

TESIS
PENGARUH AIR SUNGAI (pH < 7) DAN AIR LAUT TERHADAP NILAI
CBR TANAH LATERIT

KHAIDIR



REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

TESIS
PENGARUH AIR SUNGAI (pH < 7) DAN AIR LAUT TERHADAP
NILAI CBR TANAH LATERIT

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh
KHAIDIR
2220828310059



REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

LEMBAR PENGESAHAN
TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

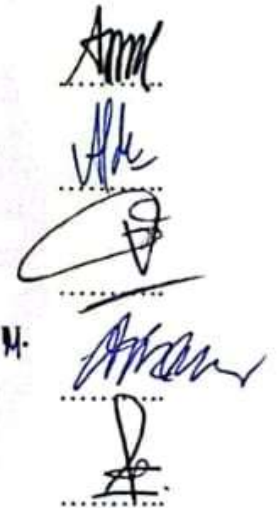
Pengaruh Air Sungai ($\text{pH} < 7$) dan Air Laut Terhadap Nilai CBR Tanah Laterit

oleh
Khaidir (2220828310059)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Januari 2024 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua	: Dr. Ir. M. Afief Ma'ruf, S.T., M.T., IPM. NIP. 19841031 200812 1 001
Anggota 1	: Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP. 19900306 202203 2 010
Anggota 2	: Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, S.T., M.T., IPU. NIP. 19740809 200003 1 001
Pembimbing Utama	: Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM. NIP. 19750719 200003 1 001
Co-Pembimbing	: Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. NIP. 19720826 199802 1 001



Banjarbaru, ...2024...
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Sipil,



Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.
NIP. 19851026 200812 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, 11 Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Khaidir

2220828310059

ABSTRAK

Pengaruh Air Sungai ($\text{pH} < 7$) dan Air Laut Terhadap Nilai CBR Tanah Laterit

Khaidir

2220828310059

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

Air dalam campuran pemadatan tanah berfungsi sebagai unsur pembasah dan pelumas saat dilakukan pemadatan. Salinitas dan pH air mempengaruhi perilaku tanah khususnya tanah lempung. Kondisi dilapangan mengakibatkan air dekat konstruksi yang digunakan dalam pencampuran dan pemadatan dengan pH dan salinitas yang beragam. Banjir dan pasang surut air juga mengakibatkan tanah yang dipadatkan dapat terendam yang mengakibatkan perubahan kekuatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh air sungai ($\text{pH} < 7$) dan air laut terhadap sifat-sifat tanah laterit.

Metode penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dengan tanah laterit berbutir kasar dari Kecamatan Bungur dan berbutir halus dari Kayu Abang Kec. Tambang Ulang yang dicampur dengan air ledeng, air laut dari Kecamatan Kusan Hilir, air sungai Puntik Luar Kec. Mandastana dan air sungai Benua Raya Kec. Bati-bati. Pengujian yang dilakukan adalah analisa distribusi ukuran butir, berat jenis, batas-batas konsistensi tanah (*atterberg limit test*), pemadatan standar, pemadatan modified, kuat tekan bebas tanah dan CBR laboratorium dengan rendaman.

Hasil penelitian memperlihatkan terjadi pengaruh terhadap sifat-sifat tanah akibat air tersebut. Batas cair dan batas plastis mengalami penurunan akibat pengaruh air laut dan air sungai Benua Raya dan mengalami kenaikan akibat pengaruh keasaman air sungai Puntik Luar. Kepadatan kering maksimum terjadi kenaikan akibat pengaruh air laut dan air sungai Benua Raya dan kadar air optimum mengalami penurunan dan berlaku sebaliknya akibat pengaruh air sungai Puntik Luar. Nilai q_{max} juga terjadi kenaikan akibat pengaruh air laut dan air sungai Benua Raya dan mengalami penurunan akibat pengaruh air sungai Puntik Luar. Pada tanah laterit Kec. Bungur, penurunan CBR rendaman akibat pengaruh air laut Kec. Kusan Hilir sebesar 58 % dan 57 %, akibat pengaruh air sungai Puntik Luar sebesar 7 % dan 40 % dan akibat pengaruh air sungai Benua Raya Kec. Bati-bati sebesar 61 % dengan pemadatan standar dan *modified*. Pada tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang

Ulang, penurunan CBR rendaman akibat pengaruh air laut Kec. Kusan Hilir sebesar 59 % dan 60 %, akibat pengaruh air sungai Puntik Luar sebesar 47 % dan 48 % dan akibat pengaruh air sungai Benua Raya Kec. Bati-bati sebesar 62 % dan 64 % dengan pemadatan standar dan *modified*.

Kata kunci: tanah laterit, salinitas, $\text{pH} < 7$, CBR , air laut, air sungai

ABSTRACT

The Effect of River Water (pH < 7) and Sea Water on the CBR Value of Laterite Soil

Khaidir

2220828310059

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

Water in soil compaction mixtures serves as a wetting agent and lubricant during the compaction process. The salinity and pH of the water influence the behavior of soil, especially clayey soil. Field conditions result in water sources near construction sites being used for mixing and compaction, with varying pH and salinity levels. Flooding and tidal fluctuations also lead to compacted soil becoming submerged, resulting in changes in soil strength. This research aims to analyze the influence of river water (pH < 7) and seawater on the properties of laterite soil.

