

# PENGARUH SIKLUS KOMPAKSI TERHADAP PARAMETER KOMPAKSI MATERIAL *CRUSHED LIMESTONE*

Rizal Febiferdiansa  
NRP: 1421905

Pembimbing: Andrias Suhendra Nugraha, S.T.,M.T.

## ABSTRAK

Beban kendaraan (lalu lintas) yang bekerja pada suatu konstruksi jalan tidak bersifat statik (diam) tetapi berubah-ubah baik dalam hal besar beban demikian pula untuk repetisi beban atau pengulangan bebannya. Untuk memodelkan besar beban dan repetisi beban pada bagian *subgrade* konstruksi jalan, dilakukan uji kompaksi di laboratorium dengan 3 siklus. Siklus 1 memodelkan kondisi bagian *subgrade* konstruksi jalan yang besar beban desainnya sudah direncanakan tetapi belum mengalami repetisi beban, kemudian siklus 2 memodelkan kondisi bagian *subgrade* konstruksi jalan yang sudah mengalami repetisi beban sebesar dua kali dari siklus 1, dan siklus tiga memodelkan kondisi bagian *subgrade* konstruksi jalan yang sudah mengalami repetisi beban sebesar tiga kali dari siklus 1.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh siklus kompaksi terhadap parameter kompaksi. Material uji yang digunakan adalah *crushed limestone* 2mm dan 3mm dengan jenis gradasi buruk (*poorly graded*) dan kedua material tersebut berasal dari kawasan *karst* Citatah Rajamandala, Padalarang. Uji kompaksi laboratorium yang dilakukan menggunakan metode *standard proctor* dan mengacu pada standar uji ASTM D698. Siklus 1 menggunakan *mold standard*, sementara untuk siklus 2 dan siklus 3 menggunakan *mold non-standard*.

Nilai *maximum dry density*,  $\gamma_{dry\ max}$  untuk material *crushed limestone* 2mm siklus 1, siklus 2, dan siklus 3 sebesar  $1,54t/m^3$ . Nilai tersebut menunjukkan bahwa siklus kompaksi tidak mempengaruhi nilai *maximum dry density*,  $\gamma_{dry\ max}$ . Nilai  $\gamma_{dry\ max}$  pada material *crushed limestone* 3mm siklus 1, siklus 2, dan siklus 3 berturut-turut adalah sebesar  $1,57t/m^3$ ,  $1,54t/m^3$  dan  $1,56t/m^3$  dan menghasilkan penurunan dari nilai  $\gamma_{dry\ max}$  siklus 2 terhadap nilai  $\gamma_{dry\ max}$  siklus 1 sebesar 1,91% dan penurunan dari nilai  $\gamma_{dry\ max}$  siklus 3 terhadap nilai  $\gamma_{dry\ max}$  siklus 1 sebesar 0,63%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siklus kompaksi mempengaruhi nilai  $\gamma_{dry\ max}$  untuk material *crushed limestone* 3mm.

**Kata Kunci** : *Crushed Limestone*, Kompaksi, *Maximum Dry Density*, Kadar Air Optimum, Siklus Kompaksi

# ***EFFECT OF CYCLE COMPACTION TO COMPACTION PARAMETERS OF CRUSHED LIMESTONE MATERIAL***

**Rizal Febiferdiansa  
NRP: 1421905**

**Supervisor: Andrias Suhendra Nugraha, S.T.,M.T.**

## **ABSTRACT**

*Traffic load working on a road construction is not static (stationary) but change both in terms of the load as well as for repetition load. For modeling of the traffic load and load repetition on the subgrade of road construction, compaction test performed in the laboratory with 3 cycles. 1<sup>st</sup> cycle model the conditions of section subgrade extensive road construction load design has been planned but have not experienced repetition load, then 2<sup>nd</sup> cycle model the conditions of section subgrade road construction has experienced repetition load of twice of 1<sup>st</sup> cycle and 3<sup>rd</sup> cycle models the conditions of this part of the subgrade construction road who has experienced reps load by three times from 1<sup>st</sup> cycle.*

