

**PENGARUH CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON NORMAL DENGAN PERLAKUAN TEKANAN AWAL  
PADA BETON SEGAR**



**Dibuat untuk Memenuhi Syarat dalam Menyelesaikan  
Pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Disusun Oleh :**

- 1. Nama : Muhammad Ali Indra Hafiz  
NIM : 0610 4011 1349**
- 2. Nama : Septiawan  
NIM : 0610 4011 1357**

**PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**2014**

**PENGARUH CANGKANG KELAPA SAWIT TERHADAP KUAT TEKAN  
BETON NORMAL DENGAN PERLAKUAN TEKANAN AWAL  
PADA BETON SEGAR**

**TUGAS AKHIR**

**Disetujui oleh Dosen Pembimbing  
Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Ika Sulianti, S.T., M.T  
NIP. 198107092006042001**

**Lina Flaviana Tilik, S.T., M.T  
NIP. 197202271998022003**

**Ketua Program Studi D IV,**

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

**Drs. Suhadi. S.T., M.T  
NIP. 195909191986031005**

**Zainuddin Muchtar, S.T., M.T  
NIP. 196501251989031002**

(Muhammad Ali Indra Hafiz, Septiawan, 14 Juli 2014, 98 halaman)

## ABSTRAK

Beton merupakan campuran yang terdiri dari gabungan atas agregat halus (pasir), agregat kasar (batu pecah atau batu tidak pecah), semen dan air baik menggunakan bahan tambah maupun tidak. Selain itu teknologi pada beton juga selalu mengalami perkembangan yang lebih dinamis. Perkembangan teknologi kedepan dituntut tidak hanya memandang pada struktur yang kuat saja, akan tetapi saat ini aspek-aspek lainnya seperti aspek arsitektural, ekonomis, efektif dan efisien. Banyak orang mencoba untuk memanfaatkan limbah-limbah industri yang digunakan dalam campuran beton. Salah satunya adalah cangkang kelapa sawit yaitu limbah industri pengolahan minyak kelapa sawit yang berbentuk seperti agregat kasar yang keras dan sedikit runcing serta sebagian besar mengandung karbon aktif murni. Selama ini cangkang kelapa sawit digunakan sebagai pengganti agregat kasar untuk menciptakan beton ringan.

Selain pengantian pada agregat, untuk dapat mendapat kuat tekan beton maksimum dapat dilakukan dengan perlakuan tekanan awal pada beton. Perlakuan pada beton segar adalah untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal. Kuat tekan beton akan meningkat dengan kepadatan beton. Pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan awal pada beton segar dengan menggunakan mesin uji tekan beton. Adapun variasi perlakuan tekanan awal yang dilakukan adalah beton normal tanpa perlakuan tekanan awal (BN), beton normal dengan perlakuan tekanan awal 12,5 (BNT 12,5), beton normal dengan perlakuan tekanan awal 25 (BNT 25), beton cangkang kelapa sawit tanpa perlakuan tekanan awal (BC), beton cangkang kelapa sawit dengan perlakuan tekanan awal 12,5 (BCT 12,5), dan beton cangkang kelapa sawit dengan perlakuan tekanan awal 25 (BCT 25).

Dengan pengujian umur pada 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari hasil penelitian didapat kuat tekan beton normal tanpa perlakuan awal sebesar 47,9 MPa dengan berat isi beton sebesar 2,34 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan kuat tekan beton untuk cangkang kelapa sawit tanpa perlakuan tekanan awal didapat nilai kuat tekan beton sebesar 18,84 MPa dengan berat isi beton paling kecil sebesar 1,67 gr/cm<sup>3</sup>. Untuk kuat tekan beton yang diberikan perlakuan tekanan awal didapat kuat tekan beton paling tinggi pada tekanan awal 2,5 MPa. Dengan nilai kuat tekan beton sebesar 53,58 MPa serta berat isi beton sebesar 2,41 gr/cm<sup>3</sup> untuk beton normal, sedangkan untuk beton cangkang kelapa sawit didapatkan kuat tekan beton sebesar 22,57 MPa dengan berat isi beton sebesar 1,82 gr/cm<sup>3</sup>.

