

Bidang Fokus : Teknik Sipil (421).

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN PRODUK VOKASI UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



OPTIMASI CAMPURAN KAPUR DAN PORTLAND COMPOSITE SEMEN (PCC)
UNTUK STABILISASI TANAH DASAR LUNAK DAN PENERAPANNYA PADA
KONSTRUKSI JALAN DITINJAU DARI KEKUATAN DAN BIAYA

TIM PENELITI

Ketua:

Dr. Ir. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.EngMgmt – (0003107103)

Anggota:

Seska Nicolaas, ST., MT – (0016027101)
Helen G. Mantiri, SST., MT – (0026097706)

JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOVEMBER 2023

**Halaman Pengesahan Laporan Akhir
Penelitian Produk Vokasi Unggulan Perguruan Tinggi**

Judul	: Optimasi Campuran Kapur Dan Portland Composite Cement (PCC) Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lunak Dan Percepatannya Pada Konstruksi Jalan Ditinjau Dari Kekuatan Dan Biaya
Jurusan	: Teknik Sipil
Ketua Peneliti	
a. Nama Lengkap	: Dr. Ir. Tamparatu P. F. Soropie, ST., M.EngMgmt
b. NIP	: 197110031997021001
c. Jurusan	: Teknik Sipil
d. Program Studi	: D-IV Teknik Jalan dan Jembatan
e. Pangkat / Golongan	: Pembina Utama Muda - IVe
f. Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
g. ID Sinta	: 6776470
h. Jumlah anggota	: 2
Anggota Peneliti (1)	
a. Nama Lengkap	: Seska Nicolas, ST.,MT
b. NIP	: 197102162000032001
c. ID Sinta	: 6758561
Anggota Peneliti (2)	
a. Nama Lengkap	: Helen G. Mastiri, SST. MT
b. NIP	: 197709262003122002
c. ID Sinta	: 0
Luaran Wajib 1	: Laporan akhir (Lengkap dan sesuai format)
Luaran Wajib 2	: Prototipe/sistem/kebijakan atau model yang bersifat strategis dan berskala nasional/teknologi tepat guna (Accepted)
Luaran Wajib 3	: KI (paten sederhana) (minimal terdaftar)
Luaran Wajib 4	: Proceeding Internasional (ICAST) atau Jurnal Internasional terindeks (Accepted/Published)
Luaran Wajib 5	: Publikasi mahasiswa pengganti skripsi/TA pada seminar/jurnal nasional/internasional (Accepted)
Luaran Tambahan 1	: Buku Ajar (Draft)
Anggaran	: Rp. 50.000.000
TKT	: Level empat

Mardo, 18-11-2023

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil


Seska Nicolas, ST.,MT
NIP 197102162000032001

Ketua Peneliti


Dr. Ir. Tamparatu P. F. Soropie, ST., M.EngMgmt
NIP 197110031997021001

Menyetujui
Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat



DR. Ir Jency Rangkang, M.Eng.Sc
NIP 196211151993032002

RINGKASAN

Tanah merupakan lapisan dasar dari konstruksi jalan, oleh sebab itu tanah memerlukan kekuatan dalam konstruksi jalan, tanah dasar juga berfungsi sebagai lapisan yang menahan beban lalu lintas dan beban lapisan di atasnya. Berdasarkan lokasi geografis tempat, jenis tanah, dan sifat dan karakteristik tanah, tidak semuanya cocok untuk digunakan dalam struktur perkerasan jalan untuk banyak jenis tanah. Dengan ketidakmampuan dari tanah dasar dalam memikul beban struktur atas tersebut, menyebabkan lapisan yang berada di atasnya menjadi rusak. Berdasarkan kondisi tanah tersebut, salah satu cara untuk menstabilkan tanah adalah dengan menggunakan kapur dan semen sebagai bahan tambah. Alasan memilih kapur dan semen sebagai bahan pencampur adalah karena kapur dan semen merupakan bahan yang relatif murah dan tersedia, kemudian reaksi yang ditimbulkan pada saat kapur dan semen dicampurkan akan menghasilkan kalor atau panas. Jadi saat pencampuran kapur dan semen pada lunak / tanah berkadar air tinggi maka kapur dan semen tersebut akan menyerap air yang terkandung di dalam tanah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Meningkatkan kekuatan daya dukung dan kestabilan tanah dasar dari jalan yang akan dibangun, (2) Menentukan proporsi optimal antara kapur dan semen dalam campuran stabilisasi tanah dasar untuk mencapai sifat-sifat fisik dan mekanik yang optimal.

Metode penelitian secara eksperimental di laboratorium dilakukan dengan membuat variasi campuran kapur dan semen. Perbandingan kapur dan semen yang digunakan adalah : 3% kapur ; 5% semen, 10% kapur ; 10% semen, 5% kapur ; 15% semen, 10% kapur ; 15% semen, 15% kapur ; 15% semen, 17,5% kapur ; 17,5% semen, 15% kapur ; 20% semen, 20% kapur ; 20% semen, 20% kapur ; 25% semen.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan beberapa variasi campuran dengan komposisi yang berbeda. Dari nilai CBR yang diukur, variasi campuran 3000 gr tanah + 3% Kapur + 5% Semen dengan jumlah total campuran 3240 gr. Dimana menunjukkan hasil yang paling efektif, dengan nilai CBR sebesar 11.56%. Hal ini sesuai dengan standar nilai CBR tanah dasar yang ditetapkan sebesar 6%, menunjukkan bahwa campuran tersebut memenuhi persyaratan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas lapisan tanah dasar. Untuk variasi campuran 3000 gr tanah + 20% Kapur + 20% Semen dengan jumlah total campuran 4200 gr, memperoleh nilai CBR sebesar 41.00%. Dimana nilai ini sesuai dengan standar nilai CBR LPB yang ditetapkan sebesar 40%, sehingga campuran ini memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas LPB.

Kata Kunci: Stabilisasi tanah dasar, Kapur, Semen, Konstruksi jalan

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat-Nya, tim peneliti dapat menyelesaikan Laporan Penelitian dengan judul **Optimasi Campuran Kapur Dan Portland Composite Semen (PCC) Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lunak Dan Penerapannya Pada Konstruksi Jalan Ditinjau Dari Kekuatan Dan Biaya** dengan baik. Laporan ini berisikan target dan luaran dari kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan beserta hasil luaran yang dicapai dari kegiatan penelitian ini. Tim Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Manado melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat yang telah memberikan bantuan pendanaan sehingga tim dapat melaksanakan kegiatan ini dengan baik serta luaran yang dihasilkan sesuai dengan target. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ketua Jurusan Teknik Sipil dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan di baik di lapangan maupun di laboratorium. Tim Peneliti menyadari laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun diharapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Manado, November 2023

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	7
BAB 4. METODE PENELITIAN	8
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	13
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN – LAMPIRAN:	
LAMPIRAN 1. BUKTI LUARAN ARTIKEL ILMIAH	
LAMPIRAN 2. BUKTI LUARAN HKI	
LAMPIRAN 3. BUKTI LUARAN PROTOTYPE	
LAMPIRAN 4. BUKTI LUARAN SKRIPSI MAHASISWA	
DOKUMENTASI	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Berat Jenis Tanah	9
Tabel 2.	Kriteria CBR Untuk Tanah Dasar Jalan (Subgrade)	11
Tabel 3.	Komposisi Campuran	13
Tabel 4.	Hasil Uji Pendahuluan Tanah Gambut	15
Tabel 5.	Hasil Uji Pemadatan	17
Tabel 6.	Hasil Uji Berat Jenis	18
Tabel 7.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas	20
Tabel 8.	Hasil Pengujian Geser Langsung	21
Tabel 9.	Hasil Pengujian CBR	22
Tabel 10.	Perhitungan biaya untuk 1 m ³	23
Tabel 11.	Luaran	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bagan Alir Penelitian	12
Gambar 2.	Kadar Air Optimum	17
Gambar 3.	Berat Kering Maksimum	18
Gambar 4.	Berat Jenis	19
Gambar 5.	Nilai CBR Rencana	22

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang sangat penting untuk menunjang kegiatan perekonomian, pendidikan, pemerintahan, pengembangan wilayah, pertahanan, keamanan dan lain sebagainya. Jalan memegang peranan penting dalam menghubungkan antar daerah sehingga daerah satu dengan yang lainnya dapat terhubung. Jalan juga berfungsi sebagai prasarana pengembangan wilayah dan sarana pembangunan.