*The study aims to analyze the influence of the compaction cycle of the compaction parameters. Test material used is crushed limestone 2mm and 3mm with poor gradation type (poorly graded) and a second material such materials come from the karst region Citatah Rajamandala, Padalarang. Laboratory compaction test performed using standard methods proctor and refers to the standard test ASTM D698. 1<sup>st</sup> cycle using standard mold, while for 2<sup>nd</sup> cycle and 3<sup>rd</sup> cycle uses a non-standard mold.*

*Rated maximum dry density,  $\gamma_{dry\ max}$  for crushed limestone material 2mm 1<sup>st</sup> cycle, 2<sup>nd</sup> cycle and 3<sup>rd</sup> cycle of 1.54t/m<sup>3</sup>. These values indicate that the compacting cycle does not affect the value of maximum dry density,  $\gamma_{dry\ max}$ . Value  $\gamma_{dry\ max}$  at 3mm crushed limestone material 1<sup>st</sup> cycle, 2<sup>nd</sup> cycle and 3<sup>rd</sup> cycle consecutive amounted 1.57t/m<sup>3</sup>, 1.54t/m<sup>3</sup> and 1.56t/m<sup>3</sup> and resulted in a decrease of the value  $\gamma_{dry\ max}$  2<sup>nd</sup> cycle to the value  $\gamma_{dry\ max}$  1<sup>st</sup> cycle of 1.91% and a decrease of 3<sup>rd</sup> cycle  $\gamma_{dry\ max}$  value against the value  $\gamma_{dry\ max}$  1<sup>st</sup> cycle of 0.63%. These results indicate that a cycle of compaction affects  $\gamma_{dry\ max}$  value for crushed limestone material 3mm.*

**Key Word** : Crushed Limestone, Compaction, Maximum Dry Density, Optimum Water Content, Cycle Compaction

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>v</b>
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN LITERATUR</b>	
2.1 <i>Limestone</i> .....	4
2.1.1 Kandungan <i>Limestone</i> .....	6
2.1.2 Jenis <i>Limestone</i> .....	6
2.1.3 Klasifikasi <i>Limestone</i> .....	7
2.1.4 Fungsi <i>Limestone</i> .....	9
2.2 <i>Sieve Analysis</i> .....	12
2.3 Kompaksi .....	12
2.3.1 Faktor Yang Dapat Mempengaruhi Hasil Kompaksi .....	13
2.3.2 Uji Kompaksi Standar ( <i>Standard Proctor Test</i> ).....	15
2.3.3 Faktor Koreksi .....	17
2.3.4 Kompaksi di Lapangan .....	17
2.4 Pengaruh Energi Terhadap Uji Kompaksi .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir .....	23
3.2 Material Uji .....	25
3.3 Persiapan Sampel Uji di Laboratorium .....	25
3.4 Pengujian Kadar Air ( <i>Water Content</i> ), $w$ .....	27
3.5 Pengujian Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ) $G_s$ .....	29
3.6 Pengujian Kompaksi ( <i>Compaction</i> ) di Laboratorium .....	30
3.7 Faktor Koreksi.....	41