**Kata kunci** : beton, cangkang kelapa sawit, tekanan awal, kuat tekan beton

(Muhammad Ali Indra Hafiz, Septiawan, 14 July 2014, 98 pages)

### **ABSTRACT**

*Concrete is a mixture consisting of a combination of the above fine aggregate (sand), coarse aggregate (crushed stone or rock is not broken), cement and using either water or no added ingredients. Future technological developments required not only to look at the structure of the strong alone, but this time the other aspects such as architectural aspects, economical, effective and efficient. Many people try to take advantage of industrial wastes used in the concrete mix. One is that oil palm shell waste palm oil processing industry is shaped like a harsh and coarse aggregate slightly tapered and contains mostly pure activated carbon. During this palm shells are used as a substitute for coarse aggregate to create lightweight concrete.*

*In addition to the replacement of the aggregate, to be able to get the maximum compressive strength of concrete can be done with the treatment of early pressure on the concrete. The commission of the fresh concrete is to eliminate air voids and to achieve maximum density. Compressive strength of concrete will increase the density of concrete. Compaction is done by providing the initial pressure in fresh concrete using concrete compression test machine. The variation of initial pressure treatment is normal concrete without pressure treatment early (BN), normal concrete with initial pressure treatment 12.5 (BNT 12.5), normal concrete with initial pressure treatment 25 (BNT 25), oil palm shell concrete without treatment the initial pressure (BC), oil palm shell concrete with initial pressure treatment 12.5 (12.5 BCT), and oil palm shell concrete with initial pressure treatment 25 (BCT 25).*

*By testing at age 7 days, 14 days and 28 days. From the research results obtained compressive strength of normal concrete without pretreatment of 47.9 MPa concrete with a unit weight of 2.34 gr/cm<sup>3</sup>. While kua press for oil palm shell concrete without pressure treatment early compressive strength of concrete obtained at 18.84 MPa concrete with a unit weight of 1.67 gr/cm<sup>3</sup> small palin. For concrete compressive strength given initial pressure treatment obtained the highest compressive strength of concrete at early pressure 2.5 MPa. With a compressive strength of 53.58 MPa concrete and concrete unit weight of 2.41 gr/cm<sup>3</sup> for normal concrete, whereas for oil palm shell concrete compressive strength of concrete obtained at 22.57 MPa concrete with a unit weight of 1.82 gr / cm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** concrete, palm shells, the initial pressure, compressive strength of concrete.

***Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kini diriku telah selesai dalam studi sarjana dan dengan kerendahan hati yang tulus kupersembahkan karya kecilku ini untuk:***