The research method used was experimental research with coarse-grained laterite soil from Bungur District and fine-grained soil from Kayu Abang District. Remaining mixed with tap water, sea water from Kusan Hilir District, Puntik Luar river water, District Mandastana and Benua Raya river water, Kec. Bati-bati. The tests carried out were analysis of grain size distribution, specific gravity, soil consistency limits (Atterberg limit test), standard compaction, modified compaction, unconfined compressive strength of the soil and laboratory CBR soaked.

The results of the research show that there is an influence on soil properties due to the water. The liquid limit and plastic limit decreased due to the influence of sea water and Benua Raya river water and increased due to the influence of the acidity of the Puntik Luar river water. The maximum dry density increased due to the influence of sea water and the Benua Raya river water and the optimum water content decreased and the opposite occurred due to the influence of the Puntik Luar river water. The q_u max value also increased due to the influence of sea water and Benua Raya river water and decreased due to the influence of Puntik Luar river water. On the laterite soil of Kec. Bungur, decrease in submerged CBR due to the influence of sea water in Kec. Kusan Hilir amounted to 58% and 57%, due to the influence of the Puntik Luar river water of 7% and 40% and due to the influence of the water of the Benua Raya River, Kec. Bati-bati is 61% with standard and modified compaction. On the laterite soil of Kayu Abang District. Re-mining, decrease in CBR soaked due to the influence of sea water in Kec. Lower Kusan was

59% and 60%, due to the influence of the Puntik Luar river water of 47% and 48% and due to the influence of the Benua Raya river water, Kec. Bati-bati is 62% and 64% with standard and modified compaction.

Keywords: laterite soil, salinity, $\text{pH} < 7$, CBR, seawater, river water

PRAKATA

Puji syukur yang sedalam-dalamnya penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Pengaruh Air Sungai ($\text{pH} < 7$) dan Air Laut Terhadap Nilai CBR Tanah Laterit”. Tujuan dari penulisan tesis ini adalah untuk memenuhi syarat dalam mencapai derajat Magister Teknik Sipil pada Program Studi Pasca Sarjana Universitas Lambung Mangkurat.

Di dalam proses penulisan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Akademik.
2. Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota.
3. Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan dalam hal pendanaan tugas belajar dan Badan Kepegawaian Daerah Prov. Kal-Sel yang memfasilitasi dalam kegiatan Tugas Belajar.
4. Laboratorium Bahan Konstruksi Dinas PUPR Prov. Kal-Sel yang telah membantu dan memfasilitasi penelitian.
5. Laboratorium di Balai Teknik Rawa yang telah memberikan layanan penelitian.
6. Keluarga dan teman-teman yang telah membantu dan memberikan bantuan dan dukungan.

Penulis berharap tesis ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi dalam perkembangan dunia konstruksi. Penulis juga menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran beserta kritikan yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, Januari 2024

Khaidir

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I 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 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Pengaruh Air pada Tanah Lempung.....	6
2.3 Ukuran Partikel Tanah.....	10
2.4 Berat Jenis Tanah	11
2.5 Konsistensi Tanah	12
2.5.1 Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	13
2.5.2 Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	13
2.5.3 Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	13
2.6 Pemadatan Tanah.....	14
2.7 California Bearing Ratio (CBR).....	16
2.8 Uji Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	18

2.9	Timbunan.....	19
2.10	Tanah Laterit	22
2.11	Parameter Sifat Fisik dan Kimia Air	23
2.11.1	pH.....	23
2.11.2	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	23
2.11.3	<i>Total Dissolve Solid</i> (TDS).....	24
2.11.4	Daya Hantar Listrik (DHL).....	24
2.11.5	Salinitas	25
2.11.6	Kekeruhan	25
2.12	Penelitian yang Relevan	26
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Tinjauan Umum.....	31
3.1.1	Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian	31
3.1.2	Peralatan dan Bahan Penelitian	31
3.1.3	Metode Penelitian dan Sampel.....	32
3.2	Tahap Pelaksanaan Penelitian	33
3.2.1	Persiapan Sampel	33
3.2.2	Pengujian Laboratorium.....	33
3.3	Tahap Analisis Data dan Pembahasan.....	39
3.3.1	Analisis Data	39
3.3.2	Pembahasan.....	40
3.4	Kesimpulan Penelitian.....	41
3.5	Bagan Alir Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Material.....	43
4.1.1	Tanah Laterit	43
4.1.2	Air	45
4.2	Batas-Batas Konsistensi Tanah (Atterberg Limit Test).....	46
4.3	Berat Volume Kering dan Kadar Air Optimum	51
4.4	<i>California Bearing Ratio</i> (CBR) Laboratorium	58
4.5	Kuat Tekan Bebas Tanah	63
BAB V PENUTUP.....		66

