

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT
(*PALM SHELL ASH*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN MUTU $f_c'25$ MPa**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Perancangan Jalan Dan Jembatan
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

Mira Ayu Anggara (061840111613)

Riche Yolanda Sari (061840111622)

**PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG
2022**

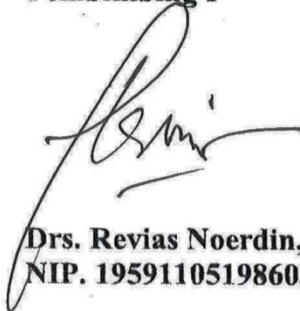
**PENGARUH SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT
(PALM SHELL ASH) TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN MUTU f_c '25 MPa**



SKRIPSI

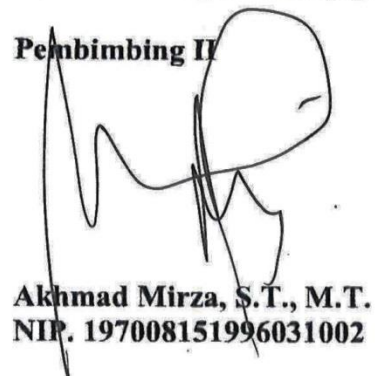
**Palembang, Juli 2022
Disetujui Oleh Pembimbing
Skripsi Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Pembimbing I



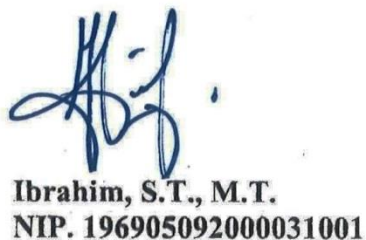
**Drs. Revias Noerdin, M.T.
NIP. 195911051986031003**

Pembimbing II



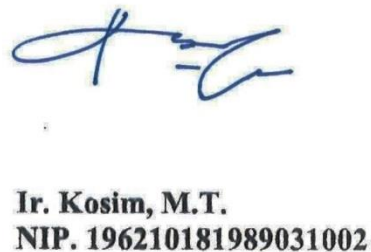
**Akhmad Mirza, S.T., M.T.
NIP. 197008151996031002**

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



**Ibrahim, S.T., M.T.
NIP. 196905092000031001**

**Menyetujui,
Ketua Program Studi DIV
Perancangan Jalan dan Jembatan**



**Ir. Kosim, M.T.
NIP. 196210181989031002**

**PENGARUH SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT
(PALM SHELL ASH) TERHADAP KUAT TEKAN BETON
DENGAN MUTU f_c '25 MPa**



SKRIPSI

**Disetujui Oleh Dosen Penguji Skripsi
Program Studi Perancangan Jalan Dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

Nama Penguji

1. Akhmad Mirza, S.T., M.T.
NIP. 19700815199603002
2. Zainuddin Muchtar, S.T., M.T.
NIP. 196501251989031002
3. Lina Flaviana Tilik, S.T., M.T.
NIP. 197202271998022003
4. Ibrahim, S.T., M.T.
NIP. 196905092000031001

Tanda Tangan

MOTTO

“Berproses dan berkerja keraslah hingga pendapat dan satu kalimat yang kau ucapkan dianggap penting bagi semua orang, karena kebenaran selalu milik mereka yang ber’uang”

“Tidak ada hidup tanpa masalah dan tidak ada perjuangan tanpa rasa lelah”

~*Mira Ayu Anggara*~

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah wa syukurillah, skripsi ini menjadi saksi atas pencapaian dalam menyelesaikan pendidikan sarjana terapan pada program studi Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Saya mengucapkan terimakasih kepada semua orang yang telah terlibat dalam proses dan pencapaian ini.

1. Terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunianya hingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Terimakasih kepada diri saya sendiri untuk pencapaian ini terimakasih karena telah bertahan sampai dititik ini.
3. Terimakasih kepada umak saya tercinta Siti Makmur yang selalu mensupport saya dalam situasi apapun, terimakasih untuk setiap tetes keringat, perjuangan yang telah tcurahkan untuk saya Terimakasih telah mau sama-sama berjuang untuk membuktikan segala sesuatu yang mustahil menjadi nyata. Tentunya segala hal yang sedang saya perjuangkan hanya untuk membahagiakan umak dan keluarga.
4. Terimakasih kepada kakek dan nenek saya M. yusup dan Siti Khadijah untuk semua yang telah diberikan kepada saya, Terimakasih untuk adik saya Netasia Putri Ria yang selalu mendukung saya, dan Terimakasih kepada keluarga besar untuk doa dan dukungan yang telah diberikan kepada saya.
5. Terimakasih saya ucapkan kepada partner SKRIPSI saya Riche Yolanda Sari untuk perjuangan, tenaga, pikiran, yang telah tcurahkan

dan dilalui bersama. Terimakasih telah menjadi sahabat, saudara dan teman seperjuangan di akhir perkuliahan ini.

6. Terimakasih saya ucapkan untuk pembimbing saya Pak Drs. Revias Noerdin, M.T. dan pak Akhmad Mirza, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberi masukan kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Terimakasih saya ucapkan kepada teman seperjuangan Asmida Andriani dan Sulistia Khontesa yang telah banyak membantu dalam penelitian ini dari awal sampai selesai. Terimakasih kepada Nabila Hafisha Rizka dan Muhammad Wahyu Rizzani yang telah banyak membantu dalam segala hal untuk pencapaian ini. Serta terimakasih kepada teman-teman kelas 8 PJJB angkatan 2018 untuk 4 tahun bersama yang bermakna dalam hidup saya.
8. Terimakasih saya ucapkan kepada Dosen-dosen yang ada di Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu arahan dan wejangan dari awal kuliah hingga akhir, serta terimakasih untuk almamater saya Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Terakhir terimakasih untuk semua orang serta segala pihak yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terimakasih untuk doa dukungan moril maupun materil yang telah diberikan kepada saya dari awal memulai hingga akhir kuliah.

MOTO

“Orang tidak akan pernah menilai apa yang kamu mulai tapi orang akan selalu menilai apa yang sudah selesaikan”

“Bekerjalah dengan diam, biarkan suksesmu yang akan berbicara dengan lantang”

~*Riche Yolanda Sari*~

PERSEMBAHAN

114 halaman dengan menggunakan sampul berwarna coklat ini merupakan pencapaian dari 4 tahun berkuliah di Jurusan Teknik Sipil Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Sriwijaya. Saya mengucapkan banyak terimakasih untuk orang-orang yang senantiasa mendampingi, memberi semangat dan memberi kebahagiaan.

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karuniannya sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini. Serta tidak hentinya shalawat beriring salam kepada baginda rasulullah muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman jahiliyah hingga zaman yang berilmu seperti sekarang ini.
2. Terkhusus orang tua saya, papa (Rahman Saleh Efendi) dan mama (Yuli Hartini) terimakasih untuk nasihat, semangat, dan dukungannya selama ini serta do'a yang selalu kalian panjatkan disetiap sujud kalian sehingga saya di berikan kelancaran dan kemudahan untuk menyelesaikan skripsi ini. Do'akan anakmu ini semoga bisa membalas semua pengorbanan dan jerih payah papa mama selama ini.
3. Kedua kakek dan nenek saya, M. Yacob (Alm) dan Siti Bahni (Almh) terimakasih telah memberikan semangat dan selalu ingin memberikan yang terbaik untuk saya.
4. Keluarga dan pacar saya terimakasih telah memberikan semangat, serta do'a selama ini.
5. Fatner terbaikku, Mira Ayu Anggara terimakasih sudah menjadi sahabat, keluarga dan teman seperjuangan yang telah berjuang bersama dalam

keadaan suka maupun duka untuk menyelesaikan SKRIPSI ini. Maaf apabila selama ini saya ada kesalahan, sering merepotkan, dan selalu sabar menghadapi sikap saya! Terimakasih banyak dan semoga sukses terus ya☺

