

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR MENGGUNAKAN METODE GEOTEKSTIL DAN CERUCUK (*MICROPILE*)

**(Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas
Selatan Jawa Mojokerto - Sepanjang KM 51+000-KM
52+500)**



Disusun Oleh :
SAIFUL ANAM
NBI : 1431900102

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2022

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR MENGGUNAKAN METODE GEOTEKSTIL DAN CERUCUK (*MICROPILE*)

**(Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas
Selatan Jawa Mojokerto - Sepanjang KM 51+000-KM
52+500)**



Disusun Oleh :

**SAIFUL ANAM
NBI : 1431900102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2022

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR
MENGGUNAKAN METODE GEOTEKSTIL DAN
CERUCUK (*MICROPILE*)

**(Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas
Selatan Jawa Mojokerto – Sepanjang KM 51+000 – KM
52+500)**

**Disusun Sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T) Universitas
17 Agustus 1945 Surabaya**



Disusun oleh :
SAIFUL ANAM
1431900102

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2022

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Saiful Anam
NBI : 1431900102
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR MENGGUNAKAN METODE GEOTEKSTIL DAN CERUCUK (MICROPILE) (Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Mojokerto – Sepanjang KM 51+000 – KM 52+500)

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing


Lally Endah Fatmawati S.T., M.T.
NPP. 20430.17.0762

Mengetahui



Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya


Faradillah Saves, S.T.,M.T
NPP. 20430.15.0674

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Saiful Anam
NBI : 1431900102
Alamat : Jl. Gembong DKA II / No. 145, Surabaya
Telp. / HP. : 0858-5121-7509

Menyatakan bahwa "TUGAS AKHIR" yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata (1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

"Analisis Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Metode Geotekstil Dan Cerucuk (*Micropile*) (Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa Mojokerto – Sepanjang KM 51+000 – KM 52+500)"

Adalah karya saya sendiri, dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila dikemudian hari terdapat klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di indonesia. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Surabaya 1 Oktober 2022

Yang menyatakan



SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Saiful Anam

NBI/NPM : 1431900102

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti (Non-exclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul :

“Analisis Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Metode Geotekstil Dan Cerucuk (*Micropile*) (Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa Mojokerto – Sepanjang KM 51+000 – KM 52+500)”

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasi karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 1 Oktober 2022

Surabaya, 1 Oktober 2022

Yang menyatakan,



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil' alamin, Segala Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan hidayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "**Analisis Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Metode Geotekstil dan Cerucuk (*Micropile*) (Studi Kasus Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa Mojokerto – Sepanjang KM 51+000 – KM 52+500)**". dapat selesai dengan lancar dan sesuai target yang diinginkan.

Sebagaimana mestinya penulis hanyalah manusia yang tak luput dari kesalahan dan kekurangan dalam penulisan ini. Namun penulis berusaha semaksimal mungkin agar tercapai hasil yang memuaskan agar sesuai dengan harapan.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan kepada orang-orang yang telah membantu dalam penggerjaan tesis ini sehingga baik dukungan secara moral ataupun materi. Dengan segala kerendahan hati, dari lubuk hati yang terdalam penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua, yang senantiasa memberikan semangat, motivasi, dukungan, kasih sayang dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Laily Endah Fatmawati, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing dalam penulisan Proposal Tugas Akhir.
3. Ibu Faradillah Saves, ST, MT Selaku Kaprodi Teknik Sipil Unuversitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Bapak Dr. Ir. Sajio, M. Kes, IPM Dekan Fakultas Teknik Unuversitas 17 Agustus 1945 Surabaya
5. Bapak Dr. Mulyanto Nugroho, MM, CMA., CPA selaku rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
6. Seluruh Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

7. Bapak Anang Istanto, ST, Selaku pihak Konsultan di Proyek Pembangunan Jalur ganda Kereta Api Lintas Selatan Jawa Mojokerto-Sepanjang KM 51+000 – KM 52+500.
8. Serta teman-teman yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu Namanya, yang telah memberikan support dan motivasi untuk menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari penulisan tugas akhir ini bukanlah akhir dari suatu pencapaian namun ini adalah awal dari suatu kehidupan dan tanggung jawab yang baru. Sehingga diharapakan doa dan dukungan agar penulisan ini dapat berguna.