- ☞ *Sebercak harapan akan dapat digunakan jika kita menghargai waktu, untuk itu motto saya "hargailah waktu semestinya kamu menghargai dirimu sendiri".*
- ☞ *Kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan kepada hamba sehingga masih bisa bernafas, memberi kemudahan dan kesabaran dalam menjalani hidup.*
- ☞ *Kedua orang tuaku tercinta, motivator terbesar dalam hidupku, yang tak pernah jemu mendo'akan dan memberikan segala yang terbaik dalam hidupku, hanya ucapan terima kasih yang setulusnya atas segala usaha dan jerih payah demi mengantarkan anaknya menuju masa depan yang lebih baik.*  
*Ku bermohon dalam sujudku pada Mu ya Allah, ampunilah segala dosa-dosa orang tuaku, bukakanlah pintu rahmat, hidayat, rezeki bagi mereka yang Allah, maafkan atas segala kekhilafan mereka, jadikan mereka ummat yang selalu bersyukur dan menjalankan perintah-Mu. Dan jadikan hamba Mu ini anak yang selalu berbakti pada orang tua, dan dapat mewujudkan mimpi orang tua serta membalas jasa orang tua walaupun jelas terlihat bahwa jasa orang tua begitu besar, takkan terbalas oleh dalam bentuk apapun. Kabulkan do'aku ya Rabb. Aamiin*
- ☞ *Ibu Ika Sulianti ST,.MT. & Ibu Lina Flaviana Tilik ST,.MT. selaku dosen pembimbing yang telah sabar dan meluangkan waktunya untuk kami bimbingan, semoga ilmu yang kalian berikan menjadi bekal untuk kami dan bermanfaat di masyarakat. Amin*
- ☞ *My partner yang super, makasih banyak bro atas semua kerjasamanya, sehingga kita bisa melewati masa-masa rumit ini, semangat sukses menanti kita. Fighting!*
- ☞ *Terima kasih kepada rekan-rekan yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terutama teman-teman kelas PJJA terimakasih banyak atas kebersamaannya*
- ☞ *Kepada orang terspesial dalam hidupku tersayang (Rani Permata Sari ♥♥) terima kasih telah hadir dalam kehidupanku dan menjadi penyemangat dalam setiap langkah, kita telah mengalami masa-masa sulit selama ini dan berkat kesabaran dan semangatlah kita berhasil melaluinya.*

나는 당신을 너무 사랑 ♥♥

- ☞ *Serta Almamaterku, kampusku tercinta Politeknik Negeri Sriwijaya, Terimakasih banyak!*

***"Sekian dan Terima Kasih kata persembahan ini saya persembahkan"***

*“Kegagalan bukanlah suatu hal yang ditakuti atau dihindari melainkan sesuatu yang harus dihadapi, tanpa kegagalan kita tidak dapat menemukan apa yang dinamakan kesuksesan. Jangan menyerah, kerja keras dan terus berjuang akan sesuatu yang kita yakini itulah merupakan kunci sukses meraih apa yang kita impikan.”*

*“Kita tidak punya waktu untuk mengeluh tentang apa yang tidak kita punya, Atau apa yang tidak bisa kita ubah (untuk saat ini). Kita cuma punya cukup waktu untuk memikirkan cara terbaik untuk berjuang dengan semua yang kita punyai.”*

*“Meraih mimpi itu Baik, tetapi Melampaui mimpi itu Jauh Lebih Baik, (Anies Baswedan).”*

*Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, kupersembahkan hasil yang telah aku jalani selama ini untuk orang yang aku sayangi:*

- *Allah SWT*
- *Buya dan Mama yang tercinta*
- *Ayuk-Ayuk ku Tata, Eli, Dida*
- *My Big Brother Riki*
- *Ponakan Raffi dan Daffa*
- *Keluarga Besar*
- *Dosen-Dosen Pembimbing Ibu Ika Sulianti S.T., M.T. dan Ibu Lina Flaviana Tilik S.T., M.T.*
- *Partner TA Seperjuangan Septiawan RBD*
- *Sahabat-sahabat seperjuangan kelas PJJ A Fist Generation*
- *Para Dosen-dosen pendidik dari semester awal sampai akhir*
- *Almamaterku “Politeknik Negeri Sriwijaya”*

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini dibuat sebagai persyaratan untuk mendapatkan nilai mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah ” Pengaruh Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal Pada Beton Segar”.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat pengarahan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Rd. Kusumanto, S.T., M.M., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Zainuddin Muchtar, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Suhadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi DIV Perancangan Jalan dan Jembatan Jurusan Teknik Sipil.
4. Bapak Drs. H. Arfan Hasan, M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
5. Ibu Ika Sulianti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1.
6. Ibu Lina Flaviana Tilik, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 2.
7. Teristimewa untuk Ayah dan Ibu serta keluarga, terima kasih atas do'a dan dukungannya.
8. PT. Sriwijaya *Palm Oil* Indonesia, atas bantuannya dalam bentuk penyediaan bahan campuran beton berupa cangkang kelapa sawit.
9. Teman-teman 8 PJJ A yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Pak Helan, Kak Dedy, Pak Samir dan semua pihak yang telah membantu selama Praktek Laboratorium, penulisan dan atas semua informasi serta bimbingannya yang sangat berharga sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Semoga segala bentuk kebaikan yang diberikan kepada penulis mendapatkan pahala yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Demikianlah Tugas Akhir ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi kita semua dan khususnya mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Palembang, Juli 2014

