 4.6. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 7 hari.....	64
Gambar 4.7. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 28 hari.....	65
Gambar 4.8. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 56 hari.....	66
Gambar 4.9. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 7 hari.....	68
Gambar 4.10. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 28 hari.....	69
Gambar 4.11. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 56 hari.....	71
Gambar 4.12. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 7 hari.....	73
Gambar 4.13. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 28 hari.....	74
Gambar 4.14. Grafik nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 56 hari.....	76
Gambar 4.15. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	77

Gambar 4.16. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	79
Gambar 4.17. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	81
Gambar 4.18. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	83
Gambar 4.19. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	85
Gambar 4.20. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>bottom ash</i> pada umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	87
Gambar 4.21. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	89
Gambar 4.22. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	91
Gambar 4.23. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	92
Gambar 4.24. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok normal berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	94
Gambar 4.25. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 10% <i>fly ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	95
Gambar 4.26. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 20% <i>fly ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	96
Gambar 4.27. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 30% <i>fly ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	97

Gambar 4.28. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 10% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	99
Gambar 4.29. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 15% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	100
Gambar 4.30. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 20% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	101
Gambar 4.31. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 30 % <i>fly ash</i> :10% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	103
Gambar 4.32. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 30 % <i>fly ash</i> :15% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	104
Gambar 4.33. Grafik hasil uji kuat tekan paving blok substitusi 30 % <i>fly ash</i> :20% <i>bottom ash</i> berdasarkan perawatan dan umur kuat tekan yang berbeda.....	105
Gambar 4.34. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	107
Gambar 4.35. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	108
Gambar 4.36. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	109
Gambar 4.37. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	111
Gambar 4.38. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	112
Gambar 4.39. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	113
Gambar 4.40. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	115
Gambar 4.41. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	116

Gambar 4.42. Grafik pengaruh variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	118
Gambar 4.43. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> pada umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	119
Gambar 4.44. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> pada umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	121
Gambar 4.45. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> pada umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	122
Gambar 4.46. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>bottom ash</i> pada umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	125
Gambar 4.47. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>bottom ash</i> pada umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	126
Gambar 4.48. Grafik perubahan nilai kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>bottom ash</i> pada umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	128
Gambar 4.49. Grafik perubahan kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) umur uji 7 hari terhadap paving blok normal.....	130
Gambar 4.50. Grafik perubahan kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) umur uji 28 hari terhadap paving blok normal.....	132
Gambar 4.51. Grafik perubahan kuat tekan akibat variasi persentase substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) umur uji 56 hari terhadap paving blok normal.....	133
Gambar 4.52. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> tanpa perawatan.....	135

Gambar 4.53. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	136
Gambar 4.54. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	138
Gambar 4.55. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>bottom ash</i> tanpa perawatan.....	140
Gambar 4.56. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	141
Gambar 4.57. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	142
Gambar 4.58. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) tanpa perawatan.....	144
Gambar 4.59. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) dengan perawatan 1 hari.....	145
Gambar 4.60. Grafik nilai uji kuat tekan akibat umur uji pada paving blok substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) dengan perawatan 3 hari.....	147
Gambar 4.61. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> tanpa perlakuan perawatan.	148
Gambar 4.62. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 1 hari.	149
Gambar 4.63. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> tanpa perlakuan perawatan dengan perawatan 3 hari.....	150
Gambar 4.64. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> tanpa perlakuan perawatan.	151
Gambar 4.65. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 1 hari.	152
Gambar 4.66. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> tanpa perlakuan perawatan dengan perawatan 3 hari.....	153

Gambar 4.67. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) tanpa perlakuan perawatan.....	155
Gambar 4.68. Grafik persentase penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) dengan perawatan 1 hari.....	156
Gambar 4.69. Grafik persentase penyerapan <i>paving blok</i> normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) tanpa perlakuan perawatan dengan perawatan 3 hari	157
Gambar 4.70. Grafik persentase perubahan penyerapan antara <i>paving blok</i> normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> dengan tanpa perlakuan perawatan.....	158
Gambar 4.71. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	159
Gambar 4.72. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	160
Gambar 4.73. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> dengan tanpa perlakuan perawatan.....	161
Gambar 4.74. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	162
Gambar 4.75. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	163
Gambar 4.76. Grafik Persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi FABA tanpa perlakuan perawatan.....	164

