

**PENGARUH PEMANFAATAN *FLY ASH* DAN *CHEMICAL ADDITIVE* TERHADAP DAYA DUKUNG LAPIS PONDASI TANAH SEMEN**



**SKRIPSI**

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan Pendidikan  
Program Studi Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya

Disusun Oleh:

Astry Subarkah A. L. (061840111319)

Diah Anggraini (061840111321)

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2022**

**Pengaruh Pemanfaatan *Fly Ash* dan *Chemical Additive* terhadap Daya Dukung Lapis Pondasi Tanah Semen**

**SKRIPSI**

Palembang, Agustus 2022

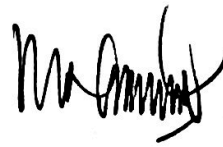
Disetujui oleh Pembimbing  
Skripsi Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya

Pembimbing I



Sumiati, S.T, M.T.  
NIP. 196304051989032002

Pembimbing II



Mahmuda, S.T., M.T.  
NIP.196207011989032002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Sriwijaya



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

Menyetujui,

Ketua Program Studi D IV  
Perancangan Jalan dan Jembatan



Ir. Kosim, M.T.  
NIP.196210181989031002

**PENGARUH PEMANFAATAN *FLY ASH* DAN *CHEMICAL  
ADDITIVE* TERHADAP *DAYA DUKUNG*  
*LAPIS PONDASI TANAH SEMEN***

**SKRIPSI**

**Disetujui Oleh Penguji Skripsi  
Program Studi Diploma IV Perancangan Jalan dan Jembatan  
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Nama Penguji**

1. Sumiati, S.T., M.T.

NIP. 196304051989032002

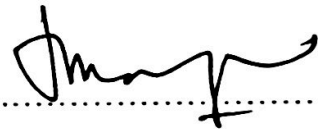
**Tanda Tangan**



.....

2. Drs. Raja Marpaung, S.T., M.T.

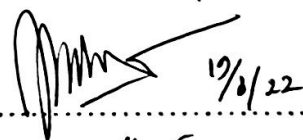
NIP. 195706061988031001



.....

3. Dr. Indrayani, S.T., M.T.

NIP. 197402101997022001



..... 19/8/22

4. Ahmad Syapawi, S.T., M.T.

NIP. 196905142003121002



..... 19/8-22

5. M. Sazili Harnawansyah, S.T., M.T.

NIP. 197207012006041001



.....

## **Moto dan Persembahan**

*“Do not be afraid, I am with you, All Hearing and All Seeing.”*

**QUR’AN 20:46**

Skripsi ini ku persembahkan kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, karunia-Nya, segala petunjuk, kemudahan dan kelancaran yang telah Allah SWT berikan selama proses penulisan skripsi ini.
2. Ibunda dan Ayahanda tercinta sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Kupersembahkan juga karya kecil ini kepada kakak, nenek, dan keponakanku. Terimakasih untuk seluruh kasih sayang yang selalu diberikan kepadaku.
3. Dosen pembimbingku yang baik Hati Ibu Sumiati, S.T, M.T dan Ibu Mahmuda, S.T, M.T. Izinkanlah aku mengantarkan ucapan terima kasih, untukmu sebagai dosen pembimbing yang telah bersedia mengantarkanku untuk mendapatkan gelar sarjana. Semoga kebahagiaanmu juga merupakan kebahagiaanmu sebagai “guruku” yang teramat baik.
4. Kupersembahkan untuk teman-temanku. Ucapan terima kasih kepada teman-temanku, “Bidsur, InsyaAllah Pasti, dan Rhevy” yang telah menemani selama hampir empat tahun dan senantiasa memberikan motivasi untuk menjadi lebih baik.
5. Sahabat seperjuangan Diah Anggraini yang telah menemani sedari awal kuliah hingga saat ini, yang sudah tidak menyerah sampai akhir sampai akhirnya skripsi ini dapat selesai tepat waktu.
6. Terima kasih untuk teman-teman penelitianku: Tikur, Rahmi, Alif dan Rizki yang telah menemani, membantu dan memberi pengalaman yang luar biasa
7. Terimakasih kepada teman-teman 8PJJA yang telah memberikan pengalaman, keceriaan, inspirasi, dorongan, dan dukungan kepada ku.

Astry Subarkah A. L.