Penulis



## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                                    | <b>i</b>       |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                               | <b>ii</b>      |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                              | <b>iv</b>      |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | <b>v</b>       |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>vi</b>      |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                                   | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                       | <b>ix</b>      |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                                     | <b>xii</b>     |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                                    | <b>xv</b>      |
| <b>DAFTAR GRAFIK</b> .....                                    | <b>xviii</b>   |
| <br>  |                |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                                | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang.....                                       | 1              |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                      | 2              |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....                        | 2              |
| 1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....                            | 3              |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....                                | 3              |
| <br>  |                |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                          | <b>5</b>       |
| 2.1 Pengertian Beton.....                                     | 5              |
| 2.2 Beton Segar .....   | 8              |
| 2.2.1 Umur beton.....   | 9              |
| 2.2.2 Kuat tekan beton .....                                  | 9              |
| 2.2.3 Faktor air semen (fas).....                             | 11             |
| 2.3 Komposisi Beton.....                                      | 12             |
| 2.3.1 Semen portland .....                                    | 12             |
| 2.3.2 Batu pecah ( <i>split</i> ) .....                       | 13             |
| 2.3.3 Cangkang kelapa sawit .....                             | 14             |
| 2.3.4 Pasir.....  | 16             |
| 2.3.5 Air .....   | 17             |
| 2.4 Perlakuan Tekanan Awal ( <i>Initial Pressure</i> ).....   | 17             |
| 2.4.1 Faktor yang mempengaruhi kepadatan beton.....           | 18             |
| 2.4.2 Perlakuan tekanan awal .....                            | 22             |
| 2.5 Prosedur Pengujian di Laboratorium .....                  | 22             |
| 2.5.1 Pengujian berat jenis dan analisa saringan agregat..... | 22             |

|                |  |           |
|----------------|--|-----------|
| 2.5.2          | Pengujian bobot isi agregat.....                             | 24        |
| 2.5.3          | Pengujian kekerasan agregat kasar .....                      | 25        |
| 2.5.4          | Pengujian berat jenis semen .....                            | 25        |
| 2.5.5          | Perancangan campuran beton ( <i>Mix design</i> ).....        | 26        |
| 2.6            | Uji Validitas Data .....                                     | 31        |
| 2.6.1          | Metoda korelasi.....   | 32        |
| 2.6.2          | Metoda regresi .....   | 35        |
| <b>BAB III</b> | <b>METODE PENELITIAN .....</b>                               | <b>36</b> |
| 3.1            | Lokasi dan Tempat Penelitian .....                           | 36        |
| 3.2            | Teknik Pengumpulan Data .....                                | 36        |
| 3.3            | Tahapan Penelitian.....                                      | 38        |
| 3.3.1          | Diagram alir tahapan penelitian.....                         | 38        |
| 3.3.2          | Bahan.....   | 39        |
| 3.3.3          | Peralatan .....  | 56        |
| 3.3.4          | Variabel penelitian dan sampel.....                          | 57        |
| 3.3.5          | Pengujian kuat tekan beton.....                              | 58        |
| 3.4            | Metoda Analisis Data.....                                    | 58        |
| 3.4.1          | Uji validitas data .....                                     | 59        |
| 3.4.2          | Analisis data .....  | 59        |
| <b>BAB IV</b>  | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                             | <b>60</b> |
| 4.1            | Hasil Pengujian di Laboratorium.....                         | 60        |
| 4.2            | Perancangan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....       | 70        |
| 4.3            | Perbandingan Campuran Beton .....                            | 73        |
| 4.3.1          | Perbandingan Proporsi Campuran Beton Normal.....             | 74        |
| 4.3.2          | Perbandingan Proporsi Campuran Beton Cangkang<br>Sawit ..... | 74        |
| 4.4            | Hasil Uji Kuat Tekan .....                                   | 75        |
| 4.5            | Uji Validitas Data .....                                     | 88        |
| 4.6            | Analisis Data.....   | 91        |
| 4.6.1          | Analisis Kuat Tekan.....                                     | 91        |
| 4.6.2          | Analisis Berat Isi Beton.....                                | 94        |