6. Bapak Drs. Revias Noerdin, M.T. dan Akhmad Mirza, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kami, terimakasih telah membimbing dan memberikan pengarahan kepada kami hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Temanku, Asmida Andriani dan Sulistia Kontesa terimakasih telah banyak membantu saat penelitian dan perkuliahan ini. Kalian terbaik, semoga kita bisa sukses bareng-bareng yaaa!
8. Teman-teman seperjuangan angkatan 2018, terutama PJJ B terimakasih atas dukungan dan suportnya yang sudah berjuang sampai akhir!
9. Dosen-dosen yang ada di Jurusan Teknik Sipil terimakasih untuk ilmu dan pengalaman yang telah diberikan kepada saya selama 8 semester ini.
10. Dan pastinya terakhir untuk almamater saya Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK

PENGARUH SUBSTITUSI ABU CANGKANG KELAPA SAWIT (*PALM SHELL ASH*) TERHADAP KUAT TEKAN BETON DENGAN MUTU $f_c'25$ MPa

Oleh : Mira Ayu Anggara dan Riche Yolanda Sari

Seiring dengan semakin pesatnya kemajuan dan perkembangan dibidang industri konstruksi, yang mana memacu pada peningkatan pembangunan disegala sektor. Hal ini juga berdampak pada peningkatan bahan-bahan pendukungnya salah satunya yaitu beton. Perlu adanya upaya untuk mendapatkan bahan alternatif yang digunakan sebagai agregat, dalam skripsi ini penulis menggunakan abu cangkang kelapa sawit sebagai substitusi untuk semen dimana abu cangkang kelapa sawit adalah limbah yang belum digunakan dengan optimal. Abu Cangkang Kelapa Sawit diambil dari pabrik industri dari PT. Indofood CBP Sukses Makmur Kota Palembang, Sumatera Selatan. Dalam skripsi ini penulis meninjau kuat tekan beton, dengan substitusi semen pada abu cangkang kelapa sawit dengan menggunakan persentase mulai dari 10%, 15%, 20% serta variasi 0% sebagai variabel kontrol. Pengujian dilakukan terhadap beton mulai dari umur 7, 14, dan 28 hari dengan mutu yang direncanakan adalah $f_c' 25$ MPa. Dari hasil skripsi ini diperoleh hasil kuat tekan rata-rata pada umur 7, 14, 28 hari yang sudah dikonversi ke umur 28 hari, dari setiap variasi yaitu 0% (25,374 MPa), 10% (19,993 MPa), 15% (22,096 Mpa), 20% (18,994 MPa). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat penurunan kuat tekan beton cangkang kelapa sawit terhadap beton normal pada variasi 10% sebesar 19,993 MPa, 15% 22,096 MPa, 20% 18,994 MPa.

Kata Kunci : Beton, Abu Cangkang Kelapa Sawit, Kuat Tekan Beton.

ABSTRACT

THE EFFECT OF PALM OIL SHELL ASH SUBSTITUTION ON COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE WITH QUALITY f_c '25 MPa

By : Mira Ayu Anggara and Riche Yolanda Sari

Along with the rapid progress and development in the construction industry, which spurred on increased development in all sectors. This also has an impact on increasing the supporting materials, one of which is concrete. There needs to be an effort to get alternative materials that are used as aggregates, in this thesis the author uses Palm Oil Shell Ash as a substitute for cement where oil palm shell ash is waste that has not been used optimally. Palm Oil Shell Ash is taken from the industrial factory of PT. Indofood CBP Sukses Makmur Palembang City, South Sumatra. In this thesis the author reviews the compressive strength of concrete, with cement substitution in palm shell ash using percentages ranging from 0%, 10%, 15% and 20% variation as a control variable. Tests were carried out on concrete starting from the age of 7, 14, and 28 days with the planned quality being f_c ' 25 MPa. From the results of this thesis, the average compressive strength at the age of 7, 14, 28 days has been converted to the age of 28 days, from each variation 0% (25,374 MPa), 10% (19,993 MPa), 15% (22,096 MPa), 20% (18,994 MPa). This shows that there is a decrease in the compressive strength of palm shell concrete against normal concrete at a variation of 10% of 19.993 MPa, 15% 22.096 MPa, 20% 18.994 MPa.