Gambar 4.77. Grafik persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi FABA dengan perawatan 1 hari	165
Gambar 4.78. Persentase perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi FABA dengan perawatan 3 hari.....	166
Gambar 4.79. Grafik Persentase Penyerapan Air paving blok <i>normal</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	167
Gambar 4.80. Grafik Persentase Penyerapan Air paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	168
Gambar 4.81. Grafik Persentase Penyerapan Air paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	169
Gambar 4.82. Grafik persentase penyerapan air paving blok <i>variasi</i> substitusi FABA berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	170
Gambar 4.83. Persentase perubahan penyerapan air paving blok normal berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	172
Gambar 4.84. Persentase perubahan penyerapan air paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	173
Gambar 4.85. Persentase perubahan penyerapan air paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	175
Gambar 4.86. Persentase perubahan penyerapan air paving blok <i>variasi</i> substitusi FABA berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	176
Gambar 4.87. Grafik Hubungan Antara Penyerapan dan Kuat Tekan.....	177

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi utama semen <i>portland</i>	9
Tabel 2.2. Tipe semen dan tujuan pengaplikasian.....	9
Tabel 2.3. Persyaratan komposisi kimia <i>fly ash</i>	12
Tabel 2.4. Kekuatan fisik Paving blok.....	15
Tabel 2.5. <i>Mix design</i> pembuatan paving blok dari penelitian sebelumnya.....	27
Tabel 3.1. Rencana Komposisi Persentase campuran material <i>fly ash</i>	42
Tabel 3.2. Rencana Komposisi Persentase campuran material <i>bottom ash</i>	43
Tabel 3.3. Rencana Komposisi Persentase campuran material <i>FABA</i>	43
Tabel 3.4. Rencana Komposisi Persentase paving blok normal.....	44
Tabel 3.5. Tabel perbandingan komposisi material untuk penelitian.....	44
Tabel 3.6. Tabel rencana <i>Job Mix Design</i> untuk penelitian.....	45
Tabel 4.1. Tabel rekapitulasi hasil pengujian agregat halus.....	50
Tabel 4.2. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.....	51
Tabel 4.3. Tabel Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	52
Tabel 4.4. Tabel hasil pengujian berat volume.....	53
Tabel 4.5. Hasil Analisa saringan Agregat Halus Pasir Tanjung Raja.....	54
Tabel 4.6. Tabel Perhitungan persentase Kadar Lumpur.....	56
Tabel 4.7. Hasil Pengujian XRF <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>	58
Tabel 4.8. Rekapitulasi hasil kuat tekan paving blok.....	60
Tabel 4.9. Rekapitulasi hasil pengujian penyerapan air.....	63
Tabel 4.10. Nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 7 hari.....	65
Tabel 4.11. Nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 28 hari.....	66
Tabel 4.12. Nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> pada umur uji 56 hari.....	67
Tabel 4.13. Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 7 hari.....	68

Tabel 4.14. Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 28 hari.....	70
Tabel 4.15. Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 56 hari.....	71
Tabel 4.16. Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada Umur Uji 7 hari.....	72
Tabel 4.17. Nilai kuat tekan akibat durasi perawatan pada persentase substitusi bahan tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada umur uji 28 hari.....	73
Tabel 4.18. Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada Umur Uji 56 hari.....	75
Tabel 4.19. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>Fly Ash</i> pada Umur Uji 7 hari terhadap Paving blok Normal.....	76
Tabel 4.20. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>Fly Ash</i> pada Umur Uji 28 hari terhadap Paving blok Normal.....	78
Tabel 4.21. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>Fly Ash</i> pada Umur Uji 56 hari terhadap Paving Blok Normal.....	80
Tabel 4.22. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 7 hari terhadap Paving Blok Normal.....	82
Tabel 4.23. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 28 hari terhadap Paving Blok Normal.....	83
Tabel 4.24. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>bottom ash</i> pada Umur Uji 56 hari terhadap Paving Blok Normal.....	85

Tabel 4.25. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada Umur Uji 7 hari terhadap Paving Blok Normal.....	88
Tabel 4.26. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada Umur Uji 28 hari terhadap Paving Blok Normal.....	90
Tabel 4.27. Perubahan Nilai Kuat Tekan Akibat durasi perawatan pada Persentase Substitusi Bahan Tambahan <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) pada Umur Uji 56 hari terhadap Paving Blok Normal.....	92
Tabel 4.28. Nilai Kuat Tekan paving blok normal.....	94
Tabel 4.29. Nilai Kuat Tekan paving blok Susbtitusi 10%.....	95
Tabel 4.30. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 20% <i>Fly Ash</i>	96
Tabel 4.31. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 30% <i>Fly Ash</i>	97
Tabel 4.32. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 10% <i>bottom ash</i>	98
Tabel 4.33. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 15% <i>bottom ash</i>	99
Tabel 4.34. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 20% <i>bottom ash</i>	101
Tabel 4.35. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 30% <i>fly ash</i> dan 10% <i>bottom ash</i>	102
Tabel 4.36. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 30% <i>fly ash</i> dan 15% <i>bottom ash</i>	103
Tabel 4.37. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi 30% <i>fly ash</i> dan 20% <i>bottom ash</i>	104
Tabel 4.38. Nilai kuat tekan akibat variasi subsititusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	106
Tabel 4.39. Nilai kuat tekan akibat variasi subsititusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	107
Tabel 4.40. Nilai kuat tekan akibat variasi subsititusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	109
Tabel 4.41. Nilai kuat tekan akibat variasi subsititusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	110
Tabel 4.42. Nilai kuat tekan akibat variasi subsititusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	112

