

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BUBUT BESI TERHADAP KUAT  
LENTUR PADA BETON MUTU  $f_c' 20 \text{ MPa}$**



**LAPORAN AKHIR**

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Dalam Menyelesaikan Pendidikan  
Diploma III Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Disusun Oleh :**

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| <b>Kharina Amalda Yuzaherdi</b> | <b>062130100561</b> |
| <b>Ratu Cantika Alfeni</b>      | <b>062130100593</b> |

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2024**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BUBUT BESI TERHADAP  
KUAT LENTUR PADA BETON MUTU  $f_c'$  20 Mpa**



**LAPORAN AKHIR**

**Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Laporan Akhir Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Pembimbing I,**

**Sudarmadji, S.T., M.T.**  
**NIP. 196101011988031004**

**Pembimbing II,**

**Rio Marpen, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 199005162019031010**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

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

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BUBUT BESI TERHADAP KUAT  
LENTUR PADA BETON MUTU  $F_c' 20 \text{ MPa}$**

**LAPORAN AKHIR**

**Disetujui oleh Dosen Penguji Laporan Akhir  
Program Studi Diploma III Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Dosen Penguji**

1. **Drs. Sudarmadji, S.T., M.T.**  
**NIP. 196101011988031004**
2. **Drs. Suhadi, S.T., M.T.**  
**NIP. 1959091986031005**
3. **Amiruddin, ST. M.Eng.Sc.**  
**NIP. 197005201995031001**
4. **Julian Fikri, S.S.T., M.Sc.**  
**NIP. 199207142020121011**
5. **M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T.**  
**NIP. 197207012006041001**
6. **Sumiati, S.T., M.T.**  
**NIP. 196304051989032002**

**Tanda Tangan**



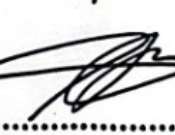
.....



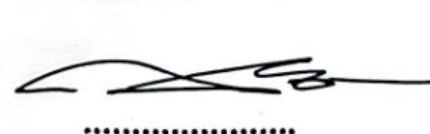
.....



.....



.....



.....



.....

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

*"Tiada gunanya harta dan kesuksesanku di dunia jika orang tuaku tidak ada".*

– Penulis

*"Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu."*

– QS. Al-Baqarah: 216

*"Keberhasilan bukanlah milik orang pintar. Keberhasilan milik mereka yang terus berusaha".*

– B. J. Habibie

### PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbii alamiin sungguh sebuah perjuangan yang besar dan panjang untuk sampai di titik ini. Rasa syukur dan bahagia saya persembahkan untuk orang-orang yang saya sayangi dan sangat berarti dalam hidup saya.

1. Allah SWT Pencipta alam semesta yang telah memberikan rezeki, kemudahan, kenikmatan, kesehatan serta Rahmat-nya sepanjang hidup saya.
2. Orangtua saya tercinta Henny Rahdiyanti A.Md.Ak dan Yuchnaidi S.T. Uda dan uni saya Adithya Yuzaherdi S.T, Anisa Frilia Yuzaherdi S.SI, M.Haris Yuzaherdi S.T yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan mendoakan saya.
3. Kekasih saya Muhammad Rizky Fadillah A.Md.Kom yang selalu ada membantu, menghibur saya dan memberikan dukungan serta motivasi selama saya mengerjakan laporan.
4. Dosen Pembimbing kami Bapak Drs. Sudarmadji, S.T., MT dan Bapak Rio Marpen, ST., M.Eng yang telah membimbing, mengajarkan dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada kami.
5. Seluruh Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat.
6. Rekan saya, Ratu Cantika Alfeni yang telah berusaha dengan maksimal untuk menyelesaikan laporan dan berhasil melewati suka duka bersama.

7. Sahabat saya Moulya Ramadhani dan Asmara Mellyana Putri yang selalu menghibur, menguatkan dan meyakinkan saya selama pembuatan laporan.
8. Terima kasih untuk orang-orang yang telah memberikan bantuan, dukungan, masukan dan telah merayakan kebahagiaan ini.