## **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1 Penamaan Pada Sampel Uji .....	42
4.2 Hasil Uji Indeks Properti Material <i>Crushed Limestone</i> .....	42
4.2.1 <i>Water Content, w</i> .....	42
4.2.2 <i>Specific Gravity, G<sub>s</sub></i> .....	43
4.3 Pengujian <i>Sieve Analysis</i> .....	44
4.3.1 Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i> Sampel Uji SUa.....	44
4.3.2 Hasil Uji <i>Sieve Analysis</i> Sampel Uji SUB .....	46
4.4 Uji Kompaksi ( <i>Compaction</i> ) .....	48
4.4.1 Uji Kompaksi Sampel Uji SUa Siklus 1 .....	48
4.4.2 Uji Kompaksi Sampel Uji SUa Siklus 2 .....	49
4.4.3 Uji Kompaksi Sampel Uji SUa Siklus 3 .....	49
4.4.4 Uji Kompaksi Sampel Uji SUB Siklus 1 .....	55
4.4.5 Uji Kompaksi Sampel Uji SUB Siklus 2 .....	56
4.4.6 Uji Kompaksi Sampel Uji SUB Siklus 3 .....	57
4.5 Faktor Koreksi .....	63
4.5.1 Faktor Koreksi Terhadap Nilai <i>Maximum Dry Density</i> , $\gamma_{dry\ max}$ Sampel Uji SUa Siklus 2 dan Siklus 3 .....	63
4.5.2 Faktor Koreksi Terhadap Nilai <i>Maximum Dry Density</i> , $\gamma_{dry\ max}$ Sampel Uji SUB Siklus 2 dan Siklus 3 .....	65
4.6 Pengaruh Siklus Kompaksi Terhadap Nilai <i>Maximum</i> <i>Dry Density, <math>\gamma_{dry\ max}</math></i> .....	67
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Simpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN</b> .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batu <i>Limestone</i> .....	4
Gambar 2.2 <i>Crushed Limestone</i> 2mm.....	5
Gambar 2.3 <i>Crushed Limestone</i> 3mm.....	5
Gambar 2.4 Golongan Batuan Sedimen Utama Serta Proses-Proses Pembentukannya .....	8
Gambar 2.5 <i>Flow Chart</i> Untuk Klasifikasi <i>Coarse-Grained Soils</i> .....	9
Gambar 2.6 Pengaruh Energi Kompaksi Terhadap Kompaksi .....	14
Gambar 2.7 Alat Uji Kompaksi Standar Laboratorium (a) Alat Kompaksi dan <i>Rammer</i> (b) Dimensi Alat Kompaksi .....	15
Gambar 2.8 Alat Uji Kompaksi Laboratorium (a) <i>Mold Non-Standard A</i> <i>Volume</i> 638,86cm <sup>3</sup> (b) <i>Mold Non-Standard B</i> <i>Volume</i> 251,66cm <sup>3</sup> .....	15
Gambar 2.9 Dimensi Alat Uji Kompaksi <i>Modified</i> Laboratorium. (a) <i>Modified Mold A</i> (b) <i>Modified Mold B</i> .....	16
Gambar 2.10 Mesin Penggilas Roda Halus ( <i>Three Wheel Roller</i> ) .....	19
Gambar 2.11 <i>Vibrating Roller Compactor</i> .....	20
Gambar 2.12 <i>Sheep Foot Roller</i> .....	21
Gambar 2.13 <i>Rammer</i> .....	21
Gambar 2.14 (a) <i>Vibratory Plate</i> (b) <i>Reversible Plate</i> .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 3.2 Alat Uji Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ), $G_s$ .....	29
Gambar 3.3 Alat Uji Kompaksi .....	30
Gambar 3.4 Alat Uji Kompaksi Siklus 1 .....	32
Gambar 3.5 Alat Uji Kompaksi Siklus 2 .....	33
Gambar 3.6 Alat Uji Kompaksi Siklus 3 .....	33
Gambar 4.1 Kurva <i>Grain Size Distribution Curve</i> SUa.....	45
Gambar 4.2 Kurva <i>Grain Size Distribution Curve</i> SUB .....	47
Gambar 4.3 Kurva Kompaksi SUa Siklus 1.....	48
Gambar 4.4 Kurva Kompaksi SUa Siklus 2.....	49
Gambar 4.5 Kurva Kompaksi SUa Siklus 3.....	50
Gambar 4.6 Kurva Kompaksi Gabungan SUa .....	51
Gambar 4.7 Kurva $\gamma_{dry}$ Terhadap Siklus Kompaksi SUa.....	52
Gambar 4.8 Kurva <i>Moisture Content</i> , $w$ Terhadap Siklus Kompaksi SUa.....	53
Gambar 4.9 Kurva Parameter Kompaksi <i>Maximum Dry Density</i> , $\gamma_{dry\ max}$ Siklus Terhadap Kompaksi SUa.....	54
Gambar 4.10 Kurva Parameter Kompaksi <i>Optimum Moisture Content</i> , $w_{opt}$ Terhadap Siklus Kompaksi SUa .....	55
Gambar 4.11 Kurva Kompaksi SUB Siklus 1 .....	56
Gambar 4.12 Kurva Kompaksi SUB Siklus 2 .....	57
Gambar 4.13 Kurva Kompaksi SUB Siklus 3 .....	58
Gambar 4.14 Kurva Kompaksi Gabungan SUB.....	59
Gambar 4.15 Kurva <i>Dry Density</i> , $\gamma_{dry}$ Terhadap Siklus Kompaksi SUB.....	60