Tabel 4.43. Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	113
Tabel 4.44. Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	114
Tabel 4.45. Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	116
Tabel 4.46. Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	117
Tabel 4.47. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	119
Tabel 4.48. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	120
Tabel 4.49. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	122
Tabel 4.50. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	123
Tabel 4.51. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	126
Tabel 4.52. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	127
Tabel 4.53. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 7 hari.....	129
Tabel 4.54. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 28 hari.....	131
Tabel 4.55. Perubahan Nilai kuat tekan akibat variasi substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan pada umur uji 56 hari.....	132
Tabel 4.56. Nilai Kuat Tekan paving blok Susbtitusi fly ash dan paving blok normal tanpa perawatan.....	134
Tabel 4.57. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi Fly Ash dan paving blok normal dengan perawatan 1 hari.....	136
Tabel 4.58. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi Fly Ash dan paving blok normal dengan perawatan 3 hari.....	137

Tabel 4.59. Nilai Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>bottom ash</i> dan paving blok normal tanpa perawatan.....	139
Tabel 4.60. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>bottom ash</i> dan paving blok normal dengan perawatan 1 hari.....	140
Tabel 4.61. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>bottom ash</i> dan paving blok normal dengan perawatan 3 hari.....	142
Tabel 4.62. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> dan paving blok normal tanpa perawatan.....	143
Tabel 4.63. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> dan paving blok normal dengan perawatan 1 hari.....	145
Tabel 4.64. Nilai Uji Kuat Tekan Paving blok Susbtitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> dan paving blok normal dengan perawatan 3 hari.....	146
Tabel 4.65. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> tanpa perawatan.....	148
Tabel 4.66. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	149
Tabel 4.67. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	150
Tabel 4.68. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> tanpa perawatan.....	151
Tabel 4.69. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	152
Tabel 4.70. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	153
Tabel 4.71. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) tanpa perawatan.....	154
Tabel 4.72. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) dengan perawatan 1 hari.....	155
Tabel 4.73. Nilai penyerapan paving blok normal dan substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> (FABA) dengan perawatan 3 hari.....	156
Tabel 4.74. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> tanpa perawatan.....	157

Tabel 4.75. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> perawatan 1 hari.....	158
Tabel 4.76. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>fly ash</i> perawatan 3 hari.....	159
Tabel 4.77. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> tanpa perawatan.....	161
Tabel 4.78. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 1 hari.....	162
Tabel 4.79. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi <i>bottom ash</i> dengan perawatan 3 hari.....	163
Tabel 4.80. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi (<i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>) FABA tanpa perawatan.....	164
Tabel 4.81. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi (<i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>) FABA dengan perawatan 1 hari.....	165
Tabel 4.82. Perubahan penyerapan antara paving blok normal dan paving blok <i>variasi</i> substitusi (<i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i>) FABA dengan perawatan 3 hari.....	166
Tabel 4.83. Persentase penyerapan air paving blok substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	167
Tabel 4.84. Persentase penyerapan air paving blok substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	168
Tabel 4.85. Persentase penyerapan air paving blok substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	169
Tabel 4.86. Perubahan penyerapan air paving blok normal berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	170
Tabel 4.87. Persentase perubahan penyerapan air paving blok substitusi <i>fly ash</i> berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	171
Tabel 4.88. Persentase perubahan penyerapan air paving blok substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan variasi perlakuan yang berbeda.....	172

Tabel 4.89. Persentase perubahan penyerapan air paving blok substitusi <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	174
Tabel 4.90. Persentase perubahan penyerapan air paving blok substitusi <i>fly ash</i> dan <i>bottom ash</i> berdasarkan durasi perawatan yang berbeda.....	175

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil pengujian XRF material *fly ash*.....
2. Hasil pengujian XRF material *bottom ash*.....
3. Hasil pengujian SEM material *fly ash*.....
4. Hasil pengujian SEM material *bottom ash*.....
5. Hasil pengujian XRD material *fly ash*.....
6. Hasil pengujian XRD material *bottom ash*.....
7. Rekapitulasi Kuat Tekan.....
8. Rekapitulasi Penyerapan.....

RINGKASAN

PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, 8 Maret 2020

Merizka Putri Kabila; Dibimbing oleh Dr. Rosidawani, ST, MT. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPU.

Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

xxxii + 163 halaman, 113 gambar, 101 tabel, 6 lampiran

Paving blok adalah material konstruksi yang digunakan untuk lapisan atas struktur jalan pengganti aspal dan cor beton. Saat ini limbah batu bara seperti *fly ash* dan *bottom ash* dapat menjadi inovasi campuran *paving block* maupun beton. Pada penelitian ini membahas mengenai pengaruh waktu perawatan terhadap paving blok variasi substitusi *fly ash*, *bottom ash* terhadap nilai kuat tekan dan penyerapan air. Waktu perawatan terbatas selama 1 dan 3 hari. Adapun komposisi material tambahan adalah sebesar 10%, 20%, 30% *fly ash* terhadap semen, 10%, 15%, 20% *bottom ash* terhadap pasir, 30%:10%, 30%:15%, 30%:20% *fly ash* dan *bottom ash* terhadap semen dan pasir. Hasilnya, nilai kuat tekan seluruh variasi mengalami peningkatan dan kadar penyerapan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya durasi perawatan. Nilai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi substitusi 30% *fly ash* dengan durasi perawatan 3 hari yaitu sebesar 18,15 MPa pada umur 28 hari, sedangkan kuat tekan terendah terdapat pada variasi substitusi 30% *bottom ash* dengan tanpa perlakuan perawatan yaitu sebesar 8,14 MPa pada umur 28 hari. Apabila ditinjau dari segi penyerapan air, *paving block* substitusi 30% *fly ash* dengan perawatan 3 hari mempunyai persentase penyerapan air terendah sebesar 8,84%. Sedangkan nilai penyerapan tertinggi terdapat pada variasi substitusi 20% *bottom ash* dengan kadar penyerapan sebesar 16,08%.

Kata kunci : paving blok, *fly ash*, *bottom ash*, kuat tekan, penyerapan.

SUMMARY

THE EFFECT OF CURING DURATION ON THE PRODUCTION OF PAVING BLOCKS WITH THE USE OF ADDITIONAL MATERIALS OF FLY ASH AND BOTTOM ASH ON THE VALUE OF COMPRESSIVE STRENGTH

Scientific papers in the form of Final Projects, 8 of March 2022

Merizka Putri Kabila; *Guided by Advisor* Dr. Rosidawani, ST, MT. and Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPU.

xxxii + 163 pages, 113 images, 101 tables, 6 attachments.

Paving block is a construction material used for the top layer of the road structure to replace asphalt and cast concrete. Currently, coal waste such as fly ash and bottom ash can be an innovation for mixing paving blocks and concrete. This study discusses the effect of treatment time on paving blocks with variations in substitution of fly ash, bottom ash on compressive strength and water absorption values. Treatment time is limited to 1 and 3 days. The composition of additional materials is 10%, 20%, 30% fly ash to cement, 10, %15%, 20% bottom ash to sand, 30%:10%, 30%:15%, 30%;20% fly ash and bottom ash to cement and sand. As a result, the compressive strength of all variations increased and the absorption rate decreased with increasing duration of treatment. The highest compressive strength value is found in the substitution variation of 30% fly ash with a treatment duration of 3 days, which is 18.15 MPa at 28 days of age, while the lowest compressive strength is found in the substitution variation of 30% bottom ash with no treatment, which is 8.14 MPa. at the age of 28 days. When viewed in terms of water absorption, paving blocks with 30% fly ash substitution with 3 days of treatment had the lowest percentage of water absorption of 8.84%. While the highest absorption value is found in the substitution variation of 20% bottom ash with an absorption rate of 16.08%.

Key words : *paving block, fly ash, bottom ash, compressive strength, absorption.*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Merizka Putri Kabila

NIM : 03011381823092

Judul : PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

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, Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



Merizka Putri Kabila

NIM. 03011381823092

HALAMAN PERSETUJUAN

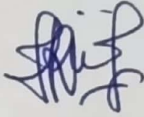
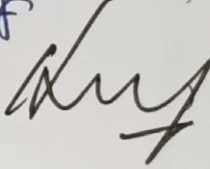
Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul "Pengaruh Waktu Perawatan Pada Pembuatan Paving Blok dengan Penggunaan Bahan Tambahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* terhadap Nilai Kuat Tekan" yang disusun oleh Merizka Putri Kabila telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Februari 2022.