## **Moto dan Persembahan**

**“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan. Tidak ada kemudahan tanpa doa.”**

**Ridwan Kamil**

Skripsi ini ku persembahkan kepada:

1. Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami bisa menyelesaikan skripsi ini.
2. Skripsi ini saya persembahkan untuk ayah dan bunda yang telah mengisi dunia saya dengan begitu banyak kebahagiaan. Terima kasih atas semua cinta, dukungan dan doa yang telah ayah dan bunda berikan kepada ku.
3. Terimakasih kepada dosen pembimbingku Ibu Sumiati S.T., M.T., dan Ibu Mahmuda S.T.,M.T., atas semua ilmu, bimbingan, nasihat dan motivasi yang telah ibu berikan kepada kami. Serta Terimakasih kepada dosen-dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Terimakasih kepada rekanku Astry Subarkah A.L yang telah menjadi partnerku, sahabat yang sabar dan sangat baik kepada ku. Begitu banyak cerita, pembelajaran, pengalaman dan keceriaan selama empat tahun kita bersama. Semoga kita kedepannya sukses dan selalu dalam keceriaan serta kesehatan.
5. Terimakasih kepada sahabat sahabatku “Bidsur dan InsyaAllah Pasti” untuk semua kebaikan, semangat, dukungan dan kebahagiaan yang telah kalian berikan. Semoga Allah membalasnya dengan lebih baik Aamiin.
6. Terimakasih Kepada teman teman kelas 8PJJA atas semua kebaikan, kebersamaan, suka duka dalam 4 tahun bersama hingga kita menyelesaikan Skripsi ini.
7. Terimakasih Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya atas semua fasilitas yang telah diberikan sehingga memudahkan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Diah Anggraini

## ABSTRAK

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Stabilisasi Tanah dengan Bahan Serbuk Pengikat untuk Konstruksi Jalan tahun 2007, lapisan tanah semen mempunyai nilai CBR 35% untuk lapis pondasi bawah dan 90% untuk lapis pondasi atas, dimana kebutuhan semen rata-rata untuk tanah lanau dan lempung berkisar antara 7% hingga 20%. Tanah lempung umumnya mempunyai nilai CBR berkisar < 3%. *Fly ash* merupakan limbah bersifat *pozzolanic* yang dapat meningkatkan kekuatan tanah dasar hingga mampu dijadikan sebagai lapis pondasi jalan. *Chemical Additive* (Difa *Soil Stabilizer*) merupakan bahan yang mampu memaksimalkan ikatan antara tanah, *fly ash* dan semen.

Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan *fly ash* dan Difa SS dalam melakukan stabilisasi tanah semen. Pengujian CBR *unsoaked* dan *soaked* dilakukan pada benda uji dengan penambahan *fly ash* variasi 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat kering tanah dan Difa SS 2,5% terhadap berat *fly ash* sehingga didapatkan kadar *fly ash* optimum. *Fly ash* optimum ditambahkan semen bervariasi 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; dan 15% serta Difa *Soil Stabilizer* 2,5% terhadap berat semen.

Hasil pengujian menunjukkan, penambahan *fly ash*, semen dan Difa *Soil Stabilizer* mampu merubah sifat plastisitas tanah, menurunkan potensi pengembangan, menurunkan kadar air optimum menaikkan berat volume kering tanah, sehingga mampu menaikkan nilai CBR. Penambahan kadar semen minimal sebanyak 10,5% dari berat tanah dapat meningkatkan daya dukung tanah (nilai CBR *soaked*) yaitu sebesar 35%, yang mana nilai tersebut adalah batas minimum nilai CBR lapis pondasi bawah berdasarkan persyaratan Departemen Pekerjaan Umum 2007.

Kata Kunci: Lapisan Pondasi Jalan, *Fly Ash*, Semen, Difa *Soil Stabilizer*, CBR.

## **ABSTRACT**

Based on the Planning Guidelines for Soil Stabilization with Binder Powder Materials for Road Construction in 2007, the cement soil layer has a CBR value of 35% for the base course and 90% for the subbase course, where average cement requirements for silt and clay soils range from 7% to 20%. Clay soils generally have a CBR value of < 3%. Fly ash is a pozzolanic waste which can increase the strength of the subgrade so that it can be used as a base. Difa Soil Stabilizer is a material that is able to maximize the bond between soil, fly ash and cement.

Therefore, this study aims to utilize fly ash and Difa SS in stabilizing cement soil. CBR testing unsoaked and soaked carried out on the specimens with the addition of fly ash variations of 5%, 10%, 15% and 20% to the dry weight of the soil and Difa SS 2,5% to the weight of fly ash in order to obtain the fly ash optimum. Fly Ash Optimum added cement varies 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; and 15% also Difa Soil Stabilizer 2,5% by weight of cement.

The test results showed that the addition of fly ash, cement and Difa Soil Stabilizer was able to change the plasticity of the soil, reduce the development potential, reduce the optimum water content, increase the dry volume weight of the soil, so as to increase the CBR value. The addition of a minimum cement content of 10.5% of the weight of the soil can increase the bearing capacity of the soil (soaked CBR value) by 35%, which is the minimum CBR value for the subbase course based on the requirements of the Ministry of Public Works 2007.