Keywords : Concrete, Palm Shell Ash, Compressive Strength Of Concrete.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Untuk menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Judul yang diambil pada Skripsi ini yaitu “Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit (*Palm Shell Ash*) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu $f_c'25$ Mpa”.

Keberhasilan dalam menyelesaikan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, atas selesainya Skripsi ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ibrahim, 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. Bapak Ir. Kosim, M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan.
5. Bapak Drs. Bambang Hidayat Fuady, S.T., M.T., M.M. selaku Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Drs. Revias Noerdin, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi kepada penulis.
7. Bapak H. Akhmad Mirza, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi kepada penulis.
8. Ibu Ika Sulianti, S.T., M.T., Ibu Sumiati, S.T., M.T., Kak Edo, Kak Edy dan semua pihak yang telah membantu selama praktek di Laboratorium.
9. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah mendidik, membimbing, dan mengarahkan penulis selama proses belajar mengajar.

10. Teristimewa kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, restu dan dukungan kepada kami hingga saat ini.

11. Serta teman-teman kela 8 PJJB yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan Skripsi.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan Skripsi ini. Besar harapan penulis semoga Skripsi ini dapat digunakan sebagai acuan penelitian yang akan dilakukan serta dapat diterima dan diizinkan oleh Bapak/Ibu Dosen untuk pengetahuan dan teknologi dimassa yang akan datang.

Palembang, Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGUJI	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Alasan Pemilihan Judul	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Beton	7
2.2.1 Pengertian Beton	7
2.2.2 Proses Terjadinya Beton	8
2.2.3 Klasifikasi Beton	9
2.2.4 Sifat Beton Segar	10
2.3 Bahan-Bahan Penyusun Beton	12
2.3.1 Semen Portland (PC)	12
2.3.2 Air	14

2.3.3 Agregat.....	16
2.3.4 Bahan Tambah (<i>Admixture</i>).....	22
2.3.5 Abu Cangkang Kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>).....	24
2.4 Pengujian.....	25
2.4.1 <i>Slump Test</i>	25
2.4.2 Perawatan Benda Uji	26
2.4.3 Uji Kuat Tekan Beton.....	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Tempat Penelitian	29
3.2 Teknik Pengumpulan Data	29
3.2.1 Data Penelitian Primer	29
3.2.2 Data Penelitian Sekunder.....	30
3.3 Tahapan Penelitian	31
3.3.1 Peralatan Penelitian.....	31
3.3.2 Bahan Penelitian	37
3.4 Jumlah Variabel dan Benda Uji	40
3.5 Bagan Alir Metode Penelitian (<i>Flow Chart</i>).....	41
3.6 Pengujian Material	42
3.6.1 Agregat.....	42
3.6.2 Semen.....	61
3.6.3 Abu Cangkang Kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>).....	68
3.7 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal Menurut SNI 03-2834-1993	71
3.8 Metode Analisa Data	72
3.8.1 Uji Validitas Data	73
3.8.2 Uji Regresi	73

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Analisa Bahan	75
4.1.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus.....	75
4.1.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar.....	78
4.1.3 Pengujian Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	79