|              |                      |           |
|--------------|----------------------|-----------|
| <b>BAB V</b> | <b>PENUTUP .....</b> | <b>97</b> |
| 5.1          | Kesimpulan.....      | 97        |
| 5.2          | Saran.....           | 98        |

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Tabel 2.1 Kelas dan Mutu Beton .....                                      | 6              |
| Tabel 2.2 Perkembangan Kuat Tekan Beton Untuk Semen Portland Type I...10  | 10             |
| Tabel 2.3 Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kuat Tekan Kubus .....  | 10             |
| Tabel 2.4 Hubungan Antara Kuat Tekan Silinder dan Kubus ISO Standar ..... | 11             |
| Tabel 2.5 Korelasi Kuat Tekan Benda Uji .....                             | 11             |
| Tabel 2.6 Korelasi Perbandingan Tinggi Terhadap Diameter Silinder .....   | 11             |
| Tabel 2.7 Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit .....                       | 15             |
| Tabel 2.8 Ketentuan Minimum Untuk Beton Kedap Air .....                   | 17             |
| Tabel 2.9 Batas Gradasi Agregat Halus .....                               | 18             |
| Tabel 2.10 Syarat Agregat Kasar .....                                     | 20             |
| Tabel 2.11 Faktor Pengali Standar Deviasi Bila Data Kurang Dari 30.....   | 27             |
| Tabel 2.12 Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan FAS dan AK .....         | 28             |
| Tabel 2.13 Interpretasi Koefisien Korelasi Nilai r .....                  | 34             |
| Tabel 3.1 Sampel Penelitian .....   | 58             |
| Tabel 4.1 Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....  | 60             |
| Tabel 4.2 Data Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....  | 61             |
| Tabel 4.3 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....             | 62             |
| Tabel 4.4 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....             | 64             |
| Tabel 4.5 Data Pengujian Kadar Air .....                                  | 65             |
| Tabel 4.6 Data Pengujian Kadar Lumpur .....                               | 65             |
| Tabel 4.7 Data Pengujian Bobot Isi Agregat Halus Gembur.....              | 66             |
| Tabel 4.8 Data Pengujian Bobot Isi Agregat Halus Padat.....               | 66             |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 4.9 Data Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar Gembur.....   | 67 |
| Tabel 4.10 Data Pengujian Bobot Isi Agregat Kasar Padat.....   | 67 |
| Tabel 4.11 Data Pengujian Kekerasan Agregat Kasar .....  | 68 |
| Tabel 4.12 Data Pemeriksaan Berat Jenis Semen .....  | 69 |
| Tabel 4.13 Keseluruhan Hasil Pengujian Bahan Campuran Beton .....  | 69 |
| Tabel 4.14 Perencanaan Campuran Beton.....   | 71 |
| Tabel 4.15 Data Agregat Halus dan Kasar .....  | 72 |
| Tabel 4.16 Campuran Beton Untuk 1 m <sup>3</sup> .....   | 73 |
| Tabel 4.17 Koreksi Proporsi Campuran .....   | 73 |
| Tabel 4.18 Perencanaan Campuran Beton Normal Untuk 6 Benda Uji.....  | 74 |
| Tabel 4.19 Perencanaan Campuran Beton Cangkang Kelapa Sawit Untuk 6<br>Benda Uji.....  | 74 |
| Tabel 4.20 Data Kuat Tekan Rerata Beton Normal Tanpa Perlakuan Tekanan<br>Awal Pada Beton Segar.....                               | 75 |
| Tabel 4.21 Data Kuat Tekan Rerata Beton Normal Dengan Tekanan Awal<br>12,5 Kg/Cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar .....               | 77 |
| Tabel 4.22 Data Kuat Tekan Rerata Beton Normal Dengan Tekanan Awal<br>25 Kg/Cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar.....                  | 79 |
| Tabel 4.23 Data Kuat Tekan Rerata Beton Cangkang Kelapa Sawit Tanpa<br>Perlakuan Tekanan Awal Pada Beton Segar .....               | 81 |
| Tabel 4.24 Data Kuat Tekan Rerata Beton Cangkang Kelapa Sawit Dengan<br>Tekanan Awal 12,5 Kg/Cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar..... | 83 |
| Tabel 4.25 Data Kuat Tekan Rerata Beton Cangkang Kelapa Sawit Dengan<br>Tekanan Awal 25 Kg/Cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar.....   | 85 |
| Tabel 4.26 Rerata Hasil Uji Kuat Tekan .....   | 87 |