Keywords: Base, Fly Ash, Cement, Difa Soil Stabilizer, CBR.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat berupa kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Pemanfaatan Fly Ash dan *Chemical Additive* Terhadap Daya Dukung Lapis Pondasi Tanah Semen” tepat pada waktunya.

Keberhasilan dalam menyelesaikan ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu atas selesainya skripsi ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing Ahmad Taqwa, 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 Perancangan Jalan dan Jembatan.
5. Ibu Sumiati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Mahmuda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. PT. Pupuk Sriwijaya selaku penyedia bahan tambah *Fly Ash* pada penelitian ini.
8. PT. Difa Mahakarya selaku penyedia bahan tambah *Difa Soil Stabilizer* pada penelitian ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah mendidik, membimbing, dan mengarahkan penulis selama proses belajar mengajar.
10. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan do’a, restu, dan dukungan kepada penulis hingga saat ini.



11. Teman-teman kelas 8PJJA yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap agar Skripsi ini bisa bermanfaat bagi semua pihak terutama para sivitas akademika Jurusan Teknik Sipil.

Palembang, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	3
1.4 Ruang Lingkup Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	6
2.2 Lapis Pondasi Jalan .....	9
2.3 Tanah.....	10
2.4 Klasifikasi Tanah .....	10
2.4.1 Sistem klasifikasi tanah <i>unified</i> .....	11
2.4.2 Sistem klasifikasi AASHTO.....	13
2.5 Tanah Lempung .....	15
2.6 Stabilisasi Tanah.....	18
2.6.1 Stabilisasi kimia tanah.....	20
2.6.2 Stabilisasi tanah dengan semen.....	21
2.6.3 Stabilisasi tanah-abu terbang ( <i>fly ash</i> ).....	26
2.7 Semen.....	26

2.8	<i>Fly Ash</i> (Abu Terbang).....	27
2.9	Difa <i>Soil Stabilizer</i> .....	28
2.10	Pengujian Laboratorium.....	29
2.10.1	Pengujian sifat fisik material dan campuran.....	29
2.10.2	Pengujian sifat mekanis.....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Lokasi Penelitian.....	38
3.2	Teknik Pengumpulan Data .....	38
3.3	Tahapan Penelitian.....	38
3.3.1	Studi literatur .....	40
3.3.2	Persiapan material .....	40
3.3.3	Pengujian material.....	40
3.3.4	Pencampuran tanah asli + <i>fly ash</i> + Difa <i>soil stabilizer</i> .....	41
3.3.5	Pengujian tanah + <i>fly ash</i> + Difa <i>soil stabilizer</i> .....	41
3.3.6	Penentuan kadar <i>fly ash</i> optimum .....	41
3.3.7	Pencampuran tanah + <i>fly ash</i> optimum + semen + Difa <i>soil stabilizer</i> .....	42
3.3.8	Pengujian campuran tanah + <i>fly ash</i> optimum + semen + Difa <i>soil stabilizer</i> .....	42
3.3.9	Analisis data pengujian.....	43
3.4	Prosedur Pengujian .....	43
3.4.1	Pengujian sifat fisis tanah.....	43
3.4.2	Pengujian sifat mekanis tanah.....	59
3.5	Variabel Penelitian.....	67
3.6	Teknik Pengolahan Data .....	68
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>69</b>
4.1	Pendahuluan.....	69
4.2	Hasil Uji Tanah Asli .....	69
4.2.1	Hasil uji sifat fisik tanah asli.....	69
4.2.2	Hasil uji sifat mekanik tanah asli .....	71
4.3	Hasil Uji Tanah yang Telah Distabilisasi dengan <i>Fly Ash</i> dan Difa SS	72
4.3.1	Pengujian sifat fisik <i>fly ash</i> .....	72