Gambar 4.16 Kurva <i>Moisture Content, w</i> Terhadap Siklus Kompaksi SUB .....	61
Gambar 4.17 Kurva Parameter Kompaksi <i>Maximum Dry Density, <math>\gamma_{dry\ max}</math></i> Terhadap Siklus Kompaksi Kompaksi SUB.....	62
Gambar 4.18 Kurva Parameter Kompaksi <i>Water Content Optimum, <math>w_{opt}</math></i> Terhadap Siklus Kompaksi SUB .....	63
Gambar 4.19 Kurva Perbandingan $\gamma_{dry}$ Koreksi SUB <i>Mold Non-Standard</i> Terhadap SUB Siklus 2 dan SUa Siklus 3 <i>Mold Standard</i> .....	65
Gambar 4.20 Kurva Perbandingan $\gamma_{dry}$ Koreksi SUB <i>Mold Non-Standard</i> Terhadap SUB Siklus 2 dan SUB Siklus 3 <i>Mold Standard</i> .....	66



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Alat Kompaksi Berdasarkan Material.....	18
Tabel 3.1	<i>Quartering</i> .....	26
Tabel 3.2	Langkah-Langkah Pengujian Kadar Air .....	27
Tabel 3.3	Dimensi <i>Mold</i> Kompaksi .....	30
Tabel 3.4	Persiapan Material Untuk Setiap Sampel Uji .....	34
Tabel 3.5	<i>Mixing</i> dan <i>Curing</i> Untuk Setiap Sampel Uji .....	35
Tabel 3.6	Tahapan Uji Kompaksi Siklus 1 .....	36
Tabel 3.7	Tahapan Pengambilan Kadar Air Pada <i>Mold</i> .....	38
Tabel 3.8	Perlakuan Terhadap Sampel Uji Pada Saat <i>Wet Sieving</i> .....	40
Tabel 4.1	Penamaan Sampel Uji .....	42
Tabel 4.2	Indeks Properti Material Uji <i>Initial Water Content, w (%)</i> .....	43
Tabel 4.3	Indeks Properti Material Uji <i>Specific Gravity, G<sub>s</sub></i> .....	43
Tabel 4.4	Klasifikasi Indeks Properti Material Uji .....	43
Tabel 4.5	<i>Sieve Analysis</i> Padalarang Material <i>Limestone SUa</i> .....	45
Tabel 4.6	Parameter Material Uji <i>SUa</i> .....	45
Tabel 4.7	<i>Sieve Analysis</i> Padalarang Material <i>Limestone SUB</i> .....	46
Tabel 4.8	Parameter Material Uji <i>SUB</i> .....	46
Tabel 4.9	Parameter Material Uji <i>SUa</i> Dan <i>SUB</i> .....	47
Tabel 4.10	Hasil Uji Kompaksi <i>SUa</i> Siklus 1 .....	48
Tabel 4.11	Hasil Uji Kompaksi <i>SUa</i> Siklus 2 .....	49
Tabel 4.12	Hasil Uji Kompaksi <i>SUa</i> Siklus 3 .....	50
Tabel 4.13	Hasil Uji Kompaksi Gabungan <i>SUa</i> .....	50
Tabel 4.14	<i>Dry Density, γ<sub>dry</sub></i> Terhadap Siklus Kompaksi.....	52
Tabel 4.15	<i>Water Content, w (%)</i> Terhadap Siklus Kompaksi <i>SUa</i> .....	53
Tabel 4.16	Parameter Kompaksi <i>Maximum Dry Density, γ<sub>dry max</sub></i> Terhadap Siklus.....	54
Tabel 4.17	Parameter Kompaksi <i>Optimum Water Content, w<sub>opt</sub> (%)</i> Terhadap Siklus.....	55
Tabel 4.18	Hasil Uji Kompaksi <i>SUB</i> Siklus 1 .....	56
Tabel 4.19	Hasil Uji Kompaksi <i>SUB</i> Siklus 2 .....	57
Tabel 4.20	Hasil Uji Kompaksi <i>SUB</i> Siklus 3 .....	58
Tabel 4.21	Hasil Uji Kompaksi Gabungan <i>SUB</i> .....	58
Tabel 4.22	<i>Dry Density, γ<sub>dry</sub> (t/m<sup>3</sup>)</i> Terhadap Siklus Kompaksi <i>SUB</i> .....	60
Tabel 4.23	<i>Water Content, w (%)</i> Terhadap Siklus Kompaksi <i>SUB</i> .....	61
Tabel 4.24	<i>Maximum Dry Density, γ<sub>dry max</sub></i> Terhadap Siklus Kompaksi <i>SUB</i> .....	62
Tabel 4.25	<i>Optimum Water Content, w<sub>opt</sub></i> Terhadap Siklus .....	62
Tabel 4.26	Nilai Hasil <i>Dry Density, γ<sub>dry</sub></i> Pengujian <i>SUa Mold Standard</i> .....	64
Tabel 4.27	Hasil Faktor Koreksi Nilai <i>Maximum Dry Density, γ<sub>dry max</sub></i> <i>Mold Non-Standard</i> Terhadap <i>SUa Dry Density, γ<sub>dry</sub></i> <i>Mold Standard</i> .....	64
Tabel 4.28	Nilai <i>Dry Density, γ<sub>dry</sub></i> <i>SUB Mold Standard</i> .....	66
Tabel 4.29	Hasil Faktor Koreksi Nilai <i>Maximum Dry Density, γ<sub>dry max</sub></i>	

