

**PEMANFAATAN LIMBAH BATU BARA (*BOTTOM ASH*)
SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS
PADA CAMPURAN BETON FC' 20 MPA TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**



LAPORAN AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar program Diploma III
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh

**EMILIA FATRIANI
MEGA APRILIA HADI**

**062230100031
062230100035**

**PROGRAM STUDI D–III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Emilia Fatriani
062230100031
Mega Aprilia Hadi
062230100035
Program Studi : D-III Teknik Sipil
Judul : Pemanfaatan Limbah batu bara (*bottom ash*) Sebagai Substitusi
Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton Fc' 20 Mpa Terhadap
Kuat Tekan Beton.

Menyatakan bahwa sesungguhnya Laporan Akhir ini adalah benar – benar merupakan hasil karya penulis sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila terdapat kesalahan, kekeliruan, dan ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Akhir ini, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini penulis buat dengan sebenar – benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Juli 2025


Emilia Fatriani
062230100031




Mega Aprilia Hadi
062230100035

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Akhir Berjudul:

**PEMANFAATAN LIMBAH BATU BARA (*BOTTOM ASH*)
SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS
PADA CAMPURAN BETON FC' 20 MPA TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**

Disusun oleh:

EMILIA FATRIANI

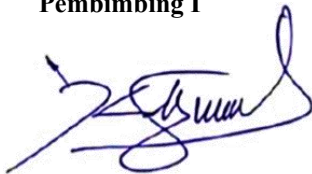
062230100031

MEGA APRILIA HADI

062230100035

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dipertahankan dalam
Sidang Ujian Laporan Akhir

Pembimbing I



Dr. Ir. Ika Sulianti, S.T., M.T.
NIP. 198107092006042001

Pembimbing II



Ir. Anna Elvaria, S.T., M.T.
NIP. 199106292022032008

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya**



Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.
NIP. 196905142003121002

**Menyetujui,
Koordinator Program Studi Diploma
III Jurusan Teknik Sipil**



Dr. Ir. Indrayani, S.T., M.T.
NIP. 197402101997022001

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Akhir Berjudul:

**PEMANFAATAN LIMBAH BATU BARA (*BOTTOM ASH*)
SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS
PADA CAMPURAN BETON FC' 20 MPA TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**

Disusun oleh:

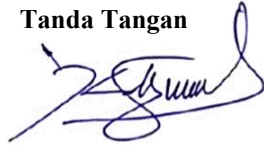
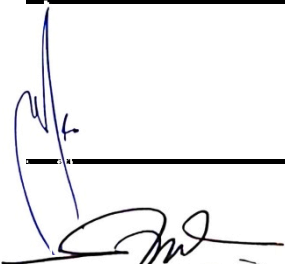
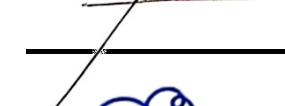
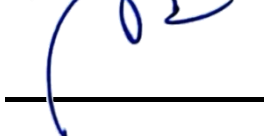
EMILIA FATRIANI

062230100031

MEGA APRILIA HADI

062230100035

Telah dipertahankan dalam **Sidang Ujian Laporan Akhir** di depan Tim Penguji
Pada hari kamis tanggal 17 Juli 2025

	Nama Penguji	Tanda Tangan
Penguji 1	<u>Dr. Ir. Ika Sulianti, S.T., M.T.</u> NIP. 198107092006042001	
Penguji 2	<u>Andi Herius, S.T., M.T.</u> NIP. 197609072001121002	
Penguji 3	<u>Ir. M. Sang Gumilar Panca Putra, S.ST., M.T.</u> NIP. 198905172019031011	
Penguji 4	<u>Nadra Mutiara Sari, S.Pd., M.Eng.</u> NIP. 198506162020122014	

Penguji 5 **Wardatul Jamilah, S.T., M.T.**
NIP. 199105222022032009



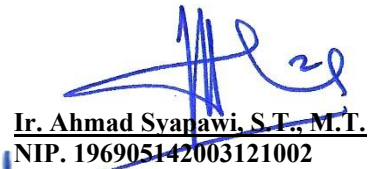
Penguji 6 **Ir. Efrilia Rahmadona, S.ST., M.T.**
NIP. 198904122019032019