Konstruksi jalan adalah bagian penting dari teknik sipil dan tanah merupakan lapisan dari konstruksi jalan, oleh sebab itu tanah memerlukan kekuatan dalam konstruksi dasar bangunan jalan, tanah dasar juga berfungsi sebagai lapisan yang menahan beban lalu lintas dan beban lapisan di atasnya. Berdasarkan lokasi geografis tempat, jenis tanah, dan sifat dan karakteristik tanah, tidak semuanya cocok untuk digunakan dalam struktur perkerasan jalan untuk banyak jenis tanah.

Tanah dengan kadar air tinggi / tanah lunak merupakan tanah yang memiliki daya dukung yang kecil, hal itu terbukti pada pengujian sondir yang sudah pernah dilakukan. Tanah dengan kadar air tinggi / tanah lunak merupakan tanah yang memiliki angka pori dan kadar air yang sangat tinggi sehingga memiliki nilai daya dukung tanah yang sangat rendah dan kompresibilitas yang sangat tinggi. Oleh karena itu perlu diupayakan perbaikan sifat-sifat tanah asli menjadi tanah yang memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan. Dengan ketidakmampuan dari tanah dasar dalam memikul beban struktur atas tersebut, dapat menyebabkan lapisan yang berada di atasnya menjadi rusak.

Stabilisasi tanah adalah proses mengubah sifat tanah alami untuk meningkatkan kekuatan, daya dukung, keawetan, dan ketahanannya terhadap deformasi atau kerusakan akibat beban. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik atau bahan, tergantung pada sifat tanah asli, tujuan penggunaannya, dan kondisi lingkungan di sekitarnya. Beberapa teknik yang umum digunakan untuk stabilisasi tanah meliputi: pengeringan udara dan penguapan air, penggalian dan penggantian, penambahan bahan stabilisasi, penambahan bahan pengikat, dan melakukan perbaikan secara berkala dan pemeliharaan yang tepat yang dapat membantu menjaga kualitas tanah dan stabilitasnya. Stabilisasi tanah sangat penting dalam konstruksi bangunan, jalan, jembatan, dan infrastruktur lainnya, karena tanah yang tidak stabil dapat menyebabkan kerusakan atau bahkan kegagalan struktur tersebut.

Penggunaan bahan kapur dan semen untuk stabilisasi tanah berasal dari kebutuhan untuk meningkatkan kekuatan dan keawetan tanah agar dapat menahan beban dan lingkungan yang ekstrim. Lebih khusus pada penggunaan bahan kapur dan semen untuk stabilisasi tanah dasar pada pelaksanaan pekerjaan jalan bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan keawetan lapisan dasar jalan, yang merupakan salah satu bagian terpenting dalam struktur jalan. Lapisan dasar jalan bertugas untuk menahan beban dari lalu lintas kendaraan, menyalurkan air hujan, dan menyebar beban ke lapisan bawahnya. Jika lapisan dasar jalan tidak cukup kuat atau tidak stabil, maka jalan akan mengalami kerusakan seperti retak, berlubang, atau bergelombang.

Penggunaan bahan kapur dalam stabilisasi tanah digunakan untuk memperkuat pondasi bangunan dan jalan. Kapur digunakan karena sifatnya yang dapat mengikat partikel tanah dan membentuk ikatan kimia dengan partikel-partikel tersebut, sehingga meningkatkan kekuatan dan keawetan tanah. Sementara itu, semen untuk stabilisasi tanah digunakan karena sifatnya yang dapat mengikat partikel tanah dan membentuk adukan yang kuat dan tahan lama. Kedua bahan ini digunakan karena telah terbukti efektif dalam meningkatkan kekuatan dan keawetan tanah, serta mudah didapatkan dan relatif murah. Penggunaan bahan kapur dan semen untuk stabilisasi tanah juga dapat mengurangi jumlah limbah konstruksi, karena tanah yang tidak stabil dapat direklamasi dan digunakan kembali setelah dilakukan stabilisasi.

Penggunaan bahan kapur dan semen dalam stabilisasi tanah dasar jalan memiliki beberapa keuntungan, di antaranya: meningkatkan kekuatan dan keawetan lapisan dasar jalan sehingga dapat menahan beban dari lalu lintas kendaraan dan lingkungan yang ekstrim; mengurangi deformasi atau perubahan bentuk tanah akibat beban lalu lintas kendaraan dan lingkungan yang ekstrim; meningkatkan daya dukung dan kemampuan mengalirkan air pada lapisan dasar jalan sehingga dapat mengurangi kerusakan akibat air; dan mengurangi biaya konstruksi karena dapat memanfaatkan tanah setempat sebagai bahan dasar campuran stabilisasi, sehingga tidak perlu membawa bahan dari tempat lain.

Oleh karena itu, penggunaan bahan kapur dan semen dalam stabilisasi tanah dasar pada pelaksanaan pekerjaan jalan dilakukan pada proyek-proyek jalan yang memiliki volume lalu lintas yang besar atau berada pada lingkungan yang ekstrim.

Untuk menentukan proporsi kadar kapur dan semen yang optimal, tim peneliti menggunakan perbandingan kapur dan semen sebanyak 9 variasi, dengan komposisi sebagai berikut : 3% kapur ; 5% semen, 10% kapur ; 10% semen, 5% kapur ; 15% semen, 10% kapur ; 15% semen, 15% kapur ; 15% semen, 17,5% kapur ; 17,5% semen, 15% kapur ; 20%

semen, 20% kapur ; 20% semen, 20% kapur ; 25% semen. Pemanfaatan variasi campuran kapur dan semen yang efektif dan efisien untuk stabilisasi tanah dasar pada pekerjaan konstruksi perkerasan jalan dapat menjadi pilihan utama yang dapat diaplikasikan di lapangan karena sesuai dengan standar yang ditetapkan serta bernilai ekonomis yang dapat menghemat biaya konstruksi dari kontraktor jalan.

Penelitian ini sejalan dengan Renstra Penelitian Politeknik Negeri Manado tahun 2022-2024, untuk bidang unggulan 2 yaitu Penguatan Ekonomi Masyarakat melalui Pengembangan Sumber Daya Manusia, Pembangunan Infrastruktur, Pemanfaatan Sumber Daya Alam dan Pelestarian Lingkungan yang Berkelanjutan serta fokus penelitian Jurusan Teknik Sipil yaitu Infrastruktur Berkelanjutan dan Pelestarian Lingkungan, yang diturunkan ke dalam tema penelitian Program Studi Sarjana Terapan Teknik Jalan Jembatan yaitu Mengembangkan penelitian yang relevan dengan kebutuhan industri dan disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat, dengan topik penelitian Program Studi Sarjana Terapan Teknik Jalan Jembatan berupa Pengembangan penelitian terapan yang berwawasan teknologi yang berkelanjutan. Pemanfaatan variasi campuran kapur dan semen yang efektif dan efisien ini diterapkan pada proyek-proyek pekerjaan konstruksi jalan yang memiliki kondisi tanah dasar yang serupa.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Lapisan tanah dasar berperan penting dalam konstruksi jalan. Kondisi tanah dasar pada suatu lokasi pelaksanaan konstruksi jalan harus mampu menahan beban yang bekerja di atasnya, sehingga tanah dasar tersebut harus memiliki daya dukung tanah yang baik. Kondisi tanah dasar yang kurang baik harus dilakukan perbaikan maupun stabilisasi. Konsep yang berkaitan dengan campuran kapur dan PCC (*Portland Composite Semen*) untuk stabilisasi tanah dasar merupakan salah satu metode yang digunakan dalam teknik perbaikan tanah. Metode ini melibatkan pencampuran kapur dan PCC dalam jumlah tertentu dengan tanah dasar yang tidak stabil untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanannya terhadap beban. Pencampuran kapur dan PCC dengan tanah dasar memiliki efek positif pada kinerja dan kekuatan tanah dasar. Kapur digunakan untuk meningkatkan kinerja tanah dasar dengan meningkatkan kekuatan, stabilitas dan daya dukungnya, sementara PCC digunakan untuk meningkatkan ketahanan dan kekuatan tanah dasar. Penerapan metode ini melibatkan pencampuran kapur dan PCC dengan tanah dasar menggunakan alat khusus seperti mixer atau grader, kemudian material hasil campuran ini dikompresi menjadi struktur padat yang kemudian digunakan sebagai lapisan dasar dalam konstruksi jalan. Dalam analisis dan pengolahan data, pencampuran kapur dan PCC dapat mempengaruhi kekuatan dan biaya konstruksi. Semakin tinggi kekuatan campuran, semakin baik kinerja jalan dan semakin rendah biaya pemeliharaan jalan di masa depan. Namun, biaya pembuatan campuran kapur dan PCC yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan anggaran meningkat. Biaya pencampuran kapur dan PCC akan diperhitungkan dalam biaya konstruksi keseluruhan.