Palembang, Maret 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

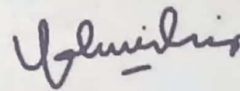
Ketua :

1. Dr. Rosidawani, ST, MT
NIP. 197605092000122001
2. Dr. Ir. Hanafiah, M.S. IPU.
NIP. 195603141985031002

()
()

Anggota :

3. Ir. H. Yakni Idris, M.Sc. MSCE.
NIP. 195812111987031002



Yakni Idris
I am approving this document
2022-03-11 19:09+07:00

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Ir. H. Joni Arliansyah, MT.
NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Dr. Ir. Saloma, ST, MT
NIP. 19761031 2002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Merizka Putri Kabila

NIM : 03011381823092

Judul : PENGARUH WAKTU PERAWATAN PADA PEMBUATAN PAVING BLOK DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN *FLY ASH* DAN *BOTTOM ASH* TERHADAP NILAI KUAT TEKAN

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan 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, Maret 2022

Yang bertandatangan dibawah ini,



Merizka Putri Kabila

NIM. 030118381823092

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Merizka Putri Kabila
Tempat Lahir : Jakarta
Tanggal Lahir : 4 Maret 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Gg. Bonsai, Sekip Bendung, Ilir Timur II, No. 120,
Palembang, Sumatera-Selatan.
Alamat Tetap : Desa Tanjung Payang, LK. II. Kabupaten Lahat,
Sumatera-Selatan
Nama Orang Tua : Aris Munandar (Ayah), Nopri Kurnia Dewi (Ibu)
Alamat Orang Tua : Desa Tanjung Payang, LK. II. Kabupaten Lahat,
Sumatera-Selatan
No. HP : 081273341220
Email : merizkaputrikabila@gmail.com

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN Grogol Selatan 03 Pagi, Jaksel	-	-	-	2005-2006
SDN 12 Lahat, Sumsel	-	-	-	2006-2011
SMPN 2 Lahat, Sumsel	-	-	-	2011-2014
SMAN 4 Lahat, Sumsel	-	IPA	-	2014-2017
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S-1	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Palembang, Maret 2022

Yang bertandatangan dibawah ini,



Merizka Putri Kabila

NIM. 03011381823092

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berkembangnya ilmu dan teknologi berdampak pada peningkatan di segala aspek, termasuk kemajuan dibidang konstruksi. Salah satunya adalah material beton yang dipakai secara luas di bidang konstruksi semakin mengalami perkembangan dari segi mutu, kuat tekan, kualitas, bentuk serta campuran beton. Seiring dengan kemajuan zaman, maka mortar beton dapat dicetak dengan bentuk sesuai keinginan perencana, dengan bentuk bervariasi serta diproduksi dengan ukuran tertentu, beton tersebut biasa disebut dengan istilah paving blok.

Paving blok adalah jenis material konstruksi yang digunakan untuk lapisan atas struktur jalan pengganti aspal dan cor beton. Saat ini, masyarakat lebih banyak menggunakan paving blok untuk halaman rumah karena dengan penggunaan paving blok pada air tergenang lebih mudah meresap dan mengalir ke dalam tanah dibandingkan dengan aspal atau cor semen, selain itu paving blok lebih mudah dalam pemasangannya dan memiliki nilai estetika yang lebih tinggi karena bentuk paving blok yang disusun sedemikian rupa.

Menurut Hermawan, Oky H. (2018) Paving blok memiliki sifat yang dipengaruhi oleh 4 faktor penting yaitu: Bahan penyusun, proses pengerjaan, proses perawatan, umur material. Agar menghasilkan kuat tekan yang diinginkan, 4 faktor tersebut harus diperhatikan, salah satunya proses perawatan (*curing*) beton.

Perawatan paving blok bertujuan agar paving blok tetap terjaga, tidak terlalu cepat kehilangan air dan kelembaban tetap terjaga saat masih terjadi reaksi hidrasi (Romadhoni, N., 2016). Menurut Solikin (2016) Perawatan yang baik harus dilakukan pada saat umur muda karena apabila terjadi penguapan air yang tinggi diumur awal, dapat menjadi penyebab penyusutan yang terlalu tinggi pada paving blok, dan hal ini menimbulkan (*crack*) keretakan pada saat beton mengering, dan kualitas kuat tekan dari beton tersebut menurun. Oleh karena itu, diperlukan perhatian lebih terhadap perawatan beton, jenis perawatan, metode perawatan maupun waktu perawatan.

Hal lain yang harus diperhatikan dalam pembuatan material yang berbahan dasar semen seperti paving blok ini adalah komposisi bahan. Semen sebagai bahan pengikat dan bahan penguat paving blok menjadi penentu utama kekuatan paving blok. Penggunaan sejumlah semen yang makin meningkat, tentu akan meningkatkan kekuatan tekan paving blok. Namun demikian, berdasarkan tinjauan harga, maka semakin banyak penggunaan semen, maka harga paving blok kurang mampu bersaing di pasaran. Oleh karena itu dibutuhkan bahan pengganti semen sebagai solusinya.