Dalam penulisan ini masih banyak kekurangan didalamnya. Maka dari itu kritik, saran yang membangun diharapkan dari pembaca demi kesempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini. Dan juga semoga bermanfaat kepada mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya 1 Oktober 2022

Peneliti

**ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR MENGGUNAKAN
METODE GEOTEKSTIL DAN CERUCUK (*MICROPILE*)
(STUDI KASUS PEMBANGUNAN JALUR GANDA KERETA API
LINTAS SELATAN JAWA MOJOKERTO – SEPANJANG KM 51+000
– KM 52+500)**

Nama : Saiful Anam
NBI : 1431900102
Dosen Pembimbing : Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T

ABSTRAK

Tanah berperan sebagai bahan bangunan diberbagai macam pekerjaan teknik sipil, di sisi lain tanah berperan sebagai pendukung dari pondasi bangunan seperti pada jalan raya dan jalan rel kereta api. Perbaikan tanah ialah suatu jenis dari stabilitas tanah yang berguna sebagai perbaikan dan kinerja yang dibutuhkan oleh syarat teknis. Dalam upaya peningkatan daya dukung tanah dapat dilakukan beberapa metode yang dapat digunakan seperti perbaikan tanah menggunakan Replecement Soil, Metode PVD, Preloading, Cerucuk, Geotekstil, dll.

Penelitian menggunakan metode geotekstil dan metode cerucuk sebagai alternatif perkuatan dimana untuk mencari angka aman (SF) yang memiliki nilainya lebih besar dan lebih baik untuk kondisi tersebut, serta mencari metode alternatif perbaikan tanah yang paling efektif.

Berdasarkan Analisis data yang telah diperhitungkan, didapatkan bahwa kesimpulan dari beban (q) total yaitu sebesar 31 t/m^2 . Lapisan Geotekstil *non-woven* yang dibutuhkan yaitu 2 lapisan, dengan panjang geotekstil (L) adalah 1,825 m. Nilai *safety factor* stabilitas timbunan tanah dengan metode geotekstil *non-woven* = 2,4. Apabila menggunakan Cerucuk (*micropile*) yang dibutuhkan untuk perbaikan tanah menggunakan 3 buah cerucuk di tiap meter dengan jarak antara 2,5 meter, sehingga banyak cerucuk yang dibutuhkan 1.800 cerucuk untuk panjang 1,5 KM. sehingga untuk perbaikan tanah yang efektif yaitu menggunakan geotekstil dengan nilai *safety factor* 2,4 sedangkan untuk cerucuk memiliki nilai *safety factor* 1,5. dan untuk biaya yang lebih efisien yaitu menggunakan geotekstil dengan biaya Rp. Rp.48.300.000,00. yang lebih murah dibanding cerucuk (*micropile*) yaitu dengan biaya Rp. Rp.71.500.000,00. Jadi alternatif perbaikan tanah yaitu menggunakan geotekstil.

Kata Kunci: Perbaikan Tanah, Geotekstil, Cerucuk (*Micropile*)

ANALYSIS OF BASE SOIL IMPROVEMENT USING GEOTEXTILE AND MICROPILE

METHODS (CASE STUDY OF CONSTRUCTION OF DOUBLE LANE RAILWAYS SOUTH JAVA TRAIL MOJOKERTO – SEPANJANG KM 51+000 – KM 52+500)

Student Name : Saiful Anam
NBI : 1431900102
Supervisor : Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T

ABSTRACT

Soil acts as a building material in various kinds of civil engineering work, on the other hand land plays a role as a support for building foundations such as on highways and railroads. Soil improvement is a type of soil stability that is used as a repair and performance required by technical requirements. In an effort to increase the carrying capacity of the soil, several methods can be used, such as soil improvement using Replacement Soil, PVD Method, Preloading, Cerucuk, Geotextiles, etc.

The research used the geotextile method and the crowbar method as an alternative for reinforcement in order to find a safety factor (SF) which has a greater and better value for these conditions, as well as to find the most effective alternative method of soil improvement.

Based on the calculated data analysis, it can be concluded that the total load (q) is 31 layers of non-woven which is 2 layers, with a geotextile length (L) of 1.825 m. The safety factor geotextile method non-woven = 2.4. If using micropile that is needed for soil improvement, use 3 piers per meter with a distance of 2.5 meters, so that the number of piers needed is 1,800 for a length of 1.5 KM. so that for effective soil improvement, namely using geotextiles with a safety factor 2.4 while for cerucuk it has a safety factor 1.5. and for a more efficient cost, namely using geotextiles at a cost of IDR 48,300,000.00. which is cheaper than cerucuk (micropile), which costs Rp. Rp. 71,500,000.00. So an alternative to soil improvement is using geotextiles.