Penelitian mengenai stabilisasi tanah menggunakan berbagai bahan tambah telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Islam and Hashim (2010) menyatakan meningkatnya permintaan ruang untuk menampung bangunan dan infrastruktur baru telah meningkatkan pemanfaatan tanah lunak. Akan tetapi tanah lunak menunjukkan daya dukung yang sangat rendah dan tanah ini tidak cocok untuk membangun tanggul, jalan raya, bangunan atau struktur rekayasa bantalan beban lainnya. Masalah utama bagi industri konstruksi jalan untuk pembangunan jalan raya dan bangunan ketika dilakukan di lahan tanah lunak adalah ketidakstabilan lereng, daya dukung yang terbatas. Masalah utamanya adalah kadar air yang tinggi, kompresibilitas tinggi dan kuat geser tanah gambut yang rendah Sulaiman et al. (2022); Islam and Hashim (2010); Wahab et. al. (2020); Forsman et al. (2018). Menurut Saberian and Rahgozar (2016) Dengan kandungan air dan zat organik

yang tinggi endapan tanah lunak harus distabilkan jika akan menahan konstruksi seperti bangunan atau jalan. Jais et al. (2019); Yusof et al. (2015).

Khing (2016) menyatakan keberhasilan pembangunan jalan pada tanah lunak bergantung pada berbagai faktor penting seperti perencanaan dan konstruksi. Juga logistik peralatan dan bahan yang tersedia dan dapat diterapkan Abdel-Salam, A. E (2018) menyatakan kebutuhan proyek yang melalui aspek teknis dan finansialnya menjadikan insinyur geoteknik untuk memilih campuran (jenis stabilisasi) yang cocok digunakan. Timbunan pada tanah lunak memiliki permasalahan seperti penurunan yang berlebihan, pergerakan horizontal, dan penurunan yang berbeda (Waruwu et.al, 2020).

Stabilisasi tanah yang berkelanjutan dengan cara yang ramah lingkungan direkomendasikan daripada menerapkan metode konvensional yang dikenal seperti penggalian murni dan penggantian tanah tunggal. Menurut Susanti et al. (2017), perbaikan tanah dengan kadar air tinggi seperti tanah gambut dapat dilakukan dengan stabilisasi menggunakan semen, kapur dan bahan lainnya, namun tidak dapat diterapkan pada kedalaman di bawah 1 meter. Metode yang efektif untuk memperbaikinya adalah metode preloading. Preloading dapat diterapkan dengan menggunakan bahan timbunan, sehingga mampu mempercepat kompresi dan meningkatkan daya dukung tanah. Khing (2016) menyatakan tanah gambut yang sangat lunak dan dapat dimampatkan digali dan diganti dengan bahan isian pasir, dan terbukti layak dan berkelanjutan untuk membangun jalan dengan teknik perbaikan tanah. Tetapi jika preloading atau jalan apung pada perkuatan geogrid atau timbunan timbunan tidak dapat dilaksanakan, maka diperlukan stabilisasi tanah.

Lebih lanjut dinyatakan bahwa substitusi bahan baku konvensional (semen) dan bahan baku primer (kapur) dengan bahan baku sekunder (limbah dan produk sampingan dari industri) sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan yang ditetapkan oleh PBB, melestarikan sumber daya, menghemat energi, dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain penggunaan bahan tradisional, stabilisasi tanah dapat dicapai melalui berbagai bahan mentah sekunder, juga produk baru yang terbuat dari bahan baku sekunder berupa bahan komposit.

Rahman et al. (2016) menyatakan bahwa sifat geoteknik tanah lunak seperti tanah gambut dapat distabilkan dengan menggunakan semen biasa dan dengan modifikasi periode pengerasan. Penambahan semen Portland biasa (OPC) pada tanah gambut dapat memodifikasi karakteristik tanah. Tanah yang diberi perlakuan OPC menunjukkan penurunan batas cair dan nilai permeabilitas karena aktivitas pozzolan. Islam and Hashim

(2010) menstabilkan gambut tropis dengan metode Prebored-premixed menggunakan semen PFA setting tinggi, kalsium klorida dan pasir silika sebagai pengikat. Untuk meningkatkan sifat-sifat tanah lunak serta memastikan reduksi dan penyelesaian masalahnya adalah dengan menerapkan metode stabilisasi elektrokinetik (EKS) (Wahab et. al, 2020). Menurut Yulianto et al. (2022) beberapa teknik digunakan untuk memperbaiki sifat fisik dan teknik tanah ini, salah satunya adalah stabilisasi dengan kapur CaCO_3 dan fly ash. Shah et al. (2020) menyatakan kandungan tanah mineral pada gambut dangkal (dalam campuran berupa lempung, lanau, dan pasir berbutir halus) tampil sebagai pengisi alami dan meningkatkan estimasi UCS untuk stabilisasi semen-gambut. Forsman et al. (2018) menyatakan stabilisasi massa memberikan solusi untuk memperbaiki sifat tanah dasar lunak. Stabilisasi massa adalah metode perbaikan tanah, di mana massa tanah yang mengeras dibuat dengan menambahkan bahan pengikat ke dalam tanah dan dengan pencampuran in situ yang terkontrol.

Hauashdh et al. (2020) menyelidiki stabilisasi tanah gambut menggunakan abu terbang, bottom ash dan semen Portland biasa (OPC) untuk meningkatkan sifat rekayasa tanah gambut. Temuan telah mengungkapkan efektivitas fly ash dan bottom ash untuk meningkatkan kekuatan gambut dan penerapan pemanfaatan limbah abu batubara sebagai bahan pengikat. Oleh karena itu fly ash dan bottom ash sangat direkomendasikan untuk dimanfaatkan dalam perbaikan tanah dan penimbunan jalan.

Jais et al. (2019) menyatakan fly ash adalah salah satu bahan sumber pengikat geopoKapurr dan tersedia melimpah di seluruh dunia. Ini dianggap ramah lingkungan bila digunakan dalam industri konstruksi karena merupakan bahan daur ulang. Campuran geopoKapurr yang dikenal sebagai Geopolymer Flexible Activator (GeoFlexA) dan fly ash digunakan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi masalah penurunan tanah yang terkait dengan tanah lunak. Mario et al. (2018) memaparkan kajian tentang potensi stabilisasi tanah gambut dengan berbagai bahan penstabil seperti semen Portland biasa (OPC), fly ash (FA) dan karbon aktif (AC) yang dihasilkan dari cangkang kelapa sawit. Sebagai kesimpulan, penggunaan fly ash dan karbon aktif cangkang kelapa sawit sebagai aditif dan pengganti semen Portland biasa dalam stabilisasi tanah meningkatkan karakteristik keseluruhan tanah lunak dan meningkatkan kemungkinan konstruksi di lahan tersebut. Zambri dan Ghazaly (2018) menggunakan kapur dan semen yang dicampur dengan tanah asli dengan proporsi 10% dan 20%. Hasilnya menunjukkan bahwa kapur dan semen merupakan bahan penstabil yang baik untuk tanah lunak yang sering mengalami kadar air tinggi.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan kekuatan daya dukung dan kestabilan tanah dasar dari jalan yang akandibangun.
2. Menentukan proporsi optimal antara kapur dan semen dalam campuran stabilisasi tanahdasar untuk mencapai sifat-sifat fisik dan mekanis yang optimal.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah mendapatkan komposisi campuran yang optimum untuk stabilisasi tanah dasar yang berupa tanah gambut dengan menggunakan bahan tambah berupa kapur dan semen. Variasi campuran yang diperoleh dapat diaplikasikan di lapangan pada pekerjaan konstruksi jalan dengan kondisi tanah dasar yang serupa sehingga pelaksanaan pekerjaan akan lebih efektif dan efisien karena sudah mendapatkan komposisi yang optimum untuk stabilisasi tanah dasar yang sesuai dengan standar yang ada.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium. Pada penelitian ini dimulai dengan pengujian terhadap indeks properties tanah asli, berupa pengujian kadar air (sesuai dengan ASTM D 2216-80), pengujian berat isi (sesuai dengan ASTM 2937-83), pengujian berat jenis (sesuai dengan ASTM D 854-83), pengujian batas cair (sesuai dengan ASTM D 4318-00), pengujian batas plastis (sesuai dengan ASTM D 4318-00), pengujian analisa saringan (sesuai dengan ASTM D 422-72), dan pengujian analisa hydrometer (sesuai dengan ASTM D 421-72).