Seperti halnya pada beton, penggunaan limbah *fly ash* pada paving blok dengan jumlah tertentu terbukti mampu meningkatkan kekuatannya (Haryanto, dkk., 2008). Dengan kondisi bahwa deposit *fly ash* (FA) dan *bottom ash* (BA) sebagai limbah sangat melimpah, akan sangat bermanfaat bila limbah ini bisa membantu industri rumah tangga pada dunia konstruksi seperti paving blok ini. Pemanfaatan bahan FA dan BA ini, selain mengoptimalkan jumlah keberadaan FA dan BA di lapangan, juga bisa diharapkan untuk menggantikan secara parsial dari bahan utama paving blok dan memberikan kontribusi positif terhadap karakteristik fisik dan mekanik paving blok.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa proses pembuatan paving blok tidak mendapatkan perawatan dengan durasi yang semestinya dan biasanya produk yang didistribusikan di masyarakat menggunakan campuran bahan yang dipelajari secara otodidak dari satu produsen ke produsen lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pada material dan komposisi yang biasa digunakan oleh produsen, namun menggunakan bahan tambahan FABA dan perawatan dengan metode yang sederhana.

Sebagaimana persyaratan perawatan yang direkomendasikan pada beton, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi perawatan pada paving blok. Waktu perawatan yang cukup singkat untuk perawatan digunakan untuk penyesuaian efektifitas waktu produksi paving blok agar produksi yang cepat juga dapat diakomodir. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan pada paving blok dengan skala lapangan (produsen pembuat paving blok), agar hasilnya dapat dibandingkan dengan hasil produksi yang biasa dibuat produsen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang tersebut, dapat dinyatakan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah tentang bagaimana pengaruh variasi lamanya durasi perawatan (*curing*) terhadap kuat tekan, daya serap, mutu dan kualitas paving blok normal dan paving blok beton campuran *fly ash* dan *bottom ash*, mengetahui persentase optimal campuran *fly ash* dan *bottom ash* pada paving blok.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui durasi optimal yang sebaiknya digunakan untuk perawatan (*curing*) paving blok.
2. Untuk mengetahui pengaruh perawatan (*curing*) terhadap kuat tekan, daya serap air, kualitas dan mutu antara paving blok normal dengan paving blok campuran *fly ash*, *bottom ash*, dan campuran keduanya (FABA) dengan perlakuan durasi (perawatan) *curing* yang berbeda.
3. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan persentase penambahan *fly ash* dan *bottom ash* terhadap kuat tekan, penyerapan air, mutu paving blok.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian mengenai pengaruh waktu perawatan pada pembuatan paving blok dengan penggunaan bahan tambahan *fly ash* dan *bottom ash* terhadap nilai kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. *Fly ash* yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari limbah yang bersumber dari hasil sisa pembakaran di PT. Bukit Asam.
2. *Bottom ash* yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari limbah yang bersumber dari hasil sisa pembakaran di PT. Pupuk Sriwidjaja.
3. *Fly ash* digunakan sebagai bahan tambah pengurangan (substitusi) penggunaan terhadap berat dan *bottom ash* sebagai substitusi penggunaan terhadap agregat halus dengan masing-masing variasi perbandingan paving blok *fly ash* dengan persentase 20%, 30%, 40%, paving blok *bottom ash* dengan persentase 10%, 15%, 20% dan paving blok dengan campuran limbah

fly ash dan *bottom ash* dengan persentase (30% *fly ash* : 10% *bottom ash*), (30% *fly ash* : 15% *bottom ash*), (30% *fly ash* : 20% *bottom ash*).

4. Semen yang digunakan merupakan semen PCC tipe I yang berasal dari PT. Merah Putih.
5. Pasir yang dipakai pada penelitian merupakan pasir yang bersumber dari PT. Tanjung Raja.
6. Pengujian dilakukan pada benda uji segi enam dengan ukuran 9x9x6 cm
7. Terdapat benda uji yang diberi perlakuan perawatan dan tanpa perawatan, untuk benda uji dengan perawatan dimasukkan ke dalam rumah perawatan beton ukuran 2x2x2 selama 1 dan 3 hari.
9. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian penyerapan air pada paving blok, pengujian kuat tekan paving blok, dan uji XRD (*X-ray diffraction*), XRF (*X-ray fluorescence*) dan SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada material *fly ash* dan *bottom ash*, serta dilakukan pengujian agregat halus yang meliputi pengujian kadar organik, kadar lumpur, berat jenis, berat volume, kadar air, dan *specific gravity* untuk agregat halus.
10. Dalam penelitian ini, tidak dilakukan pengujian kuat aus. Pengujian hanya dilakukan terbatas pada pengujian kuat tekan dan pengujian penyerapan.
11. Pengujian kuat tekan paving blok dikerjakan saat benda uji berumur 7, 28, 56 hari, sedangkan penyerapan paving blok dilakukan saat berumur 28 hari, Pengujian benda uji mengacu pada SNI 1974:2011 dan SNI 03-0691-1996.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan informasi pada penelitian ini diperlukan data yang diperoleh dengan menggunakan dua jenis metode, yaitu:

1. Data primer

Data primer merupakan informasi hasil perolehan dari penelitian dan pengamatan secara langsung di laboratorium atau tempat produksi, serta data yang diperoleh saat penelitian sehingga dijadikan sebagai data primer.