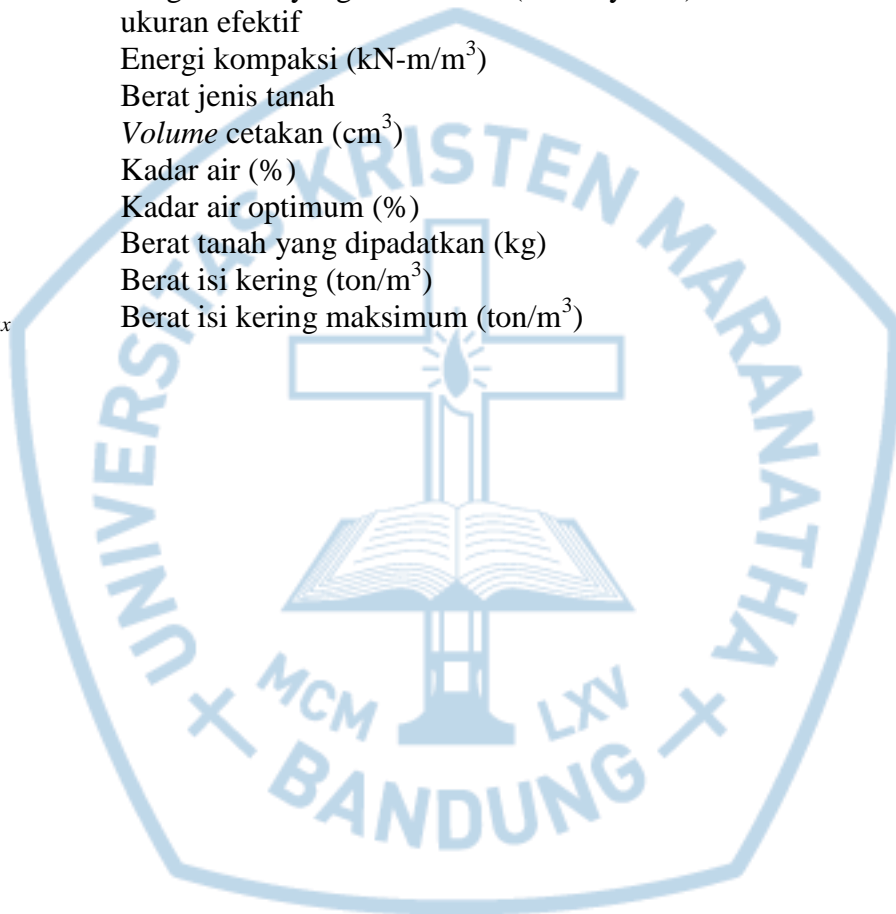
	<i>Mold Non-Standard Terhadap SUB Dry Density, <math>\gamma_{dry}</math></i>	
	<i>Mold Standard</i> .....	66
Tabel 4.30	Perubahan nilai $\gamma_{dry\ max}$ Siklus 2 dan Siklus 3 Terhadap Nilai $\gamma_{dry\ max}$ Siklus 1 Untuk SUa .....	67
Tabel 4.31	Perubahan nilai $\gamma_{dry\ max}$ Siklus 2 dan Siklus 3 Terhadap Nilai $\gamma_{dry\ max}$ Siklus 1 Untuk SUB .....	67
Tabel L1.1	<i>Indeks Properties</i> SUa.....	70
Tabel L2.1	<i>Indeks Properties</i> SUB .....	71
Tabel L3.1	<i>Sieve Analysis</i> SUa .....	72
Tabel L4.1	<i>Sieve Analysis</i> SUB .....	73
Tabel L5.1	Kompaksi SUa Siklus 1 .....	74
Tabel L6.1	Kompaksi SUa Siklus 2 .....	75
Tabel L7.1	Kompaksi SUa Siklus 3 .....	76
Tabel L8.1	Kompaksi SUB Siklus 1 .....	77
Tabel L9.1	Kompaksi SUB Siklus 2 .....	78
Tabel L10.1	Kompaksi SUB Siklus 3.....	79