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4.27 Rerata Hasil Kuat Tekan Beton Tanpa Perlakuan Tekanan Awal..   | 88 |
| Tabel 4.28 Analisis Korelasi Untuk Beton Tanpa Perlakuan Tekanan Awal...  | 89 |
| Tabel 4.29 Rerata Hasil Kuat Tekan Beton Dengan Perlakuan Tekanan<br>Awal 12,5 kg/cm <sup>2</sup> .....                                 | 89 |
| Tabel 4.30 Analisis Korelasi Untuk Beton Dengan Perlakuan Tekanan<br>Awal 12,5 kg/cm <sup>2</sup> .....                                 | 90 |
| Tabel 4.31 Rerata Hasil Kuat Tekan Beton Dengan Perlakuan Tekanan<br>Awal 25 kg/cm <sup>2</sup> .....                                   | 90 |
| Tabel 4.32 Analisis Korelasi Untuk Beton Dengan Perlakuan Tekanan<br>Awal 25 kg/cm <sup>2</sup> .....                                   | 91 |
| Tabel 4.33 Rerata Hasil Uji Kuat Tekan Beton .....  | 92 |
| Tabel 4.34 Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Akibat Pengaruh Perlakuan<br>Tekanan Awal Pada Beton Segar.....                          | 93 |
| Tabel 4.35 Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton Akibat Pengaruh Penggunaan<br>Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar..... | 94 |
| Tabel 4.36 Berat Isi Beton Rerata.....  | 95 |