***Kharina Amalda Yuzaherd***

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

*“Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya.”*

*“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”*

(Q.S Al-Baqarah : 286)

*“Orang tua dirumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan, jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tak sebanding dengan perjuangan mereka menghidupimu.”*

### PERSEMBAHAN

Laporan ini telah selesai disusun, terima kasih kepada :

1. Allah SWT. Yang telah memberikan Kesehatan, kekuatan, dan Rahmat-Nya dan atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini tepat waktu dan lancar. Sholawat serta salam juga penulis haturkan kepada habibana wa nabiana Muhammad SAW yang telah membimbing umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman terang benderang seperti sekarang.
2. Kedua orang tuaku Ayah Alfian Tori, Mama Suhaida Aini dan Abang Elvis Vikram Novaldo, Abang Bram Brando dan Kakak Ipar ku Natasha Deliviani, Kesayangan Cinta Hati Bunda Kamaesha Nala Ibrahim yang tersayang dan tercinta, yang selalu memberikan doa yang tiada hentinya , juga dukungan, senantiasa selalu ada dan menghibur penulis disaat penulis sedang tidak baik-baik saja.
3. Dosen Pembimbing Bapak Drs. Sudarmadji, S.T., M.T. dan Bapak Rio Marpen, S.T., M.Eng. yang telah membimbing kami dengan sangat baik dan memberikan banyak ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis.
4. Untuk Kekasih Saya M. Dimas Surya Pramana, terima kasih untuk dukungan yang selalu diberikan kepada penulis, untuk semua candaan yang diberikan agar penulis tidak merasa sendirian, terima kasih karna selalu meyakinkan bahwa penulis dapat menyelesaikan laporan ini, terakhir terima kasih sudah sangat membantu dalam menyelesaikan laporan ini.

5. Partner LA saya, Kharina Amalda Yuzaherdi yang telah bersama-sama saling membantu dalam menyelesaikan laporan akhir ini dan menghadapi semua suka duka yang terjadi selama proses penyelesaian laporan akhir ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Sipil dan Dosen Laboratorium yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
7. Untuk sepupu-sepupu ku Ayuk Dia dan Ayuk Nia, terima kasih karna sudah hadir dan menularkan mood yang baik kepada penulis.
8. Untuk sahabat tersayang ku, Khairisa Aisyah Meutuwah dan Meta Kurnia Andini terima kasih selalu ada, memberikan semangat dan doa, juga selalu mendengar keluh kesah penulis. Doa terbaik untuk kita semua, semoga ilmu yang kita dapat bermanfaat.

***Ratu Cantika Alfeni***

**ABSTRAK****PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BUBUT BESI TERHADAP KUAT LENTUR PADA BETON MUTU  $F_c'$  20 MPa**

Oleh : Kharina Amalda Yuzaherdi<sup>1</sup>. Ratu Cantika Alfeni<sup>2</sup>

Mengulas pengaruh penambahan limbah bubut besi terhadap kuat lentur pada beton mutu  $F_c'$  20 MPa. Tujuan dari penelitian ini untuk meneliti pengaruh limbah bubut besi sebagai bahan tambahan dalam campuran beton. Metode penelitian dilakukan dengan memvariasikan persentase limbah bubut besi 0%, 5%, 10%, dan 15% dalam campuran beton. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari, kemudian menghitung kuat lentur dari setiap sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap penambahan limbah bubut besi tidak dapat meningkatkan kuat lentur beton  $F_c'$  20 MPa secara signifikan. Nilai rata-rata kuat lentur beton pada umur 28 hari beton normal dan beton dengan penambahan serat bubut pada variasi 5%, 10% dan 15% secara berturut-turut yaitu 2.687 MPa, 2.351 MPa, 2.343 MPa, 1.69. Dari data tersebut, nilai kuat lentur tertinggi terjadi pada beton normal tanpa tambahan serat bubut sebesar 2.687 MPa.