4.1.4 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	80
4.1.5 Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus dan Kasar	80
4.1.6 Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Halus dan Kasar	81
4.1.7 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus.....	82
4.1.8 Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar.....	83
4.1.9 Pengujian Agregat Kasar Menggunakan Bejana <i>Rudolf</i>	83
4.1.10 Pengujian Berat Jenis Semen Portland.....	84
4.1.11 Pengujian Konsistensi Semen Portland.....	84
4.1.12 Pengujian Waktu Ikat Semen Portland.....	85
4.1.13 Berat jenis Abu Cangkang Kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>) ...	86
4.2 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	87
4.3 Perbandingan Campuran Beton.....	89
4.4 Tabel Kode Benda Uji.....	89
4.5 Perbandingan Proporsi Campuran Untuk Beton Normal dan Beton Campuran Abu Cangkang kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>)	90
4.6 Hasil Pengujian Beton	90
4.6.1 Pengujian Slump	90
4.6.2 Pemeriksaan Rata-Rata Benda Uji.....	91
4.6.3 Pengujian Kuat Tekan Beton	92
4.6.4 Grafik Gabungan BN, BC ACS 10%, BC ACS 15%, BC ACS 20%	109

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran.....	114

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mutu Beton dan Penggunaanya	10
Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000	17
Tabel 2.3 Gradasi Agregat Kasar Menurut SNI 03-2834-2000	20
Tabel 3.1 Kuat Tekan Rata - Rata Perlu Jika Data Tidak Tersedia Untuk Menetapkan Deviasi Standar	72
Tabel 3.2 Uji Regresi	74
Tabel 4.1 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	75
Tabel 4.2 Batas Gradasi Agregat Halus	76
Tabel 4.3 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	78
Tabel 4.4 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	79
Tabel 4.5 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	80
Tabel 4.6 Data Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus	81
Tabel 4.7 Data Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Kasar	81
Tabel 4.8 Data Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Halus	81
Tabel 4.9 Data Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Kasar	82
Tabel 4.10 Data Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Halus	82
Tabel 4.11 Data Pengujian Kadar Air dan Kadar Lumpur Agregat Kasar	83
Tabel 4.12 Data Pengujian Berat Jenis Semen.....	84
Tabel 4.13 Data Pengujian Berat Jenis Semen.....	84
Tabel 4.14 Data Pengujian Konsistensi Semen.....	85
Tabel 4.15 Data Pengujian Waktu Ikat Semen	85
Tabel 4.16 Data Abu Cangkang Kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>)	87
Tabel 4.17 Perencanaan Campuran Beton $f_c'25$ MPa	88
Tabel 4.18 Proporsi Campuran Untuk 1 m^3	89
Tabel 4.19 Data Agregat Halus dan Agregat Kasar	89
Tabel 4.20 Kode Benda Uji.....	90
Tabel 4.21 Proporsi Campuran Untuk 16 Sampel Benda Uji Silinder	90
Tabel 4.22 Data Pemeriksaan <i>Slump</i> Beton	90
Tabel 4.23 Hasil Pemeriksaan Rata-Rata Benda Uji	91