5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
	DAFTAR RUJUKAN.....	69
	LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah (Das, 1995)	10
Tabel II. 2 Berat Jenis Tanah (Specific Gravity) (Hardiyatmo, 2012).....	11
Tabel II. 3 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah (Hardiyatmo, 2012).....	13
Tabel II. 4 Klasifikasi Tanah Dasar Berdasarkan Nilai CBR (Das, 1985)	18
Tabel III. 1 Penggunaan jenis air pada pengujian	32
Tabel IV. 1 Ukuran Butir Tanah	44
Tabel IV. 2 Karakteristik Air	45
Tabel IV. 3 Hasil pengujian batas-batas atterberg tanah laterit Kec. Bungur.....	49
Tabel IV. 4 Hasil pengujian batas-batas atterberg tanah laterit Kayu Abang Kecamatan Tambang Ulang	50
Tabel IV. 5 Klasifikasi tanah berdasarkan USCS	51
Tabel IV. 6 Nilai Berat volume kering maksimum dan kadar air optimum hasil pengujian pemadatan standar tanah laterit Kecamatan Bungur.....	53
Tabel IV. 7 Nilai Berat volume kering maksimum dan kadar air optimum hasil pengujian pemadatan modified tanah laterit Kecamatan Bungur.....	54
Tabel IV. 8 Nilai Berat volume kering maksimum dan kadar air optimum hasil pengujian pemadatan standar tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang	56
Tabel IV. 9 Nilai Berat volume kering maksimum dan kadar air optimum hasil pengujian pemadatan modified tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang	57
Tabel IV. 10 Nilai CBR rendaman tanah laterit Kec. Bungur	60
Tabel IV. 11 Nilai CBR rendaman tanah laterit Kayu Abang Kecamatan Tambang Ulang	61
Tabel IV. 12 Nilai q_u max tanah dengan penggunaan jenis air berbeda.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Kation dan anion pada partikel lempung (Das, 1985 dalam Hardiyatmo, 2012)	7
Gambar II. 2 Sifat dipolar air (Das, 1985 dalam Hardiyatmo, 2012)	7
Gambar II. 3 Molekul air dipolar dalam lapisan ganda (Das,1985 dalam Hardiyatmo, 2012)	8
Gambar II. 4 Air pada partikel lempung (a) Kaolinite (b) Montmorillonite (Lambe 1960 dalam Hardiyatmo, 2012)	8
Gambar II. 5 Hubungan potensial (elektrostatik, kimia dan sebagainya) dengan jarak permukaan lempung (Holtz dan Kovacs, 1981 dalam Hardiyatmo, 2012)	9
Gambar II. 6 Batas-batas Atterberg	14
Gambar II. 7 Prinsip pemadatan.....	15
Gambar II. 8 Prinsip uji kuat tekan bebas	18
Gambar III. 1 Diagram Alir Kegiatan Penelitian	42
Gambar IV. 1 Distribusi ukuran butir tanah.....	43
Gambar IV. 2 Nilai batas-batas konsistensi tanah laterit Kec. Bungur.....	47
Gambar IV. 3 Nilai batas-batas konsistensi tanah laterit Kayu Abang Kecamatan Tambang Ulang.....	48
Gambar IV. 4 Pengaruh jenis air pada diagram plastisitas menurut USCS	50
Gambar IV. 5 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air hasil pengujian pemadatan standar tanah laterit Kecamatan Bungur.....	52
Gambar IV. 6 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air hasil pengujian pemadatan modified tanah laterit Kecamatan Bungur....	53
Gambar IV. 7 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air hasil pengujian pemadatan standar tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang.....	55
Gambar IV. 8 Grafik hubungan antara berat volume kering dan kadar air hasil pengujian pemadatan modified tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang.....	56

Gambar IV. 9 Grafik nilai CBR rendaman tanah laterit Kec. Bungur dengan berbagai jenis air	59
Gambar IV. 10 Grafik nilai CBR rendaman tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang dengan berbagai jenis air	60
Gambar IV. 11 Grafik nilai qu max tanah laterit Kec. Bungur dengan dengan penggunaan jenis air berbeda	63
Gambar IV. 12 Grafik nilai qu max tanah laterit Kayu Abang Kec. Tambang Ulang dengan dengan penggunaan jenis air berbeda	64

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Berat Jenis Tanah	11
Persamaan 2.2 Indeks Plastisitas	13
Persamaan 2.3 Berat Isi Kering.....	15
Persamaan 2.4 Kuat Geser	19

DAFTAR SINGKATAN

CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
USCS	= <i>Unified Soil Classification System</i>
AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
LL	= <i>Liquid Limit</i>
PL	= <i>Plastic Limit</i>
PI	= <i>Plastic Index</i>
USC	= <i>Unconfined Compressive Strength</i>
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>
TDS	= <i>Total Dissolve Solid</i>
DHL	= <i>Daya Hantar Listrik</i>
PSU	= <i>Practical Salinity Units</i>
NTU	= <i>Nephelometrics Turbidity Units</i>