Kemudian dilanjutkan dengan proses desain campuran terhadap tanah yang akan distabilisasi menggunakan perbandingan kapur dan semen dengan komposisi sebagai berikut : 3% kapur ; 5% semen, 10% kapur ; 10% semen, 5% kapur ; 15% semen, 10% kapur ; 15% semen, 15% kapur ; 15% semen, 17,5% kapur ; 17,5% semen, 15% kapur ; 20% semen, 20% kapur ; 20% semen, 20% kapur ; 25% semen. Pemanfaatan variasi campuran kapur dan semen yang efektif dan efisien untuk stabilisasi tanah dasar pada pekerjaan konstruksi perkerasan jalan dapat menjadi pilihan utama yang dapat diaplikasikan di lapangan karena sesuai dengan standar yang ditetapkan serta bernilai ekonomis yang dapat menghemat biaya konstruksi dari kontraktor jalan. Semen yang dipergunakan adalah tipe Portland Composite Semen (PCC) dengan merek yaitu: Conch.

Penelitian ini untuk mendapatkan penggunaan bahan kapur dan semen yang paling optimum untuk perkuatan tanah dasar sehingga diperoleh pengeluaran biaya yang paling efisien dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan pada lapisan tanah dasar. Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap setiap variasi campuran. Tiap variasi campuran dibuat dalam 4 (empat) sampel material uji. Pengujian dilakukan terhadap setiap sampel berupa pengujian pemadatan tanah mengacu pada standar AASHTO T 180-74. Pengujian pemadatan tanah (*soil compaction*) dengan menggunakan metode pengujian *modified compaction* untuk menentukan kadar air optimum sampel tanah dan hubungannya dengan berat isi kering maksimum sampel tanah tersebut. Pengujian geser langsung berdasarkan ASTM D 3080-82; pengujian kuat tekan bebas sesuai ASTM D 2166-85; pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dikerjakan sesuai AASHTO T 193-73. Pengujian CBR laboratorium dilakukan dengan metode perendaman selama 4 x 24 jam kemudian dipadatkan dengan variasi tumbukan sebanyak 15 tumbukan, 35

tumbukan, dan 56 tumbukan.

Dalam penelitian ini, penyelidikan tanah yang dilaksanakan adalah penyelidikan Laboratorium yang dilakukan meliputi :

1. Index Properties (sifat fisis tanah)

a. Pemeriksaan Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-80)

Kadar air tanah juga merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam massa tanah dengan berat butir padat, dan dinyatakan dalam persen. Pengujian ini dilakukan dengan metode kering oven (*oven drying method*), dimana benda diuji pada suhu 110° selama 16 sampai 24 jam.

b. Pemeriksaan Berat Isi Tanah (ASTM D 2937-83)

Pelaksanaan pengujian ini menggunakan metode silinder yang dimasukkan ke dalam tanah (*drive cylinder method*), sehingga tidak dapat dilakukan dengan jenis tanah berpasir yang gembur atau terdapat banyak kerikil. Berat isi suatu massa tanah adalah perbandingan antara berat total tanah dengan isi total tanah yang dinyatakan dalam notasi γ_{wet} (gram/cm³).

c. Penentuan Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-83)

Berat jenis tanah sering juga disebut *specific gravity*, dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air. Nilai daripada berat isi butir tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan volumenya.

Tabel 1. Berat Jenis Tanah

Macam tanah	Berat jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau anorganik	2.62 - 2.68
Lempung organik	2.58 - 2.65
Lempung anorganik	2.68 - 2.75
Humus	1.37
Gambut	1.25 – 1.80

Sumber: Hardiyatmo, 2017

d. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan klasifikasi tanah berdasarkan ukuran butir tanah yang diuji. Pengujian ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

➤ Analisa ayakan (ASTM D 422-72)

Pengujian ini dilakukan karena bertujuan untuk menentukan pembagian ukuran butiran atau klasifikasi tanah dari agregat kasar sampai agregat halus menggunakan ayakan ataupun saringan.

➤ Analisa Hidrometer (ASTM D 421-72)

Pengujian ini bertujuan menentukan pembagian ukuran butir berdasarkan tanah yang lewat saringan no.10. Pengujian analisa hydrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi ataupun pengendapan butir-butir tanah dalam air.

e. Pemeriksaan batas-batas Atterberg (ASTM D 4318-00)

Pengujian pemeriksaan batas-batas *Atterberg* ini dilakukan agar dapat mengetahui perubahan sifat dan karakteristik tanah yang berbutir halus berdasarkan titik-titik tertentu yang sudah di tentukan oleh *atterberg* berupa batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas kerut atau *shrinkage* (batas susut). Sifat plastisitas dinyatakan dengan indeks plastisitas (*Plasticity Indeks = PI*), adalah perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

f. Pengujian Pemadatan Tanah (AASHTO T 180-74)

Pengujian pemadatan tanah atau (*soil compaction*) ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik tanah dengan cara memadatkannya. Pemadatan merupakan proses untuk merapatkan butir-butir tanah yang satu dengan yang lainnya. Sehingga butiran tanah akan saling berikatan dan pori-pori tanah akan mengecil.

g. Pengujian *California Bearing Ratio*(CBR) (AASHTO T 193-73)

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai CBR atau daya dukung tanah pada kepadatan dan kadar air tertentu. Dengan kata lain, harga CBR akan menentukan sejauh mana tanah dapat menahan beban struktur di atasnya. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama, dan dinyatakan sebagai persentase (%).

Kriteria CBR untuk *Sub grade* sudah dikelompokkan dalam tabel kriteria CBR dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 2. Kriteria CBR untuk Tanah Dasar Jalan (*Subgrade*)

Section	Material	Nilai CBR (%)
Subgrade	Sangat Baik	20 – 30
	Baik	10 – 20
	Sedang	3 - 10
	Buruk	< 5

Sumber : Turnbull, 1968 dalam Barnas, 2014

h. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Strength*) (ASTM D2166-85)