Penguji 7 **Dimitri Yulianti, S.T., M.T.**
NIP. 198907032022032004



Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya



Ir. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.
NIP. 196905142003121002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Setiap pikiran adalah potensi, setiap belajar adalah perjalanan"

Laporan ini kupersembahkan kepada orang – orang yang saya kasihi dan saya cintai dengan tulus, yaitu kepada orang tuaku tersayang dengan penuh cinta, rasa syukur, dan penghargaan yang tak terhingga kepada kedua orang tua saya tercinta. Kepada Ayahku (Alm) Hairul Saleh dan Ibuku Tutinaya, terima kasih atas segala doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tak bersyarat, serta segala bentuk pengorbanan yang tidak akan pernah mampu saya balas. Kepada saudara saudariku tercinta, dan tidak lupa juga keponakan – keponakan tersayang yang selalu menjadi bagian tak terpisahkan dari perjalanan hidup saya. Setiap baris dalam laporan ini membawa harapan agar kelak saya dapat membanggakan kalian. Kalian adalah bagian dari cerita perjuangan ini, yang hadir dalam setiap langkah dan doa.

Kepada dosen pembimbing Laporan Akhir yang sangat saya hormati. Terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Ika Sulianti, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Anna Elvaria, S.T., M.T. yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dengan penuh kesabaran selama proses pembuatan Laporan Akhir ini. Tidak lupa juga saya ucapkan terimakasih kepada seluruh Dosen pengajar dan staf jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmunya dan telah membantu kami dalam melakukan penelitian ini.

Kepada Seseorang lelaki istimewa yang telah kebersamai saya dari awal perkuliahan, terimakasih telah menjadi penyemangat, tempat berkeluh kesah, menjadi pendengar yang baik, dan selalu ada dalam suka duka proses ini. Kepada sahabatku yang telah menjadi rekan seperjuangan sampai pada titik ini. Terima kasih tak terhingga atas kebersamaan, dukungan, dan pelukan yang kalian berikan sepanjang perjalanan panjang ini.

Kepada rekan Laporan Akhir saya Mega Aprilia Hadi. Terimakasih telah bekerjasama dari Kerja Praktik, proses penelitian dan penyusunan Laporan Akhir ini. Kepada orang – orang yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu dalam membantu penyusunan Laporan Akhir ini dan kepada teman – teman kelas 6 SC.

Saya ucapkan terimakasih banyak atas bantuan yang kalian berikan dan setiap kebersamaan yang telah dilewati. Semoga kita semua dipertemukan kembali saat telah berhasil menggapai cita – cita kita.

Kepada diriku sendiri terimakasih karena telah bertahan, berusaha dengan sepenuh hati, dan tetap bertanggung jawab dalam setiap proses yang dijalani. sehingga berhasil menyelesaikan dengan baik apa yang sudah dimulai. Terima kasih karena tidak menyerah meskipun dihadapkan pada berbagai rintangan dan rasa lelah.

-Emilia Fatriani-

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Bismillah Kun Fayakun”

Saya persembahkan sidang akhir ini kepada Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu menghadapkan diri dalam setiap sujud, membuka jalan dengan doa, dan menumbuhkan kepercayaan diri saya tatkala hati mulai goyah. Kasih sayang dan kesabaran mereka menjadi pelita yang menuntun saya melewati gelapnya malam tanpa henti dan rasa sakit yang ayah kasih disaat saya sedang mengerjakan proposal samapai dengan laporan akhir

Kepada dosen pembimbing dan seluruh pengajar di Jurusan, saya ucapkan terima kasih secara mendalam. Bapak/Ibu tidak hanya membagikan ilmu, tetapi juga membimbing dengan kritik membangun, menyemangati saat ragu, dan menuntun hingga laporan ini berada pada bentuk terbaiknya. Tanpa arahan dari Ibu Dr. Ika Sulianti, S.T., M.T. dan Ibu Ir. Anna Elvaria, S.T., M.T., tulisan ini takkan mungkin terealisasi sebagaimana sekarang .