2. Data sekunder

Data sekunder ialah data hasil penelitian yang telah ada sebelumnya. Data sekunder pada eksperimen ini ialah studi pustaka atau literatur yang digunakan sebagai rujukan yang terkait dengan ulasan yang akan dikaji.

1.6. Sistematika Penulisan

Susunan penulisan pada laporan tugas akhir mengenai Pengaruh Waktu Perawatan pada Pembuatan paving blok dengan Penggunaan Bahan Tambahan *Fly Ash* dan *Bottom Ash* terhadap Nilai Kuat Tekan dibagi menjadi 5 bagian.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada Bab 1 menguraikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penelitian paving blok dengan substitusi *fly ash* dan *bottom ash* serta pengaruh perawatan terhadap kuat tekannya.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 mengulas kajian referensi yang menunjukkan teori dari pustaka dan literatur yang berkaitan dengan penjelasan mengenai paving blok, material dasar paving blok dan zat tambahannya (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*), faktor yang mempengaruhi mutu, kualitas dan kuat tekan paving blok, penjelasan mengenai perawatan pada paving blok dan jenis perawatannya, dan teori mengenai penjelasan jenis pengujian material.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab 3 diulas mengenai detail bahan-bahan yang digunakan dan peralatan yang dipakai, implementasi penelitian yang terdiri dari persiapan alat dan bahan yang akan digunakan, pengujian fisik material, proses pembuatan benda uji, dan langkah pengujian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab 4 mengulas tentang pengolahan data dan pembahasan dari pengolahan data yang berupa hasil penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Bab 5 mengulas kesimpulan yang didapat dari penelitian dan observasi (pengamatan) terkait serta saran untuk perbaikan penelitian kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Nafitri, Yogyakarta.
- Raina, V.K., 1993, *Concrete for Construction, Facts and Practice*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
- Irawan, Rulli R. 2013., Semen Portland di Indonesia untuk aplikasi beton kinerja tinggi. Bandung., Badan penelitian dan pengembangan kementerian pekerjaan umum. [www. Pusjatan.pu.go.id](http://www.Pusjatan.pu.go.id)
- Azib, Refal Krisna. 2021, *Pengaruh Bahan Campuran Fly Ash- Bottom Ash Sebagai Pencegah Pembentukan Air Asam Tambang Menggunakan Metode Free Draining Column Leach Test (Fdcl) Dengan Modifikasi Oksigen*. Skripsi Thesis, Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Kim, H. K. (2015). *Utilization of sieved and ground coal bottom ash powders as a coarse binder in high strength mortar to improve workability Construction and Building Materials*, 91, 57–64.
<http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.017>
- 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), 1115–1122.
<http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.065>
- SNI 03-0691. (1996). Bata Beton (Paving blok). Jakarta: Badan (Standardisasi Nasional).
- Astanto, T. B., 2001, "Konstruksi Beton Bertulang" Yogyakarta : Kanisius.
- Hermawan, Oky H. (2018). Pengaruh Perawatan Terdapat Kuat Tekan Beton. Tegal : Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal.
- SNI T – 04 – 1990 – F, Tata Cara Pemasangan Blok beton Terkunci untuk Permukaan Jalan, DPU, 1990.
- ASTM, 2007, *C 150-07 Standard Specification for Portland Cement*, ASTM International, West Conshohochen, PA.
- ASTM C39 / C39M - 05, *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International, West Conshohochen, PA.

- ASTM C618-05, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2005, www.astm.org
- Antoni dan Paul Nugraha. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Departemen Pekerjaan Umum. 2002. Spesifikasi Agregat Ringan untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding. SNI 03-6821-2002. Bandung.
- Hidayat, S.Y. (1986). Penelitian Pendahuluan Pemanfaatan Abu Terbang (*Fly Ash*) untuk Campuran Beton di Indonesia. Jakarta: Jurnal Litbang Vol. III No. 4-5 April dan Mei 1986.
- Nugraha, P. & Antoni (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. C.V. ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Singh, M., & Siddique, R. (2015). *Effect of Coal Bottom Ash as Partial Replacement of Sand on Workability and Strength Properties of Concrete*. *Journal of Cleaner Production*, 1–11. Doi:10.1016/j.jclepro.2015.08.001
- Singh, M., & Siddique, R. (2015). *Properties of Concrete Containing High Volumes of Coal Bottom Ash as Fine Aggregate*. *Journal of Cleaner Production*, 91, 269–278. doi:10.1016/j.jclepro.2014.12.026
- Tjokrodinuljo, Kardiyono., 1995, *Teknologi Beton*, Jurusan ilmu-ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- ACI Committee 308. 1981. *Standard practice for curing concrete (ACI 308-81)*. Detroit, Mich. : American Concrete Institute,
- Mindess & Young, J.F. (1981). *Concrete*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Yahya, Tengku Tanton, dkk.2017. Pengaruh Kombinasi *Fly Ash* Dan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Substitusi Pada Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanis. Skripsi. Universitas Riau.
- Carrier, R.E. (1978). *Curing materials*. In *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials*: ASTM STP-169B (pp. 774-786). Philadelphia, Pennsylvania: American Society for Testing and Materials.