Keywords: Soil Improvement, Geotextile, Cerucuk (*Micropile*)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Tanah	21
2.3 Analisia Gaya – Gaya Yang Ditimbulkan Akibat Susunan	21
2.3.1 Beban Kereta Api yang Terdistribusi pada Lapisan <i>Subgrade</i>	22
2.4 Analisa Stabilitas Timbunan Tanah Dasar	25
2.5 Analisa Penurunan Tanah	25
2.6 Waktu Konsolidasi	29
2.7 Perbaikan Tanah	29
2.8 Metode Geotekstil.....	30

2.8.1 Jenis – Jenis Geotekstil	31
2.9 Analisa Stabilitas Gaya Menggunakan Geotekstil.....	34
2.9.1 Analisa Stabilitas Gaya Dalam Menggunakan Geotekstil	35
2.9.2 Analisa Stabilitas Gaya Luar Menggunakan Geotekstil	38
2.10 Metode Cerucuk (<i>Micropile</i>).....	40
2.11 Analisis Pemasangan Cerucuk (<i>Micropile</i>)	42
2.11.1 Menghitung gaya penahanan (<i>Resisting</i>)	42
2.11.2 Faktor kekakuan <i>relative</i> (T).....	42
2.11.3 Koefisien Momen Disebabkan Gaya Lateral (Fm).....	43
2.11.4 Menghitung gaya horizontal yang mampu dipikul 1 buah cerucuk	43
2.11.5 Menghitung jumlah cerucuk yang dibutuhkan	43
2.11.6 Menghitung jarak cerucuk.....	43
BAB III	44
METODE PENELITIAN.....	45
3.1 Bagan Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>)	45
3.2 Metodologi Penelitian	48
3.2.1 Tahap Awal Penelitian	48
3.2.2 Studi Literatur	48
3.2.3 Survey Lokasi	48
3.2.4 Pengumpulan Data	48
3.2.5 Kondisi Dilapangan (<i>Eksisting</i>).....	53
3.2.6 Pengolahan Data/Analisis Data.....	54
3.2.7 Hasil.....	54
BAB IV	57
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Data Tanah.....	57
4.2 Analisis Parameter Tanah.....	57
4.3 Perhitungan beban yang bekerja diatas timbunan.....	59
4.4 Perhitungan Besar Pemapanatan (Sc) Tanah Asli	59
4.4.1 Akibat Beban Timbunan	59

4.4.2 Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api)	64
4.5 Waktu Pemapatan (Sc) Tanah Asli	66
4.5.1 Waktu Pemapatan Tanah Lunak (<i>t</i>).....	66
4.6 Perhitungan Besar Pemapatan (Sc) <i>Replecement Soil</i>	66
4.6.1 Akibat Beban Timbunan	67
4.6.2 Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api)	71
4.7 Waktu Pemapatan (Sc) <i>Replecement Soil</i>	73
4.7.1 Waktu Pemapatan Tanah <i>Replecement Soil</i> (<i>t</i>).....	74
4.8 Analisa Stabilitas Gaya Dalam Menggunakan Geotekstil	74
4.8.1 Perhitungan Nilai Tegangan Izin (T_{Allow})	75
4.8.2 Perhitungan Jarak Pemasangan Geoteksil	75
4.8.3 Perhitungan Gaya Lateral Pada Tinggi Timbunan 3 m	76
4.8.4 Menentukan Jarak Spasi Pada Tinggi Timbunan 3 m	76
4.8.5 Menentukan Panjang Geotekstil <i>Non-Woven</i> Pada Tinggi Timbunan 3 m.....	77
4.8.6 Menentukan Panjang <i>Overlapping</i> Geotekstil Non – Woven Pada Tinggi Timbunan 3 m	78
4.9 Analisa Stabilitas Gaya Luar Menggunakan Geotekstil	79
4.9.1 Menghitung Tekan Tanah Aktif.....	80
4.9.2 Pemeriksaan Momen Geser	80
4.9.3 Pemeriksaan Momen Guling.....	80
4.9.4 Pemeriksaan Daya Dukung Tanah Dengan Perkuatan Geotekstil Non-Woven	81
4.10 Analisa Perkuatan Menggunakan Cerucuk (<i>Micropile</i>)	84
4.10.1 Analisa Perencanaaan Panjang cerucuk (L)	85
4.10.2 Menghitung gaya penahan (<i>Resisting</i>)	85
4.10.3 Faktor kekakuan <i>relative</i> (<i>T</i>).....	85
4.10.4 Koefisien Momen Akibat Gaya Lateral (Fm).....	85
4.10.5 Menghitung gaya horizontal yang dapat dipikul 1 buah cerucuk ...	86
4.10.6 Menghitung jumlah cerucuk yang dibutuhkan	86
4.10.7 Menghitung jarak cerucuk bamboo.....	87