## DAFTAR NOTASI

$C_u$	Koefisien keseragaman ( <i>uniformity of coefficient</i> )
$C_c$	Koefisien kelengkungan ( <i>coefficient of curvature</i> )
$D_{60}$	Diameter yang bersesuaian dengan 60% lolos ayakan yang ditentukan dari kurva distribusi ukuran butiran
$D_{30}$	Diameter yang bersesuaian dengan 30% lolos ayakan
$D_{10}$	Diameter dalam kurva distribusi ukuran butiran yang bersesuaian dengan 10% yang lebih halus (lolos ayakan) di definisikan sebagai ukuran efektif
$E$	Energi kompaksi ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ )
$G_s$	Berat jenis tanah
$V$	Volume cetakan ( $\text{cm}^3$ )
$w$	Kadar air (%)
$w_{opt}$	Kadar air optimum (%)
$W$	Berat tanah yang dipadatkan (kg)
$\gamma_{dry}$	Berat isi kering ( $\text{ton}/\text{m}^3$ )
$\gamma_{dry max}$	Berat isi kering maksimum ( $\text{ton}/\text{m}^3$ )



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Indeks <i>Properties</i> SUa.....	70
Lampiran L.2	Indeks <i>Properties</i> SUB.....	71
Lampiran L.3	<i>Sieve Analysis</i> SUa.....	72
Lampiran L.4	<i>Sieve Analysis</i> SUB.....	73
Lampiran L.5	Kompaksi SUa Siklus 1.....	74
Lampiran L.6	Kompaksi SUa Siklus 2.....	75
Lampiran L.7	Kompaksi SUa Siklus 3.....	76
Lampiran L.8	Kompaksi SUB Siklus 1.....	77
Lampiran L.9	Kompaksi SUB Siklus 2.....	78
Lampiran L.10	Kompaksi SUB Siklus 3.....	79