- Marthinus, Adrian Philip., Sumajouw, Marthin D.J., & Windah, Reky S. 2015. “Pengaruh Penambahan Abu Terbang (*Fly Ash*) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton”. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.3, No.11.
- Luher, A.Ola dan Silaban, Doly Prima. 2018. “*Lightweight Concrete Brick Composite From Fly Ash and Bottom Ash Coal Waste Vegetable Oil Company*”. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, Vol.12, No.1
- Viklund, A., 2008, Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF, XRD, dan SEM-EDS, *Jurnal Sains*, ITB, Bandung.
- Anggia, Suprpto., 2016, Pemurnian Silika pada Abu Layang dari Pembangkit Listrik di Paiton (PT YTL) dengan Pelarutan Asam Klorida dan Aqua regia. *Jurnal Sains*, ITS, Surabaya.
- Xie, Tianyu, dan Ozbakkaloglu, Togay. 2015. *Behavior of low-calcium fly and bottom ash-based geopolymer concrete cured at ambient temperature, Ceramics International* 41.5945-5958.
- Rochaeti, dkk., 2014. Pengaruh Panas Hidrasi Beton dengan Semen Type II Terhadap Ketebalan Elemen Beton *Jurnal Sains, Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung*, Bandung.
- Endah Safitri, Djumari, 2009. Kajian Teknis dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Batu Bara (*Fly Ash*) pada Produksi Paving blok. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNS, Semarang.
- Risdianto Yogie, Laila, 2018 Pengaruh Penggunaan *Bottom Ash* sebagai Substitusi Sebagian Pasir pada Paving blok. *Jurnal ilmiah teknik sipil*. Fakultas Teknik, UNESA, Surabaya.
- Tengku Tanton Yahya, dkk (2017). Pengaruh Kombinasi *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Sebagai Bahan Substitusi Pada Campuran Beton Terhadap Sifat Mekanis. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.
- Karolina, Syahrizal dkk (2018). Optimalisasi substitusi *fly ash* dan *bottom ash* terhadap pembuatan paving blok menurut SNI 03-0691-1996”. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Sumatera Utara.
- Naya, dkk (2011). Pemanfaatan abu terbang (*fly ash*) pada beton non pasir ditinjau dari kuat tekan dan permeabilitas beton untuk *green pedestrian road*

- (implementasi sebagai bahan pembelajaran mata kuliah teknologi beton) pendidikan teknik bangunan, Universitas Sebelas Maret.
- Jalali, N. A., (2017), Pemanfaatan Abu Sabut Kelapa Sawit dan Pengaruhnya terhadap Karakteristik Batako, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 14, No. 1.
- Sebayang, dkk (2011). Perbandingan Mutu Paving Blok Produksi Manual Dengan Produksi Masinal. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Togubu, dkk (2019). Klas Mutu Paving Blok yang Menggunakan *Bottom Ash* Limbah Batu Bara Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Pasir. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 2. No.2, Fakultas Teknik. Universitas Khairun. Gambesi, Kota Ternate, Indonesia.
- Wibowo. (2017). Perbandingan kuat tekan dan serapan air paving blok *hydraulic* dengan variasi bahan tambah *fly ash*. Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Romadhoni, Nurnaim. (2016). Analisis variasi metode perawatan pada *high volume fly ash Concrete* mutu tinggi terhadap sifat mekanisnya. Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Solikin, M. dan Susilo. (2016). Pengaruh pemakaian abu sekam padi sebagai cementitious terhadap perkembangan kuat tekan beton. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Haryanto, dkk. (2008). Abu terbang (*fly ash*) sebagai bahan tambah untuk Meningkatkan kuat tekan bata beton (*paving block*). Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.
- Jedidi, ilyes. (2009). *New ceramic microfiltration membranes from mineral coal fly ash*. *Arabian Journal of Chemistry*. Volume 2, Issue 1, July 2009, Pages 31-39