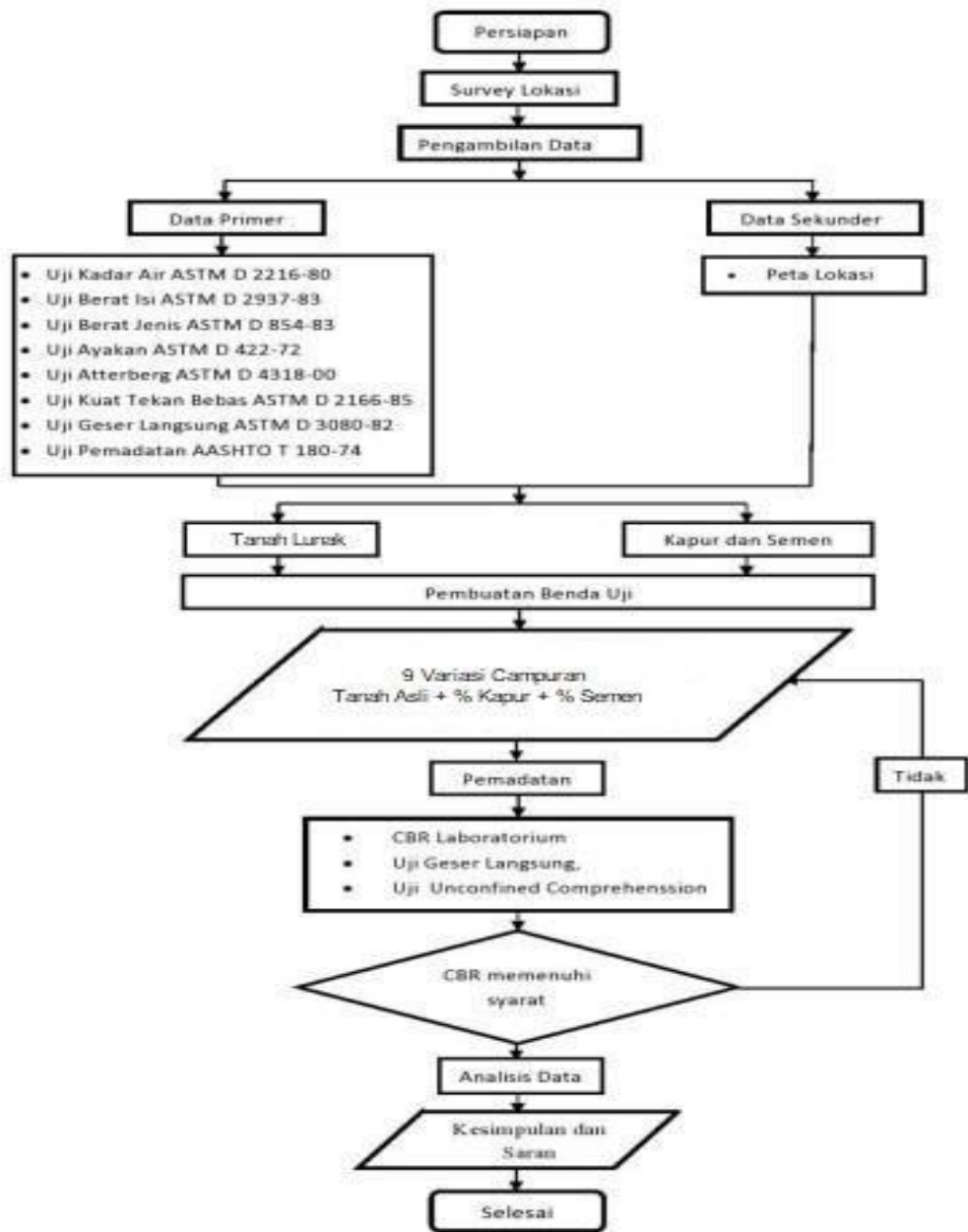
Metode pengujian ini dilakukan dengan menerapkan beban vertikal dan bertahap pada sampel silinder yang didirikan bebas hingga terjadi batas keruntuhan. Pembacaan beban dilakukan pada interval regangan aksial tertentu dan diperoleh dengan mempertahankan kecepatan pembebanan dengan besaran tertentu selama pengujian (kontrol regangan). Kuat tekan bebas (q_u) adalah besarnya beban aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji silinder (sampel tanah sebelum mengalami keruntuhan geser).

i. Pengujian Geser Langsung (*Direct Shear*) (ASTM D 3080-82)

Metode pengujian geser langsung termasuk pengujian sederhana yang digunakan dalam penentuan parameter kuat geser tanah (*Shear strength parameter*), yaitu kohesi (c) dan sudut geser (ϕ). Hasil uji geser langsung dapat digunakan untuk merencanakan kestabilan lereng, daya dukung pondasi, analisis dinding penahan dan lain-lain

Setelah semua data hasil pengujian diperoleh, kemudian dapat dilihat variasi campuran yang paling sesuai yang dapat diaplikasikan di lapangan pada pekerjaan konstruksi jalan, sehingga dapat menghemat biaya konstruksi dan biaya bahan pada proyek konstruksi jalan.

Lokasi penelitian untuk pembuatan benda uji dan pengujian material akan dilakukan di Pusat Unggulan Teknologi Politeknik Negeri Manado dan Laboratorium Uji Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Hasil

Tabel 3. Komposisi Campuran

Campuran	Tanah (gr)	Semen (gr)	Kapur (gr)	Kadar air setelah dikeringkan	Wopt	Air (%)	Ltr air
Tanah Asli	3000	0	0	6.42	58.50	52.08	1.736
Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	3000	90	150	15.65	40.50	24.85	0.828
Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	3000	300	300	6.42	54.50	48.08	1.603
Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	3000	150	450	6.42	51.30	44.88	1.496
Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	3000	300	450	29.71	48.00	18.29	0.610
Tanah + 15% Kapur + 15% Semen	3000	450	450	26.25	48.20	21.95	0.732
Tanah + 17.5% Kapur + 17.5% Semen	3000	525	525	3.48	48.80	45.32	1.511
Tanah + 15% Kapur + 20% Semen	3000	450	600	3.48	38.00	34.52	1.151
Tanah + 20% Kapur + 20% Semen	3000	600	600	3.48	38.50	35.02	1.167
Tanah + 20% Kapur + 25% Semen	3000	600	750	3.48	35.50	32.02	1.067

Pengujian Pendahuluan

Pengujian pendahuluan pada tanah gambut meliputi uji kadar air asli di lapangan (ASTM D 2216-80), Berat Isi Tanah (ASTM 2937-83), berat jenis Tanah (ASTM D 854-83), Analisa ayakan (ASTM D 422-72), Analisa Hidrometer (ASTM D 421-72), Batas – Batas Atterberg (ASTM D 4318-00).

Pengujian Utama

Setelah dilakukan uji pendahuluan selanjutnya dilakukan pengujian utama, yaitu uji Pemadatan Tanah (AASHTO T 180-74), *California Bearing Ratio* (CBR) (AASHTO T 193-73). Pada penelitian ini digunakan 9 variasi perbandingan tanah gambut dengan campuran kapur dan semen.

Sampel 1 : tanah gambut + 3% kapur + 5% semen,

Sampel 2 : tanah gambut + 10% kapur + 15% semen,

Sampel 3 : tanah gambut + 5% kapur + 15% semen,

Sampel 4 : tanah gambut + 10% kapur + 15% semen,

Sampel 5 : tanah gambut + 15% kapur + 15% semen,

Sampel 6 : tanah gambut + 17,5% kapur + 17,5% semen,

Sampel 7 : tanah gambut + 15% kapur + 20% semen,

Sampel 8 : tanah gambut + 20% kapur + 20% semen.

Sampel 9 : tanah gambut + 20% kapur + 25% semen.

Sebelum dilakukan uji CBR, terlebih dahulu dilakukan proses pemadatan pada masing-masing variasi sampel untuk memperoleh berat kering maksimum (γ_{dry} maksimum) dan kadar air optimum (W optimum). Selanjutnya hasil pemadatan akan digunakan untuk proses pembuatan sampel CBR. Uji CBR dilakukan dengan direndam (*soaked*). Nilai CBR dihitung dengan persamaan di bawah ini :

CBR dihitung pada penetrasi 0.1” dan 0.2” dengan rumus berikut:

$$CBR_{0.1} = \frac{A}{3000} \times 100\%$$

$$CBR_{0.2} = \frac{A}{4500} \times 100\%$$

Hasil Pengujian Awal

Pengujian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik tanah sebelum dilakukan stabilisasi.

Tabel 4. Hasil Uji Pendahuluan Tanah Gambut

NO	PENGUJIAN	HASIL
1	Kadar Air Awal	292.51 %
2	Berat Isi	1.12 gr/cm ³
3	Berat Jenis	1.86
	Lolos	
	ayakan	73.43 %
4	Analisa Ayakan	
	No.200	
	Tertahan	
	ayakan	26.57 %
	No.200	
5	Analisa Hidrometer	
	Lanau	99,33 %
	Lempung	0,67 %
	Batas Atterberg	
	<i>Liquid Limit (LL)</i>	96.79 %
6	<i>Plastic Limit (PL)</i>	91.07 %
	<i>Plasticity Indeks (PI)</i>	5.72 %
	<i>Linear Shrinkage (LS)</i>	4.4 %
	Geser Langsung	
7	ϕ	15.36 °
	c	0.04 kg/cm ³
8	Kuat Tekan Bebas	0 kg/cm ³
	Modified <i>Compaction</i> Kadar air Optimum	
9	Wopt	58.5 %
	Berat isi kering maksimum γ dmax	0.84 gr/cm ³
10	CBR Design	5.6 %