Tabel 4.24 Data Pengujian BN.....	93
Tabel 4.25 Data Pengujian BN.....	94
Tabel 4.26 Data Pengujian BC ACS 10%	96
Tabel 4.27 Data Pengujian BC ACS 10%	98
Tabel 4.28 Data Pengujian BC ACS 15%	100
Tabel 4.29 Data Pengujian BC ACS 15%	102
Tabel 4.30 Data Pengujian BC ACS 20%	104
Tabel 4.31 Data Pengujian BC ACS 20%	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Terjadinya Beton.....	8
Gambar 2.2 Gradasi Pasir Kasar (Gradasi <i>Zone</i> 1 Berdasar SNI 03-2834-2000).	18
Gambar 2.3 Gradasi Pasir Sedang (Gradasi <i>Zone</i> II Berdasar SNI 03-2834-2000)	18
Gambar 2.4 Gradasi Pasir Agak Halus (Gradasi <i>Zone</i> III Berdasar SNI 03-2834- 2000)	19
Gambar 2.5 Gradasi Pasir Halus (Gradasi <i>Zone</i> IV Berdasar SNI 03-2834-2000)	19
Gambar 2.6 Gradasi Agregat Kasar (Gradasi Maks 10mm Berdasar SNI 03-2834- 2000.....	21
Gambar 2.7 Gradasi Agregat Kasar (Gradasi Maks 20mm Berdasar SNI 03-2834- 2000.....	21
Gambar 2.8 Gradasi Agregat Kasar (Gradasi Maks 40mm Berdasar SNI 03-2834- 2000.....	22
Gambar 2.9 Jenis-Jenis <i>Slump</i>	25
Gambar 3.1 Satu Set Saringan	31
Gambar 3.2 Timbangan.....	32
Gambar 3.3 Piknometer	32
Gambar 3.4 Bejana Silinder	33
Gambar 3.5 Molen atau Mesin Pengaduk	33
Gambar 3.6 Oven	34
Gambar 3.7 Cawan.....	34
Gambar 3.8 Alat Vicat	35
Gambar 3.9 Alat Pengujian Kondisi SSD Agregat Halus.....	35
Gambar 3.10 Alat Penggetar Saringan.....	36
Gambar 3.11 Mesin Pengaduk Semen	36
Gambar 3.12 Mesin Uji Kuat Tekan.....	37
Gambar 3.13 Agregat Kasar.....	38
Gambar 3.14 Agregat Halus.....	38

Gambar 3.15 Semen Portland	39
Gambar 3.16 Air.....	39
Gambar 3.17 Abu Cangkang Kelapa Sawit (<i>Palm Shell Ash</i>).....	40
Gambar 3.18 Bagan Alir Metode Penelitian (<i>Flow Chart</i>).....	41
Gambar 3.19 Pengujian Analisa Saringan Menggunakan Mesin Penggetar.....	43
Gambar 3.20 Pencucian Agregat Kasar Untuk Menghilangkan Debu dan Kotoran yang Melekat Pada Permukaan Agregat.....	44
Gambar 3.21 Agregat Kasar Yang direndam di Dalam Air.....	45
Gambar 3.22 Proses Pengelapan Benda Uji dengan Menggunakan Kain Sampai Benda Uji Dalam Keadaan SSD.....	45
Gambar 3.23 Proses Penimbangan Agregat + Air	46
Gambar 3.24 Agregat Halus Dimasukkan ke Dalam Kerucut Terpancung	48
Gambar 3.25 Penumbukkan Agregat Halus yang Telah Dimasukkan ke Dalam Kerucut Terpancung	48
Gambar 3.26 Proses Pengangkatan Kerucut Terpancung	49
Gambar 3.27 Bentuk Ilustrasi dari Hasil Kerucut Terpancung Pada Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	49
Gambar 3.28 Hasil dari Pengujian Agregat Halus Menggunakan Kerucut Terpancung.....	50
Gambar 3.29 Agregat Halus yang Sedang Dimasukkan ke Dalam Piknometer ...	50
Gambar 3.30 Proses Penggucangan Air + Benda Uji di dalam Piknometer.....	51
Gambar 3.31 Proses Pengeluaran Benda Uji dari Piknometer.....	51
Gambar 3.32 Proses Perataan Agregat Kasar yang Telah Dimasukkan ke dalam Silinder.....	54