***Kata Kunci : Limbah Serat Bubut Besi, Kuat Lentur, Beton mutu  $F_c'$  20 MPa***

**ABSTRACT****THE EFFECT OF IRON TURNING WASTE ADDITION ON FLEXURAL STRENGTH OF Fc' 20 MPa CONCRETE**

By: Kharina Amalda Yuzaherdi<sup>1</sup>. Ratu Cantika Alfeni<sup>2</sup>

Reviewing the effect of iron turning waste addition on flexural strength of Fc' 20 MPa concrete. The purpose of this study was to examine the effect of iron turning waste as an additional material in concrete mixture. The research method was carried out by varying the percentage of iron turning waste 0%, 5%, 10%, and 15% in the concrete mixture. Flexural strength testing was carried out at the age of 28 days, then calculating the flexural strength of each sample. The results of the study showed that each addition of iron turning waste could not significantly increase the flexural strength of Fc' 20 MPa concrete. The average flexural strength of concrete at the age of 28 days of normal concrete and concrete with the addition of lathe fiber at variations of 5%, 10% and 15% respectively are 2,687 MPa, 2,351 MPa, 2,343 MPa, 1.69. From these data, the highest flexural strength value occurs in normal concrete without the addition of lathe fiber of 2,687 MPa.

***Keywords: Iron Lathe Fiber Waste, Flexural Strength, Concrete quality Fc' 20 MPa***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Limbah Bubut Besi Terhadap Kuat Lentur Pada Beton Mutu Fc’ 20 MPa”**. Laporan akhir ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan Laporan akhir ini penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat memberikan yang terbaik, akan tetapi penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan akhir ini. Hal ini terjadi karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki, namun berkat bimbingan, petunjuk dan nasehat dari semua pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga laporan akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Irwan Rusnadi, M.T. 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 Drs. Sudarmadji, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan, saran dan kritik serta nasehat kepada kami sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Akhir ini.
5. Bapak Rio Marpen, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, dan memberi arahan, saran, serta nasehat kepada kami sehingga bisa menyelesaikan Laporan Akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta para Staff Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya yang selama ini telah memberikan ilmu pengetahuan kepada kami.
7. Kepada Orang Tua tercinta yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi dan senantiasa selalu mendoakan dalam mengerjakan Laporan Akhir ini, dan selalu menemani dalam situasi tersulit.

8. Special untuk M. Dimas Surya Pramana dan M. Rizky Fadillah, yang telah senantiasa menemani penulis dari tahap awal hingga tahap akhir dalam penulisan laporan akhir ini, memberikan semangat dan dukungan, serta tak henti-hentinya memberikan bantuan dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan laporan ini.
9. Kepada semua rekan-rekan Mahasiswa kelas 6 SD dan teman-teman Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah saling mendukung dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Laporan Akhir ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dorongan selama pengerjaan Laporan Akhir ini agar dapat selesai tepat pada waktunya.