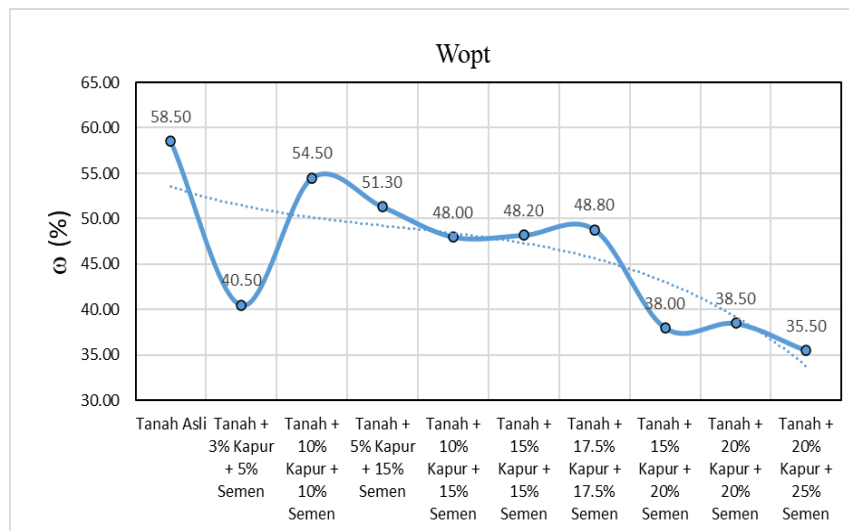
Pada umumnya ketebalan tanah gambut di Kawasan Kelurahan Masarang Tondano Barat kurang dari 1 meter, sehingga di kategorikan sebagai tanah gambut dengan ketebalan dangkal. Pengujian kedalaman tanah gambut dilakukan pada beberapa titik dengan menggunakan bor tanah. Tabel 1 menunjukkan hasil uji pendahuluan tanah gambut. Berdasarkan hasil pengujian pendahuluan tanah gambut di kawasan Kelurahan Masarang Tondano Barat, nilai ini masih berada dalam rentang hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti lainnya hal tersebut menunjukkan bahwa tanah gambut memiliki kandungan air dan kadar organik serta kadar air yang tinggi, nilai kadar air sebesar 292,51% yang berarti kandungan air pada tanah gambut sangat tinggi dikarenakan tanah gambut memiliki kemampuan menyimpan air. Sedangkan menurut USCS, berdasarkan warna coklat kehitaman, bau yang khas serta kandungan organik yang tinggi maka tanah di kawasan ini termasuk tanah gambut/Tanah. Menurut AASHTO termasuk ke dalam klasifikasi A-8 yaitu sangat buruk apabila digunakan sebagai subgrade tanah dan memerlukan perbaikan tanah. Dengan kondisi fisik tanah gambut seperti di atas maka perlu dilakukan perbaikan tanah agar dapat digunakan sebagai subgrade jalan. Klasifikasi dengan menggunakan USCS menunjukkan bahwa tanah mineral yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah lempung tak organik dengan plastitas rendah sampai dengan sedang (CL) sedangkan berdasarkan AASHTO diklasifikasikan sebagai tanah A-6 (termasuk tanah berlempung) dengan kategori subgrade jalan sedang sampai dengan buruk.

Hasil Uji Pemadatan

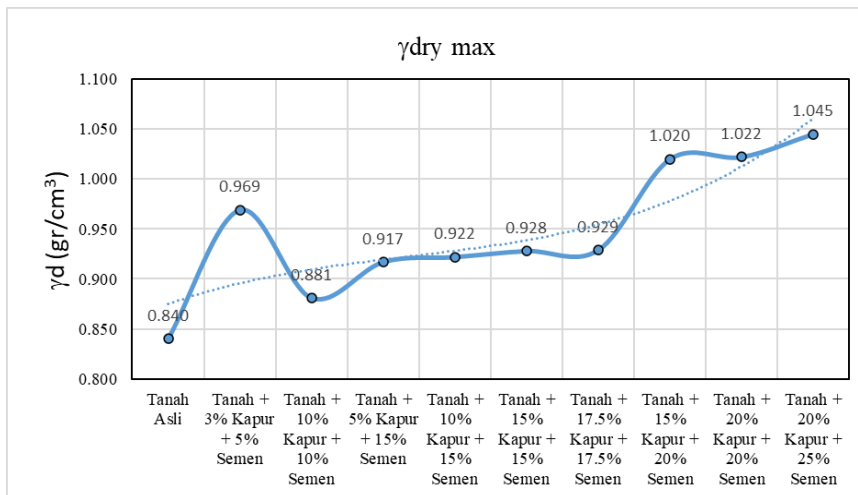
Uji pemadatan bertujuan untuk mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat, mengurangi permeabilitas dan mengurangi perubahan volume akibat perubahan kadar air dan lain-lain. Dari hasil uji pemadatan akan diperoleh berat kering maksimum (γ_{dry} maksimal) dan kadar air optimum ($W_{optimum}$), kedua nilai ini digunakan sebagai dasar pembuatan sampel CBR.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemadatan

Hasil Pengujian Pemadatan (Compaction)		
Sample	Wopt (%)	γ max (gr/cm ³)
Tanah soil	58.50	0.840
Tanah + 3% Kapur +5% Semen	40.50	0.969
Tanah + 10% Kapur +10% Semen	54.50	0.881
Tanah + 5% Kapur +15% Semen	51.30	0.917
Tanah + 10% Kapur +15% Semen	48.00	0.922
Tanah + 15% Kapur +15% Semen	48.20	0.928
Tanah + 17.5% Kapur +17.5% Semen	48.80	0.929
Tanah + 15% Kapur +20% Semen	38.00	1.020
Tanah + 20% Kapur +20% Semen	38.50	1.022
Tanah + 20% Kapur +25% Semen	35.50	1.045



Gambar 2. Kadar Air Optimum



Gambar 3. Berat Kering Maksimum

Dari Tabel 5 diketahui bahwa semakin tinggi prosentase penambahan kapur dan semen maka nilai kadar air optimum semakin menurun, hal tersebut dikarenakan kapur dan semen memiliki sifat mengikat partikel tanah menjadi keras dengan menyerap kadar air yang tersimpan dalam tanah dan dapat mengurangi plastisitas tanah, mengurangi penyusutan tanah, dan pemuaiian pondasi jalan raya. Kemudian untuk nilai berat isi kering maksimum menunjukkan bahwa semakin tinggi prosentase penambahan kapur dan semen maka semakin padat atau bertambah naik variasi tersebut.

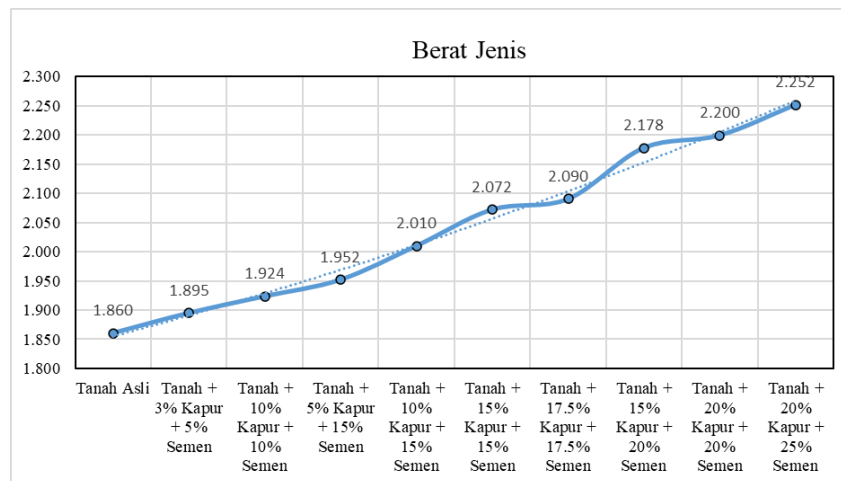
Hasil Uji Berat Jenis

Untuk mengetahui nilai berat jenis pada setiap variasi, sampel yang digunakan adalah tanah kering yang lolos saringan No. 10. Sampel diambil sebelum pengujian pemadatan dilakukan untuk masing-masing variasi.