4.11 Biaya Perkuatan Dengan Geotekstil	90
4.12 Biaya Perkuatan dengan cerucuk (<i>micropile</i>).....	90
BAB V.....	92
KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Potongan Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus (Lebar Jalan Rei 1067 mm).....	22
Gambar 2. 2 Distribusi Beban Roda Pada Bantalan Berurutan.....	22
Gambar 2. 3 Spesifikasi rel kereta api di Indonesia.....	24
Gambar 2. 4 Potongan melintang balas	24
Gambar 2. 5 Grafik Untuk Menentukan Faktor Pengaruh Pada Beban Segi Empat	27
Gambar 2. 6 Grafik Untuk Menentukan Faktor Pengaruh Pada Beban Trapesium .	28
Gambar 2. 7 Geotekstil Teranyam (Woven).....	31
Gambar 2. 8 Geotekstil Tidak Teranyam (Non woven).....	32
Gambar 2. 9 Perbandingan Timbunan Menggunakan Geotekstil & Tanpa Menggunakan Geotekstil.....	34
Gambar 2. 10 Ilustrasi Analisa Stabilitas Gaya Dalam.....	35
Gambar 2. 11 <i>Earth pressure concepts and theory for geotextile wall</i>	36
Gambar 2. 12 Asumsi Gaya yang Diterima Cerucuk.....	41
Gambar 2. 13 Harga f dari Berbagai Jenis Tanah.....	42
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perkuatan Tanah	47
Gambar 3. 3 Lay Out Jalur Ganda KM. 51+000 S/D KM. 52+500	51
Gambar 3. 4 Potongan Melintang KM 51+000 – KM 52+500	39
Gambar 3. 5 Tanah Lunak Yang akan Dilakukan Perbaikan	53
Gambar 3. 6 Perbaikan Tanah Dengan Replecement Soil	53
Gambar 3. 7 Perbaikan Tanah Dengan <i>Replecement Soil</i>	54
Gambar 4. 1 Data Lapisan Tanah	58
Gambar 4. 2 Lapisan Peninjauan Tegangan <i>Overburden</i>	60
Gambar 4. 3 Distribusi Tegangan Akibat Timbunan	61
Gambar 4. 4 Lapisan Peninjauan Tegangan <i>Overburden</i>	67
Gambar 4. 5 Distribusi Tegangan Akibat Timbunan	69
Gambar 4. 6 Ilustrasi Analisa Stabilitas Dalam	74
Gambar 4. 7 Jarak Spasi Pada Tinggi Timbunan 3 m.....	77
Gambar 4. 8 Panjang Penjangkaran Geotekstil <i>Non-Woven</i> Pada Tinggi Timbunan 3 m	78
Gambar 4. 9 Panjang Overlaping Tinggi Timbunan 3 m.....	79
Gambar 4. 10 Potongan Melintang Menggunakan Perkuatan Geotekstil	58
Gambar 4. 11 Potongan Melintang cerucuk (<i>micropile</i>).....	58
Gambar 4. 12 Potongan Memanjang cerucuk (<i>micropile</i>).....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	12
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	13
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	14
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	15
Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	15
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu Lanjutan.....	15
Tabel 2. 8 Pembagian Kelas Jalan Rel 21 Di Indonesia	23
Tabel 2. 9 Spesifikasi Rel Kereta Api	23
Tabel 2. 10 Nilai Faktor Geotekstil	36
Tabel 2. 11 Koefisien Daya Dukung	40
Tabel 2. 12 Persyaratan Cerucuk di Lapangan	41
Tabel 3. 1 Data Tanah Sondir KM 51+000 – KM 52+500	43
Tabel 4. 1 Profil Tanah KM 51+000 – KM 52+500.....	57
Tabel 4. 2 Data Parameter Hasil Tes Laboratorium.....	58
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Perhitungan Jarak Spasi Pada Tinggi Timbunan 3 m	77
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Geotekstil Non – Woven Pada Tinggi Timbunan 3 m	78
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Perhitungan Panjang Overlapping Geotekstil <i>Non-Woven</i> Pada Tinggi Timbunan 3 m	78
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Perhitungan Gaya Dalam	79
Tabel 4. 7 Koefisien Daya Dukung	82
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Stabilitas Gaya Luar	82
Tabel 4. 9 Rekapan Hasil Perhitungan Kebutuhan Perkuatan Cerucuk	87
Tabel 4. 10 Biaya Operasional Pekerja pemasangan geotekstil	90
Tabel 4. 11 Biaya Alat dan Bahan geotekstil.....	90
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Pemasangan Geotekstil	90
Tabel 4. 13 Biaya Operasional Pekerja pemasangan cerucuk (<i>micropile</i>)	90
Tabel 4. 14 Biaya Alat dan Bahan geotekstil.....	91
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Pemasangan Geotekstil	91