Kemudian saya ucapkan terimakasih, kepada rekan saya Emilia Fatriani atas semua kerja keras dan kebersamaan yang telah dilewati beberapa bulan terakhir. Terima kasih juga kepada teman-teman (Arif, Syafiq, Ariel, Farizki, Hakim, Rifat, Roby, Riska, Abi, Fhier, dan Nabil) atas pertolongan yang luar biasa. Saling mendorong saat stres meningkat, hingga tertawa bersama saat lelah melanda — kebersamaan kita memberikan warna kuat dalam proses penelitian ini dan menjadi kekuatan mental yang tak ternilai

Dan untuk diri saya sendiri, lulus dalam sidang ini adalah bukti bahwa ketekunan, keberanian menghadapi ketidaktahuan, dan kemampuan untuk belajar dari proses adalah hal yang patut dirayakan. Saya persembahkan momen pencapaian ini sebagai penghargaan atas dedikasi diri sendiri-sebuah simbol penghormatan atas kegelisahan saat bab sulit, dan keputusan berani untuk terus maju meski terkadang ragu. Paragraf ini bukan sekadar formalitas, tetapi menjadi refleksi pribadi tentang perjalanan penuh pelajaran dan pertumbuhan, dari ketidaktahuan menuju pemahaman, dari kegagalan menuju keyakinan, dari

keraguan menuju keberanian. Sebagaimana diungkapkan dalam contoh persembahan diri sendiri, tulisan ini menjadi cermin dari proses belajar yang panjang, dan menjadi tonggak penghargaan terhadap usaha serta komitmen pribadi yang telah terbukti berhasil. Dan terimakasih untuk diri sendiri karena sudah bertahan atas semua masalah yang terjadi di dalam proses penyusunan laporan ini.

-Mega Aprilia Hadi-

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunia – Nya lah penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan judul **“Pemanfaatan Limbah Batu Bara (*Bottom ash*) Sebagai Substitusi Sebagian Agregat Halus Pada Campuran Beton Fc' 20 Mpa Terhadap Kuat Tekan Beton”**.

Laporan Akhir ini diajukan dengan tujuan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan Laporan Akhir ini, tanpa adanya bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Laporan ini tidak akan dapat diselesaikan.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ahmad Syapawi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Andi Herius, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Ika Sulianti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I Laporan Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Ibu Ir. Anna Elvaria, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
6. Kedua Orang tua beserta keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan kepada kami.
7. Seluruh Dosen dan Staf Pegawai pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Teman – teman seperjuangan selama proses pengerjaan Proposal Laporan Akhir dan teman – teman dari kelas 6 SC yang telah memberikan dukungannya.
9. Serta semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan Proposal Laporan Akhir yang namanya tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Harapan Penulis semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH BATU BARA (*BOTTOM ASH*) SEBAGAI SUBSTITUSI SEBAGIAN AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN BETON FC' 20 MPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Emilia Fatriani, Mega Aprilia Hadi