Tabel 6. Hasil Pengujian Berat Jenis

Berat Jenis	
Sampel	Hasil
Tanah soil	1.860
Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	1.895
Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	1.924
Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	1.952
Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	2.010

Tanah + 15% Kapur +15% Semen	2.072
Tanah + 17.5% Kapur +17.5% Semen	2.090
Tanah + 15% Kapur +20% Semen	2.178
Tanah + 20% Kapur +20% Semen	2.200
Tanah + 20% Kapur +25% Semen	2.252



Gambar 4. Berat Jenis

Dalam pengujian pemadatan pada setiap variasi, dilakukan pengukuran berat jenis menggunakan sampel tanah kering yang telah lolos saringan No. 40. Tujuannya adalah untuk memperoleh nilai berat jenis yang terdapat pada masing-masing variasi sampel tanah. Informasi ini sangat penting dalam analisis karakteristik dan kualitas dari setiap variasi yang digunakan dalam konstruksi jalan. Hasil pengujian berat jenis untuk tiap variasi dapat ditemukan pada Tabel 3 memberikan gambaran lengkap tentang berat jenis yang diperoleh dari proses pemadatan pada setiap sampel tanah dalam berbagai variasi. Bisa dilihat peningkatan setelah penambahan variasi campuran kapur dan semen dimana semakin besar persentase penambahan maka berat jenisnya akan semakin meningkat.

Hasil Kuat Tekan Bebas

Sampel pengujian kuat tekan tekan bebas dicetak dari sampel CBR 15x, 35x, dan 56x tumbukan. Untuk melihat perbandingan nilai q_u yang ada pada tanah asli dan tiap-tiap variasi, setelah dilakukan pengujian maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

Kuat Tekan Bebas (UCS)						
Jumlah Tumbukan	15		35		56	
Sampel	qu max (kg/cm ²)	qu max (kg/cm ²)	qu max (kg/cm ²)	qu max (kg/cm ²)	qu max (kg/cm ²)	qu max (kg/cm ²)
Tanah Asli	0.630	0.605	0.715	0.770	1.169	1.227
Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	0.712	0.743	0.940	0.688	1.410	1.563
Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	0.825	0.739	1.439	1.351	1.706	1.921
Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	0.794	0.940	1.116	1.308	1.821	1.951
Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	1.023	0.983	1.157	1.308	1.891	1.981
Tanah + 15% Kapur + 15% Semen	1.140	0.988	1.215	1.279	2.021	2.090
Tanah + 17.5% Kapur + 17.5% Semen	1.066	0.901	1.258	1.308	1.512	2.120
Tanah + 15% Kapur + 20% Semen	1.105	1.064	1.301	1.337	2.020	2.149
Tanah + 20% Kapur + 20% Semen	0.825	1.052	1.272	1.373	1.735	1.970
Tanah + 20% Kapur + 25% Semen	0.896	0.930	1.330	1.315	1.519	1.607

Untuk mengetahui titik batas keruntuhan sampel yang dilihat dari bacaan dial regangan dan bacaan arloji beban, sehingga akan didapat nilai maksimal sebelum terjadi keruntuhan pada sampel (menggunakan silinder uji) dan dilakukan pada setiap variasi. Bisa dilihat pada Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian nilai kuat tekan bebas yang didapatkan setelah pengujian, bisa dilihat bahwa terjadi peningkatan yang signifikan pada saat tanah asli ditambahkan dengan bahan tambah kapur dan semen karena setiap sampel memiliki kepadatan yang berbeda - beda, hal ini berarti dengan bertambahnya prosentase kapur dan semen maka nilai UCS atau nilai qu akan semakin naik

Hasil Geser Langsung

Setelah selesai pengujian CBR dengan tumbukan pada variasi campuran dan tanah asli sebanyak 15x, 35x, dan 56x tumbukan, sampel pengujian Geser Langsung dicetak dan diambil tidak hanya pada kondisi tanah tak terganggu, tetapi juga setelah proses tersebut.

Tabel 8. Hasil Pengujian Geser Langsung

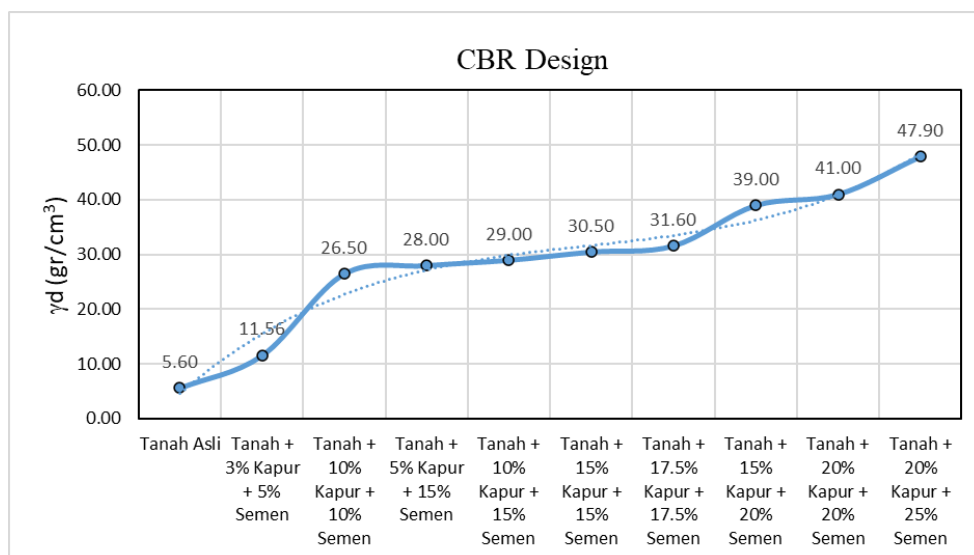
Geser Langsung						
Jumlah Tumbukan	15		35		56	
Sampel	ϕ (°)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)	c (kg/cm ²)
Tanah Asli	35.92	0.011	39.50	0.114	45.68	0.069
Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	35.92	0.004	34.97	0.149	37.75	0.148
Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	39.50	0.104	38.63	0.168	40.34	0.176
Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	28.79	0.011	41.16	0.118	54.91	0.053
Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	27.68	0.021	42.74	0.147	52.93	0.152
Tanah + 15% Kapur + 15% Semen	21.78	0.200	39.50	0.176	34.97	0.270
Tanah + 17.5% Kapur + 17.5% Semen	34.48	0.111	37.30	0.142	49.27	0.095
Tanah + 15% Kapur + 20% Semen	47.70	0.011	41.16	0.118	54.91	0.053
Tanah + 20% Kapur + 20% Semen	25.38	0.211	35.92	0.212	38.63	0.216
Tanah + 20% Kapur + 25% Semen	47.04	0.021	42.74	0.147	52.93	0.152

Hasil Uji CBR

Salah satu cara untuk menentukan kapasitas dukung tanah adalah dengan menguji nilai CBR tanah tersebut. Pengujian CBR dilakukan dengan metode perendaman selama 4 x 24 jam tetapi dipadatkan terlebih dahulu sama seperti pada pengujian modified compaction, namun pembedanya ada pada variasi tumbukan menggunakan variasi 15x, 35x, dan 56x tumbukan. Tiap variasi campuran dibuat 3 sampel.

Tabel 9. Hasil Pengujian CBR

California Bearing Ratio (CBR)							
Jumlah Tumbukan	15		35		56		CBR
Sampel	0.1 (inch)	0.2 (inch)	0.1 (inch)	0.2 (inch)	0.1 (inch)	0.2 (inch)	Design (%)
Tanah Soil	3.11	3.73	3.73	4.15	4.98	5.81	5.60
Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	3.73	3.32	6.31	6.31	7.70	9.84	11.56
Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	11.82	10.78	21.45	22.71	26.50	26.95	26.50
Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	13.06	12.44	22.08	21.87	28.39	27.76	28.00
Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	16.17	15.98	23.34	23.13	29.65	29.52	29.00
Tanah + 15% Kapur + 15% Semen	16.17	16.40	24.60	25.23	31.54	30.37	30.50
Tanah + 17.5% Kapur + 17.5% Semen	11.82	10.78	25.23	24.81	28.39	29.94	31.60
Tanah + 15% Kapur + 20% Semen	11.82	10.78	25.23	24.81	27.13	28.23	39.00
Tanah + 20% Kapur + 20% Semen	12.44	10.78	27.13	27.38	36.59	36.36	41.00
Tanah + 20% Kapur + 25% Semen	9.33	7.46	25.23	21.03	29.02	29.09	47.90



Gambar 5. Nilai CBR Rencana

Nilai CBR diketahui melalui pembagian dari beban penetrasi dengan beban standart dikalikan 100% dan disini untuk pembagian beban penetrasi itu terbagi dua yaitu tekanan penetrasi (0,1”) terhadap penetrasi standart besarnya (1000 psi). Dalam Tabel 6 terlihat bahwa semakin tinggi persentase penambahan kapur dan semen maka semakin tinggi peningkatan nilai CBR, kenaikan signifikan nilai CBR terjadi pada saat tanah sudah ditambahkan bahan tambah kapur dan semen dikarenakan komposisi campuran sudah semakin banyak.