4.3.2 Hasil uji sifat mekanik penambahan <i>fly ash</i> .....	75
4.4 Hasil Uji Stabilisasi Tanah dengan <i>Fly Ash</i> , Semen, dan Difa SS .....	79
4.4.1 Pengujian sifat fisik semen .....	79
4.4.2 Hasil uji sifat mekanik penambahan semen.....	81
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>87</b>
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran.....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>92</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat-sifat Lapis Pondasi Agregat dan Lapis Drainase .....	9
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah <i>Unified Soil Classification System</i> .....	11
Tabel 2. 3 Klasifikasi Tanah <i>Unified Soil Classification System</i> (lanjutan) .....	12
Tabel 2. 4 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO.....	14
Tabel 2. 5 Persyaratan Kekuatan dan <i>Durability</i> Tanah yang telah Distabilisasi .	20
Tabel 2. 6 Nilai Tipikal Desain Kuat Tekan Bebas dan <i>Flexural</i> untuk Bahan Jalan yang telah Distabilisasi.....	20
Tabel 2. 7 Jenis Bahan Pengikat untuk Stabilisasi Tanah.....	21
Tabel 2. 8 Penentuan Perkiraan Persentase Semen yang Dibutuhkan .....	24
Tabel 2. 9 Kebutuhan Semen Rata-rata untuk Tanah Kepasiran.....	24
Tabel 2. 10 Kebutuhan Semen untuk Tanah Kelanauan dan Kelempungan.....	25
Tabel 2. 11 Komposisi Bahan Kimia Semen <i>Portland</i> dan Abu Terbang.....	28
Tabel 2. 12 Berat Jenis Tanah ( <i>Specific Gravity</i> ).....	29
Tabel 2. 13 Diameter Lubang Ayakan Beberapa Standar.....	30
Tabel 2. 14 Pengujian Pemadatan <i>Proctor</i> .....	35
Tabel 3. 1 Komposisi Tanah, <i>Fly Ash</i> , dan Difa SS (%).....	41
Tabel 3. 2 Komposisi Tanah, <i>Fly Ash</i> , Semen dan Difa SS (%) .....	42
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli.....	69
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sifat Fisik <i>Fly Ash</i> .....	72
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Batas-batas Konsistensi ( <i>Atterberg Limits</i> ).....	74
Tabel 4. 4 Hasil Uji Pemadatan Standar .....	75
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Pengembangan Tanah ditambah <i>Fly Ash</i> Bervariasi dan Difa <i>Soil Stabilizer</i> .....	77
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian CBR Tanah ditambah <i>Fly Ash</i> dan Difa SS .....	78
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Semen.....	79
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian <i>Atterberg Limits</i> Tanah dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervariasi dan Difa SS 2,5%.....	80
Tabel 4. 9 Hasil Uji Pemadatan Standar Tanah setelah Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervariasi dan Difa SS 2,5%.....	81
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian CBR Tanah dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervariasi dan Difa SS 2,5% .....	83

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rentang ( <i>range</i> ) dari Batas Cair (LL) dan Indeks plastisitas (PI) untuk Tanah Dalam Kelompok A-2, A-4, A-5, A-6 dan A-7 .....	15
Gambar 2. 2 Mineral-mineral Lempung .....	16
Gambar 2. 3 Pengujian Hidrometer .....	32
Gambar 2. 4 Grafik Analisa Hidrometer.....	32
Gambar 2. 5 Grafik Pengujian Pemadatan <i>Proctor</i> .....	36
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	39
Gambar 3. 2 Pengujian Kadar Air .....	44
Gambar 3. 3 Pengujian Berat Jenis.....	45
Gambar 3. 4 Pengujian Analisa Saringan .....	47
Gambar 3. 5 Pengujian Hidrometer .....	50
Gambar 3. 6 Pengujian Batas Cair.....	53
Gambar 3. 7 Pengujian Batas Plastis .....	55
Gambar 3. 8 Pengujian Berat Jenis Semen .....	57
Gambar 3. 9 Pengujian Waktu Ikat Semen .....	59
Gambar 3. 10 Pengujian Pemadatan .....	61
Gambar 3. 11 Pembuatan Benda Uji CBR.....	65
Gambar 3. 12 Pengujian CBR .....	66
Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Ukuran Butir Tanah .....	70
Gambar 4. 2 Grafik Plastisitas Tanah Asli.....	71
Gambar 4. 3 Grafik Uji Pemadatan Tanah Asli .....	71
Gambar 4. 4 Grafik Analisa Ukuran Butir Tanah Asli dan <i>Fly Ash</i> .....	73
Gambar 4. 5 Grafik Atterberg <i>Limits</i> terhadap penambahan <i>Fly Ash</i> dan Difa SS74	
Gambar 4. 6 Grafik Pemadatan Tanah terhadap penambahan <i>Fly Ash</i> Bervariasi dan Difa SS 2,5% .....	76
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Penambahan Kadar <i>Fly Ash</i> terhadap Pengembangan Tanah.....	77
Gambar 4. 8 Grafik Nilai CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> Tanah terhadap Penambahan <i>Fly Ash</i> Bervariasi dan Difa SS 2,5% .....	79
Gambar 4. 9 Grafik Atterberg <i>Limits</i> Tanah dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervarias dan Difa SS 2,5% .....	80

Gambar 4. 10 Grafik Pemadatan Tanah dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervariasi dan Difa SS 2,5% .....	82
Gambar 4. 11 Grafik Pengaruh Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen Bervariasi dan Difa SS 2,5% terhadap CBR <i>Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> .....	84
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Penambahan Kadar Semen terhadap Pengembangan Tanah .....	85
Gambar 4. 13 Keretakan Benda Uji CBR pada Penambahan <i>Fly Ash</i> Optimum, Semen 15% dan Difa SS 2,5%.....	86