Program Studi D-III, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

Beton adalah material konstruksi yang banyak digunakan dalam berbagai proyek infrastruktur karena sifat mekaniknya yang sangat baik, terutama dalam hal kekuatan tekan. Namun, tingginya produksi beton berimplikasi pada penipisan sumber daya alam serta peningkatan emisi karbon akibat penggunaan semen sebagai bahan pengikat utamanya. Untuk meningkatkan keberlanjutan penggunaan beton, salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan memanfaatkan limbah industri, seperti *bottom ash* yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. *Bottom ash* ini memiliki potensi untuk menggantikan sebagian agregat halus atau semen dalam campuran beton, sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan nilai guna limbah industri tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *bottom ash* terhadap kekuatan tekan beton. Metode yang digunakan meliputi pengujian kekuatan tekan pada berbagai campuran beton dengan kadar *bottom ash* yang bervariasi, yakni 0%, 15%, 17,5%, 20%, 22,5%, dan 25% sebagai substitusi sebagian agregat halus. Beton dengan kuat tekan 20 MPa atau Fc' 20 digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian, pemanfaatan *bottom ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus terbukti dapat memengaruhi nilai kuat tekan beton dibandingkan dengan beton tanpa campuran tersebut. Beton normal menunjukkan kekuatan tekan sebesar 20,84 MPa. Ketika *bottom ash* digunakan sebanyak 15%, nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 18,20 MPa, hal ini dikarenakan pengaruh campuran *bottom ash* yang belum optimal pada persentase tersebut. Pada variasi 17,5% mulai terlihat pengaruh campuran *bottom ash*, sehingga hasil kuat tekan mencapai 20,18 MPa. Pada variasi 20% memberikan hasil tertinggi, yaitu 24,05 MPa. Sementara itu, terjadi penurunan kuat tekan pada penggunaan *bottom ash* 22,5% yang menghasilkan kuat tekan sebesar 18,96 MPa, Namun, pada penggunaan 25% *bottom ash*, kekuatannya kembali menurun menjadi 18,11 MPa, dibandingkan dengan beton normal. Dari seluruh variasi, persentase 20% *bottom ash* memberikan hasil paling optimal dalam memengaruhi kuat tekan beton, sedangkan penggunaan melebihi 20% menunjukkan performa penurunan.

Kata Kunci: Beton, Limbah batu bara (*bottom ash*), kuat tekan beton.

ABSTRACT

UTILIZATION OF WASTE COAL BOTTOM ASH AS PARTIAL SUBSTITUTION OF FINE AGGREGATE IN CONCRETE MIX OF FC' 20 MPa ON COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

Emilia Fatriani, Mega Aprilia Hadi

Diploma Degree, Civil Engineering Department, Sriwijaya State Polytechnic

Concrete is a construction material that is widely used in various infrastructure projects due to its excellent mechanical properties, especially in terms of compressive strength. However, the high production of concrete has implications for the depletion of natural resources and increased carbon emissions due to the use of cement as its main binding material. To improve the sustainability of concrete use, one step that can be taken is to utilize industrial waste, such as bottom ash produced from coal combustion. This bottom ash has the potential to replace some of the fine aggregate or cement in the concrete mixture, thereby reducing the environmental impact and increasing the utility value of the industrial waste. This study aims to analyze the effect of bottom ash use on the compressive strength of concrete. The methods used include testing the compressive strength of various concrete mixtures with varying bottom ash content, namely 0%, 15%, 17.5%, 20%, 22.5%, and 25% as a partial substitute for fine aggregate. Concrete with a compressive strength of 20 MPa or $F_c' 20$ is used as a comparison in this study. Based on the results of the study, the use of bottom ash as a partial substitute for fine aggregate has been shown to affect the compressive strength value of concrete compared to concrete without the mixture. Normal concrete shows a compressive strength of 20.84 MPa. When bottom ash is used as much as 15%, the resulting compressive strength value is 18.20 MPa, this is due to the influence of the bottom ash mixture which is not optimal at that percentage. At a variation of 17.5%, the influence of the bottom ash mixture begins to be seen, so that the compressive strength results reach 20.18 MPa. At a variation of 20%, the highest results are 24.05 MPa. Meanwhile, there is a decrease in compressive strength when using 22.5% bottom ash which produces a compressive strength of 18.96 MPa. However, when using 25% bottom ash, the strength decreases again to 18.11 MPa, compared to normal concrete. Of all the variations, the percentage of 20% bottom ash gives the most optimal results in influencing the compressive strength of concrete, while use exceeding 20% shows a decrease in performance.