Akhir kata penulis menyampaikan maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kekurangan dalam laporan akhir ini, karena kesempurnaan hanya milik Allah SWT, untuk itu segala kritik dan saran akan penulis terima dengan kerendahan hati, Penulis sangat mengharapkan semoga Allah SWT dapat melimpahkan rahmat-Nya kepada mereka dan membalas kebaikan dan pengorbanan yang diberikan kepada penulis dan semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa/i jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                    | <b>i</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                  | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                 | <b>xvi</b>  |
| <b>DAFTAR GRAFIK .....</b>                 | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>             | <b>18</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                   | 18          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                  | 19          |
| 1.3 Batasan Masalah.....                   | 19          |
| 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....     | 20          |
| 1.4.1 Tujuan .....                         | 20          |
| 1.4.2 Manfaat .....                        | 20          |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....             | 21          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>        | <b>22</b>   |
| 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu .....      | 22          |
| 2.2 Beton .....                            | 24          |
| 2.2.1 Beton Normal.....                    | 24          |
| 2.3 Komposisi Beton.....                   | 27          |
| 2.3.1 Agregat Halus .....                  | 27          |
| 2.3.2 Agregat Kasar .....                  | 27          |
| 2.3.3 Semen.....                           | 28          |
| 2.3.4 Air .....                            | 29          |
| 2.3.5 Besi .....                           | 29          |
| 2.4 Kuat Tekan .....                       | 30          |
| 2.5 Kuat Lentur Beton.....                 | 31          |
| 2.6 Slump dan Faktor Air Semen (FAS) ..... | 32          |
| 2.8 Perawatan Beton.....                   | 34          |
| 2.9 Teknik Pengumpulan Data .....          | 34          |
| 2.9.1 Data Primer .....                    | 34          |
| 2.9.2 Data Sekunder.....                   | 46          |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                               | <b>47</b> |
| 3.1 Lokasi Dan Tempat Penelitian .....                                   | 47        |
| 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian .....                                | 47        |
| 3.3 Waktu Pengujian Dan Tahapan Pengujian .....                          | 49        |
| 3.4 Bahan Penelitian.....                                                | 49        |
| 3.5 Alat Penelitian .....                                                | 50        |
| 3.6 Pelaksanaan Penelitian .....                                         | 50        |
| 3.6.1 Analisa Saringan Agregat.....                                      | 50        |
| 3.6.2 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....                            | 52        |
| 3.6.3 Bobot Isi Gembur Agregat .....                                     | 54        |
| 3.6.4 Bobot Isi Padat Agregat .....                                      | 55        |
| 3.6.5 Kadar Air Agregat .....                                            | 57        |
| 3.6.6 Kadar Lumpur Agregat .....                                         | 58        |
| 3.6.7 Kekerasan Agregat Kasar.....                                       | 59        |
| 3.6.8 Berat Jenis Semen.....                                             | 60        |
| 3.6.9 Konsistensi Semen.....                                             | 61        |
| 3.6.10 Waktu Ikut Semen .....                                            | 61        |
| 3.7 Formulir Perencanaan Campuran Beton .....                            | 64        |
| 3.8 Rencana Benda Uji.....                                               | 65        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>                                  | <b>66</b> |
| 4.1 Hasil Pengujian di Laboratorium .....                                | 66        |
| 4.1.1 Perencanaan Campuran Beton .....                                   | 76        |
| 4.1.2 Langkah-langkah perencanaan mix design sesuai SNI 03-2834-2000 :   | 76        |
| 4.1.3 Kebutuhan Material Benda Uji Balok .....                           | 87        |
| 4.1.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rencana .....                     | 88        |
| 4.1.5 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Normal.....                      | 89        |
| 4.1.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton Normal + Serat Bubut 5%..  | 89        |
| 4.1.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton Normal + Serat Bubut 10%90 |           |
| 4.1.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Lentur Beton Normal + Serat Bubut 15%91 |           |
| 4.2 Analisa Regresi Kuat Lentur Beton .....                              | 93        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                                | <b>94</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                     | 94        |
| 5.2 Saran.....                                                           | 94        |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Batas Gradasi Untuk Agregat Halus.....                                                                                        | 27 |
| Tabel 2.2 Batas Gradasi Untuk Agregat Kasar.....                                                                                        | 28 |
| Tabel 2.3 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan FAS, dan agregat kasar yang dipakai di Indonesia.....                             | 38 |
| Tabel 2.4 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m <sup>3</sup> ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton ..... | 39 |
| Tabel 2.5 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.....   | 40 |
| Tabel 2.6 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (Kerikil atau Koral) .....                                          | 41 |
| Tabel 2.7 Data sifat fisik agregat.....                                                                                                 | 43 |
| Tabel 2.8 Tingkat pengendalian mutu pekerjaan.....                                                                                      | 44 |
| Tabel 3.2 Jumlah Sampel Pengujian Kuat Tekan .....                                                                                      | 65 |
| Tabel 3.3 Jumlah Sampel Pengujian Kuat Lentur .....                                                                                     | 65 |
| Tabel 4.1 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....                                                                           | 67 |
| Tabel 4.2 Data pengujian analisa saringan agregat halus.....                                                                            | 68 |
| Tabel 4.3 Data pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.....                                                                  | 69 |
| Tabel 4.4 Data pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.....                                                                  | 70 |
| Tabel 4.5 Data pengujian kadar air .....                                                                                                | 71 |
| Tabel 4.6 Data pengujian kadar lumpur .....                                                                                             | 71 |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.7 Data Pengujian Bobot Isi Gembur Agregat Halus .....                  | 72 |
| Tabel 4.8 Data Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus.....                    | 72 |
| Tabel 4.9 Data pengujian bobot isi gembur agregat kasar .....                  | 73 |
| Tabel 4.10 Data pengujian bobot isi padat agregat kasar.....                   | 73 |
| Tabel 4.11 Data pengujian kekerasan agregat kasar.....                         | 74 |
| Tabel 4.12 Data pengujian berat jenis portland.....                            | 74 |
| Tabel 4.13 Data pengujian konsistensi semen.....                               | 75 |
| Tabel 4.14 Data pengujian waktu ikat semen.....                                | 75 |
| Tabel 4.15 Proporsi Campuran Teoritis.....                                     | 83 |
| Tabel 4.16 Kebutuhan material 4 balok .....                                    | 87 |
| Tabel 4.17 Kebutuhan jumlah penambahan serat bubut .....                       | 88 |
| Tabel 4.18 Data pengujian kuat tekan beton rencana.....                        | 88 |
| Tabel 4.19 Data pengujian kuat tekan lentur beton normal .....                 | 89 |
| Tabel 4.20 Data pengujian kuat tekan lentur beton normal + Serat Bubut 5%....  | 90 |
| Tabel 4.21 Data pengujian kuat tekan lentur beton normal + Serat Bubut 10%.... | 91 |
| Tabel 4.22 Data pengujian kuat tekan lentur beton normal + Serat Bubut 15%.... | 92 |

**DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar B.1 Patah pada $\frac{1}{3}$ bentang tengah (Rumus 1) .....                                            | 31 |
| Gambar B.2 Patah diluar $\frac{1}{3}$ bentang tengah dan garis patah pada $< 5\%$ dari bentang (Rumus 2)..... | 32 |
| Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian .....                                                              | 47 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian .....                                                              | 48 |
| Gambar 4.1 Grafik Zona Gradasi Agregat Halus.....                                                             | 68 |

## DAFTAR GRAFIK

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Grafik 2.1 Hubungan antara kuat tekan dan factor air semen (benda uji silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)..... | 33 |
| Grafik 2.2 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm .....       | 41 |
| Grafik 2.3 Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan .....                                      | 42 |
| Grafik 4.1 Zona Gradasi Agregat Halus.....                                                                          | 68 |
| Grafik 4.2 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (FAS).....                                               | 78 |
| Grafik 4.3 Rata – rata kuat lentur beton normal.....                                                                | 89 |
| Grafik 4.4 Rata – rata kuat lentur beton dengan tambahan serat limbah bubut 5% .....                                | 90 |
| Grafik 4.5 Rata – rata kuat lentur beton dengan tambahan serat limbah bubut 10% .....                               | 91 |
| Grafik 4.6 Rata – rata kuat lentur beton dengan tambahan serat bubut 15%.....                                       | 92 |
| Grafik 4.7 Regresi kuat tekan beton normal .....                                                                    | 93 |