## DAFTAR GAMBAR

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Gambar 2.1 Semen Portland .....   | 13             |
| Gambar 2.2 Batu Pecah ( <i>Split</i> ).....                             | 14             |
| Gambar 2.3 Bagian-bagian Kelapa Sawit.....                              | 15             |
| Gambar 2.4 Cangkang Sawit .....   | 16             |
| Gambar 2.5 Agregat Halus (pasir) .....                                  | 16             |
| Gambar 2.6 Zona Gradasi Pasir Kasar .....                               | 19             |
| Gambar 2.7 Zona Gradasi Pasir Agak Kasar.....                           | 19             |
| Gambar 2.8 Zona Gradasi Pasir Agak Halus.....                           | 19             |
| Gambar 2.9 Zona Gradasi Pasir Halus .....                               | 20             |
| Gambar 2.10 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS Benda Uji Silinder.....  | 29             |
| Gambar 2.11 Hubungan Antara Kuat Tekan dan FAS Benda Uji Kubus.....     | 30             |
| Gambar 2.12 X dan Y Mempunyai Hubungan Positif .....                    | 33             |
| Gambar 2.13 X dan Y Mempunyai Hubungan Negatif .....                    | 33             |
| Gambar 2.14 X dan Y Tidak Mempunyai Hubungan Atau Hubungan Lemah Sekali | 33             |
| Gambar 2.15 Fungsi Linear $Y = A + BX$ .....                            | 35             |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....                                 | 40             |
| Gambar 3.2 Timbangan Kapasitas 25 kg .....                              | 41             |
| Gambar 3.3 Timbangan Digital Kapasitas 5 kg.....                        | 41             |
| Gambar 3.4 Saringan Agregat Kasar.....                                  | 41             |
| Gambar 3.5 Saringan Agregat Halus.....                                  | 42             |
| Gambar 3.6 Mesin Penggetar.....   | 42             |
| Gambar 3.7 Cawan.....   | 42             |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 3.8 <i>Spoon</i> .....   | 42 |
| Gambar 3.9 Oven.....  | 44 |
| Gambar 3.10 Bejana Gelas 500 ml .....                                       | 45 |
| Gambar 3.11 Piknometer.....   | 45 |
| Gambar 3.12 Kerucut Terpancung.....   | 45 |
| Gambar 3.13 Penumbuk .....  | 46 |
| Gambar 3.14 Saringan No. 4 .....  | 46 |
| Gambar 3.15 Batang Penumbuk .....   | 49 |
| Gambar 3.16 Silinder Agregat Halus .....                                    | 49 |
| Gambar 3.17 Silinder Agregat Kasar .....                                    | 50 |
| Gambar 3.18 Timbangan Digital .....   | 51 |
| Gambar 3.19 Bejana <i>Rudolph</i> .....                                     | 53 |
| Gambar 3.20 Tongkat Pematik.....  | 53 |
| Gambar 3.21 Mesin Penekan.....  | 53 |
| Gambar 3.22 <i>Le Chatelier Flash</i> .....                                 | 54 |
| Gambar 3.23 Corong Kaca .....   | 55 |
| Gambar 3.24 Spatula .....   | 55 |
| Gambar 3.25 Cetakan Silinder Beton.....                                     | 56 |
| Gambar 3.26 Cetakan Silinder Beton dan Alat Tekanan Awal Laboratorium ..... | 57 |
| Gambar 4.1 Zona Gradasi Agregat Halus .....                                 | 63 |



## DAFTAR GRAFIK

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| Grafik 4.1 Uji Kuat Tekan Beton Normal Tanpa Perlakuan Tekanan Awal<br>Pada Beton Segar .....   | 76             |
| Grafik 4.2 Uji Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal<br>12,5 kg/cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar .....                | 78             |
| Grafik 4.3 Uji Kuat Tekan Beton Normal Dengan Perlakuan Tekanan Awal<br>25 kg/cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar .....                  | 80             |
| Grafik 4.4 Uji Kuat Tekan Beton Kelapa Sawit Tanpa Perlakuan Tekanan<br>Awal Pada Beton Segar .....                                   | 82             |
| Grafik 4.5 Uji Kuat Tekan Beton Cangkang Kelapa Sawit Dengan<br>Perlakuan Tekanan Awal 12,5 kg/cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar ..... | 84             |
| Grafik 4.6 Uji Kuat Tekan Beton Cangkang Kelapa Sawit Dengan<br>Perlakuan Tekanan Awal 25 kg/cm <sup>2</sup> Pada Beton Segar .....   | 86             |
| Grafik 4.7 Hasil Keseluruhan Uji Kuat Tekan Beton .....   | 88             |
| Grafik 4.8 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Akibat Perlakuan Tekanan Awal  | 92             |
| Grafik 4.9 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Akibat Penggunaan Cangkang<br>Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Agregat Kasar .....       | 93             |
| Grafik 4.10 Rerata Berat Isi Beton .....  | 95             |