Keywords: *Concrete, coal bottom ash, concrete compressive strength.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Kajian Studi Terdahulu	6
2.2 Definisi Beton	10
2.3 Keuntungan dan Kerugian Beton	12
2.3.1 Keuntungan Beton	12
2.3.2 Kerugian Beton	12
2.4 Klasifikasi Beton	13
2.5 Kuat Tekan Beton (f_c')	16
2.6 Material Penyusun Beton	17
2.6.1 Semen	18
2.6.2 Air	20
2.6.3 Agregat	21
2.6.4 <i>Bottom Ash</i>	23
2.7 <i>Mix Design</i> Beton	26
2.8 <i>Slump Test</i>	28
2.9 Kuat Tekan Beton	30
2.10 Faktor Air Semen	31
2.11 Perawatan Beton	32
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 34
3.1 Lokasi Penelitian	34
3.2 Jenis Penelitian	34
3.3 Teknik Pengumpulan Data	35

3.4	Diagram Alir Penelitian	35
3.5	Tahapan Penelitian	38
3.5.1	Tahap Persiapan	38
3.5.2	Tahap Pengujian Material	38
3.5.3	Tahap Pembuatan Benda Uji	39
3.5.4	Tahap Pengujian Benda Uji	39
3.5.5	Analisa Hasil Uji	39
3.6	Persiapan Alat dan Material	39
3.7	Prosedur Pengujian Material	43
3.7.1	Pengujian Agregat	43
3.7.2	Pengujian Semen	57
3.8	Rencana Jumlah Benda Uji	64
3.9	Benda Uji Campuran Limbah Batu Bara (<i>Bottom ash</i>)	64
BAB IV	HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN	66
4.1	Hasil Penelitian	66
4.2	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar	66
4.2.1	Analisa Saringan Agregat Kasar	67
4.2.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	68
4.2.3	Bobot Isi Agregat Kasar	69
4.2.4	Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar ...	71
4.2.5	Pengujian Kekerasan Agregat Kasar	71
4.3	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus	72
4.3.1	Analisa Saringan Agregat Halus	73
4.3.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	74
4.3.3	Bobot Isi Agregat Halus	75
4.3.4	Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus ...	76
4.4	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	77
4.4.1	Analisa Saringan Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	78
4.4.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	80
4.4.3	Bobot Isi Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	81
4.4.4	Pengujian Kasar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	82
4.5	Hasil Pengujian Sifat Fisik Semen	82
4.5.1	Pengujian Berat Jenis Semen	83
4.5.2	Pengujian Konsistensi Semen	84
4.5.3	Pengujian Waktu Ikut Semen	84
4.6	<i>Concrete Mix Design</i>	85
4.6.1	Proporsi Perhitungan Jumlah Penggunaan Bahan	86
4.6.2	Perhitungan Campuran Beton Dengan <i>Bottom ash</i> Sebagai Substitusi Agregat Halus	87
4.7	Pengujian <i>Slump</i>	87
4.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan	89
4.8.1	Hasil Pengujian Rata – Rata Kuat Tekan Beton	89
4.8.2	Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Campuran	95
4.8.3	Rekapitulasi Rata – Rata Kuat Tekan Beton	101