Gambar 3.33 Proses Perataan Agregat Halus yang Telah Dimasukkan ke Dalam Silinder	54
Gambar 3.34 Proses Penumbukkan Agregat Kasar yang Telah Dimasukkan ke Dalam Silinder	55
Gambar 3.35 Proses Penumbukkan Agregat Halus yang Telah Dimasukkan ke Dalam Silinder	55
Gambar 3.36 Berat Agregat Kasar yang Telah Dimasukkan ke Dalam Cawan Kemudian Ditimbang	56
Gambar 3.37 Berat Agregat Halus yang Telah Dimasukkan ke Dalam Cawan Kemudian Ditimbang	56
Gambar 3.38 Proses Pencucian Agregat Kasar	58
Gambar 3.39 Proses Pencucian Agregat Halus	58
Gambar 3.40 Proses Menekan Benda Uji	60
Gambar 3.41 Proses Penyaringan Benda Uji	60
Gambar 3.42 Benda Uji Yang Lolos Ayakan 2,36 mm	60
Gambar 3.43 Proses Penimbangan Semen Dengan Tabung <i>Le Chatelier</i> + Berat Tabung Berisi Minyak Tanah	62
Gambar 3.44 Proses Pemasukkan Semen + Minyak Tanah ke Dalam Tabung <i>Le Chatelier</i>	62
Gambar 3.45 Proses Pengguncangan Minyak Tanah + Benda Uji di dalam Tabung <i>Le Chatelier</i>	63
Gambar 3.46 Proses Pemasukkan Air Suling ke Dalam Tromol	64
Gambar 3.47 Proses Pemasukkan Semen ke Dalam Tromol	65
Gambar 3.48 Proses Pembersihan Pasta Yang Menempel di Dinding Tromol	65
Gambar 3.49 Proses Pengadukkan Pasta Menggunakan Mesin Pengaduk	65
Gambar 3.50 Proses Peletakkan Jarum Diatas Pasta	66
Gambar 3.51 Proses Penimbangan Pikno	69
Gambar 3.52 Proses Memasukkan Abu Cangkang ke Dalam Pikno	69
Gambar 3.53 Proses Memasukkan Pikno ke Dalam Desikator	70
Gambar 3.54 Proses Penimbangan Abu Cangkang Kelapa Sawit + Air yang Telah Dikeluarkan dari Desikator	71

Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Zona I	77
Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Zona II.....	77
Gambar 4.3 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Zona III.....	77
Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Zona IV	78
Gambar 4.5 Grafik Waktu Ikat Semen.....	86
Gambar 4.6 <i>Slump Test</i>	91
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pemeriksaan Rata-Rata Benda Uji	92
Gambar 4.8 Grafik Kuat Tekan BN 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	93
Gambar 4.9 Grafik Regresi Kuat Tekan BN 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	94
Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan BN 28 Hari yang Tanpa di Konversi Ke Umur 28 Hari.....	95
Gambar 4.11 Grafik Regresi Kuat Tekan BN 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	96
Gambar 4.12 Grafik Kuat Tekan BC ACS 10% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari.....	97
Gambar 4.13 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 10% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari.....	98
Gambar 4.14 Grafik Kuat Tekan BC ACS 10% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari.....	99
Gambar 4.15 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 10% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari.....	100
Gambar 4.16 Grafik Kuat Tekan BC ACS 15% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari.....	101
Gambar 4.17 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 15% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari.....	102
Gambar 4.18 Grafik Kuat Tekan BC ACS 15% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari.....	103
Gambar 4.19 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 15% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	104

Gambar 4.20 Grafik Kuat Tekan BC ACS 20% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	105
Gambar 4.21 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 20% 7, 14, 28 Hari yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	106
Gambar 4.22 Grafik Kuat Tekan BC ACS 20% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	107
Gambar 4.23 Grafik Regresi Kuat Tekan BC ACS 20% 28 Hari yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	108
Gambar 4.24 Grafik Gabungan BN, BC ACS 10%, ACS 15%, ACS 20% yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	109
Gambar 4.25 Grafik Regresi Gabungan BN, BC ACS 10%, ACS 15%, ACS 20% Yang Telah di Konversi ke Umur 28 Hari	110
Gambar 4.26 Grafik Gabungan BN, BC ACS 10%, ACS 15%, ACS 20% yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	111
Gambar 4.27 Grafik Regresi Gabungan BN, BC ACS 10%, ACS 15%, ACS 20% yang Tanpa di Konversi ke Umur 28 Hari	112