	4.9 Pembahasan.....	105
BAB V	PENUTUP.....	108
	5.1 Kesimpulan	108
	5.2 Saran.....	108
	DAFTAR PUSTAKA.....	110
	DAFTAR LAMPIRAN	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Satuan (SNI 2847:2019)	13
Tabel 2.2	Klasifikasi Beton Berdasarkan Mutu dan Kuat Tekan, Karakteristik, (PBI 1971).....	14
Tabel 2.3	Klasifikasi Beton Berdasarkan Kuat Tekan, F_c'	14
Tabel 2.4	Klasifikasi Beton Berdasarkan Mutu Penggunaannya	15
Tabel 2.5	Jenis – Jenis <i>Ordinary Portland Cement</i> (OPC)	19
Tabel 2.6	Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	22
Tabel 2.7	Persyaratan Gradasi Agregat Kasar.....	22
Tabel 2.8	Persyaratan Gradasi Agregat Gabungan.....	22
Tabel 2.9	Sifat Fisik Penciri Dari <i>Bottom ash</i>	25
Tabel 2.10	Sifat Fisik Penciri Dari <i>Bottom ash</i> Nilai <i>Slump</i> Acuan Berdasarkan Fungsi Beton Rencana.....	32
Tabel 3.1	Perhitungan Sampel Benda Uji Campuran Limbah Batu Bara (<i>Bottom ash</i>)	64
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar	67
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	67
Tabel 4. 3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	68
Tabel 4. 4	Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Kasar.....	69
Tabel 4. 5	Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Kasar.....	70
Tabel 4. 6	Pengujian Kasar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar	71
Tabel 4. 7	Pengujian Kekerasan Agregat Kasar	71
Tabel 4. 8	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus.....	72
Tabel 4. 9	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	73
Tabel 4. 10	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	74
Tabel 4. 11	Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat halus	76
Tabel 4. 12	Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus.....	76
Tabel 4. 13	Pengujian Kasar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus	77
Tabel 4. 14	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	78
Tabel 4. 15	Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	78
Tabel 4. 16	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	80
Tabel 4. 17	Hasil Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	81
Tabel 4. 18	Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	81
Tabel 4. 19	Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus <i>Bottom ash</i>	82
Tabel 4. 20	Hasil Pengujian Sifat Fisik Semen	83
Tabel 4. 21	Pengujian Berat Jenis Semen	83
Tabel 4. 22	Pengujian Konsistensi Semen	84
Tabel 4. 23	Pengujian Waktu Ikut Semen	84
Tabel 4. 24	Perencanaan Campuran Beton	85
Tabel 4. 25	Perhitungan Campuran Beton dengan <i>Bottom ash</i>	87
Tabel 4. 26	Pengujian <i>Slump</i> Beton Normal	88
Tabel 4. 27	Pengujian <i>Slump</i> Beton Variasi 15%	88

Tabel 4. 28 Pengujian <i>Slump</i> Beton Variasi 17,5%	88
Tabel 4. 29 Pengujian <i>Slump</i> Beton Variasi 20%	88
Tabel 4. 30 Pengujian <i>Slump</i> Beton Variasi 22,5%	89
Tabel 4. 31 Pengujian <i>Slump</i> Beton Variasi 25%	89
Tabel 4. 32 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Normal	89
Tabel 4. 33 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> 15%	90
Tabel 4. 34 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> 17,5%	91
Tabel 4. 35 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> 20%	92
Tabel 4. 36 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> 22,5%	93
Tabel 4. 37 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> 25%	94
Tabel 4. 38 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi 15%	95
Tabel 4. 39 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi 17, 5%	97
Tabel 4. 40 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi 20%	98
Tabel 4. 41 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi 22,5%	99
Tabel 4. 42 Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Variasi 25%	100
Tabel 4. 43 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> Umur 7 Hari	101
Tabel 4. 44 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> Umur 14 Hari ...	103
Tabel 4. 45 Kuat Tekan Rata - Rata Beton Variasi <i>Bottom ash</i> Umur 28 Hari ...	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Ilustrasi Pembentukan Beton.....	18
Gambar 2. 2	Pengujian <i>Slump</i>	29
Gambar 2. 3	Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Semen.....	31
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian.....	37
Gambar 4. 1	Grafik Zona Agregat Halus.....	74
Gambar 4. 2	Grafik Zona Agregat Halus	79
Gambar 4. 3	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dengan Umur Beton	90
Gambar 4. 4	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Variasi 15% dengan Umur Beton.....	91
Gambar 4. 5	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Variasi 17,5% dengan Umur Beton.....	92
Gambar 4. 6	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Variasi 20% dengan Umur Beton.....	93
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Variasi 22,5% dengan Umur Beton.....	94
Gambar 4. 8	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Variasi 25% dengan Umur Beton.....	95
Gambar 4. 9	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal & Beton Variasi 15%.....	96
Gambar 4. 10	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal & Beton Variasi 17,5%.....	97
Gambar 4. 11	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal & Beton Variasi 20%.....	98
Gambar 4. 12	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal & Beton Variasi 22,5%.....	99
Gambar 4. 13	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal & Beton Variasi 25%.....	100
Gambar 4. 14	Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	102
Gambar 4. 15	Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	103
Gambar 4. 16	Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	104
Gambar 4. 17	Grafik Nilai Kuat Tekan Beton 7, 14 dan 28 Hari.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Hasil Penelitian

Lampiran II Dokumentasi Penelitian

Lampiran III Administrasi