Untuk perhitungan biaya yang diperlukan setiap variasi campuran pada stabilisasi tanah gambut menggunakan bahan tambah kapur dan semen dapat dilihat pada Tabel 10 dibawah ini.

Tabel 10. Perhitungan biaya untuk 1 m³


No.	Campuran	Biaya
1	Tanah + 3% Kapur + 5% Semen	Rp.105.600
2	Tanah + 10% Kapur + 10% Semen	Rp.200.000
3	Tanah + 5% Kapur + 15% Semen	Rp.275.000
4	Tanah + 10% Kapur + 15% Semen	Rp.276.000
5	Tanah + 15% Kapur + 15% Semen	Rp.277.000
6	Tanah + 17.5% Kapur + 17.5% Semen	Rp.312.000
7	Tanah + 15% Kapur + 20% Semen	Rp.344.500
8	Tanah + 20% Kapur + 20% Semen	Rp.343.000
9	Tanah + 20% Kapur + 25% Semen	Rp.403.450

Luaran Yang Dicapai

Luaran dan indikator capaiannya pada saat Laporan Kemajuan ini dibuat dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 11. Luaran

No.	Jenis Luaran	Indikator Capaian
1	<p>HKI – Paten Sederhana</p>  <p>KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA REPUBLIK INDONESIA DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL Jl. H.R. Rasuna Said Kav 8-9, Kuningan, Jakarta Selatan, 12940 Telepon: (021) 57905611 Faksimil: (021) 57905611 Laman: http://www.dgip.go.id Surel: dopatent@dgip.go.id</p> <hr/> <p>Nomor : HKI.3-HI.05.01.02.S00202308841 14 September 2023 Lampiran : 1 (satu) berkas Hal : Pementahuan Persyaratan Formalitas Telah Dipenuhi</p> <p>Yth. Politeknik Negeri Manado Kampus Politeknik Negeri Manado Ds. Buha Kecamatan Mapanget Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara, 95252, Kota Manado</p> <p>Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten: Tanggal Pengajuan : 13 September 2023 (21) Nomor Permohonan : S00202308841 (71) Pemohon : Politeknik Negeri Manado (54) Judul Invensi : KOMPOSISI UNTUK STABILISASI TANAH GAMBUT PADA KONSTRUKSI : JALAN (30) Data Prioritas : - (74) Konsultan HKI : - (22) Tanggal Penerimaan : 13 September 2023</p> <p>Telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera paling lambat 14 (empat belas) hari sejak tanggal penerimaan, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 107 UU No 11 Tahun 2020). 2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016). <p>Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 25 Tahun 2019. 2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut akan mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali. 3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@75.000) sebesar Rp. 0. 4. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 18 ayat 4 Permenkumham no 38 tahun 2018) 5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30). <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="387 1503 502 1601" style="text-align: center;">  00-2023-183312 </div> <div data-bbox="794 1496 1061 1668" style="text-align: center;"> <p>a.n. Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang Kasubdit Permohonan dan Publikasi,</p>  Dr. SLAMET RIYADI, M. Si. NIP. 196407231991031001 </div> </div> <p>Tembusan: Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.</p> <p><i>Form HKI/3/003/2016</i></p>	Terdaftar

2	<p>Jurnal Internasional Bereputasi</p> <p style="text-align: center;">OPTIMIZATION OF A MIXTURE OF LIME AND PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) FOR STABILIZING PEAT SOIL IN ROAD CONSTRUCTION</p> <p style="text-align: center;">Tampanatu P. F. Sompie, Seska Nicolaas, Helen G. Mantiri, Vicky A. Assa, Rivaldo Raintung, Felicia Runtuuwu Department of Civil Engineering, Manado State Polytechnic, Manado, Indonesia Email: tampanatu.sompie@polindo.ac.id</p> <p>ABSTRACT</p> <p>Peat soil has main problems in construction because it has a low bearing capacity and high compression. There are many soil improvement methods to solve these problems. One of the alternatives to improve soil quality is stabilization using lime and cement. This research aims to investigate the impact of a mixture of lime and cement on the physical and mechanical properties of soil at the research location. The research results show that the CBR value for original soil is 5.60%. An increase in CBR occurred in certain mixture variations, with a CBR value for original soil + 3% lime + 5% cement of 11.56. This mixture can be used on the subgrade layer, in accordance with the CBR requirement for the subgrade layer in road construction of 6%. The mixture variation for original soil + 20% lime + 20% cement shows a CBR value of 41.00, which can be used in the lower foundation layer, where the CBR requirement for the lower foundation layer in road construction is 40%. The highest increase occurred with the addition of a mixture of 20% lime + 25% cement, with a CBR value reaching 47.90. Adding a mixture of lime and cement to stabilize peat soil can increase the bearing capacity of the soil, adding the percentage of lime and cement mixture will increase the CBR value.</p> <p><i>Keywords: Peat Soil, Lime, Cement, Soil Stabilization, California Bearing Ratio</i></p> <p>INTRODUCTION</p> <p>Roads are essential in connecting regions, especially in developing areas, so one area can connect to another. In road construction, the subgrade serves to withstand traffic loads and the layers above it. The increasing demand for space to accommodate new buildings and infrastructure has increased the use of soft soils such as peatlands. However, peat soils exhibit an insufficient bearing capacity, and these soils are not suitable for constructing embankments, roads, buildings, or other load-bearing engineering structures [1].</p> <p>In Masarang, Tondano, North Sulawesi, there is a revitalization of Lake Tondano and the construction of roads and embankments project, which can support it as a tourism area in Tondano. In areas traversed by road construction, there are conditions where the subgrade layer is a type of peat soil; therefore, it should get special treatment.</p> <p>The main problems of peat soils are high moisture content, high compressibility, and low shear strength of peat soils [1,2,3]. With a high content of water and organic matter, peat deposits must be stabilized if they are going to withstand construction such as buildings or roads [4,5,6]. Piling on peat soil has problems such as excessive settlement, horizontal movement, and different settlements [7].</p> <p>Several efforts must be made to improve the properties of the original soil into subgrade in road construction locations because the inability of the subgrade to carry the load causes the layer above it to be damaged. Based on these soil conditions, one method to stabilize the soil is to use lime and cement for soil stabilization. The reason for choosing lime and cement as mixing materials in the study area is the availability of materials, and more affordable on-site costs can be applied.</p> <p>The success of road construction on soft soils depends on various important factors, such as planning and construction [8]. Also, the logistics of equipment and materials are available and applicable [9]. The need for a project through its technical and financial aspects makes the engineer choose the type of stabilization suitable for use [10]. There are some methods for improving peat soil. A practical method is preloading; it can be applied using backfill material to accelerate compression and increase the bearing capacity of the peat [11]. Another method is the partial replacement of peat soil by preloading, where compressible peat soil is excavated and replaced with a sand-filling material that provides a more</p>	Submit
3	<p>Prototype</p> 	Selesai

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Setelah dilakukan pengujian, tanah yang berada di Kelurahan Masarang, Tondano Barat memiliki karakteristik tanah gambut dimana jika dilihat secara visual pada saat pengambilan sampel menunjukkan beberapa ciri-ciri tanah gambut seperti memiliki serat dan bau yang khas dari tumbuhan atau bahan organik, memiliki warna coklat tua – kehitaman, memiliki sifat kenyal, juga dari hasil yang didapat dari pengujian sifat fisik dan mekanik tanah asli didominasi oleh sifat-sifat tanah gambut.
2. Campuran kapur dan semen memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kualitas tanah di Kelurahan Masarang, Tondano Barat untuk perkerasan Subgrade tanah dasar maupun untuk perkerasan Subbase lapis pondasi bawah (LPB). Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan campuran tersebut dapat meningkatkan kualitas tanah secara keseluruhan dari karakteristik fisik dan mekanik tanah.
3. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan beberapa variasi campuran dengan komposisi yang berbeda. Dari nilai CBR yang diukur, variasi campuran 3000 gr tanah + 3% Kapur + 5% Semen dengan jumlah total campuran 3240 gr menunjukkan hasil yang paling efektif, dengan nilai CBR sebesar 11.56%. Hal ini sesuai dengan standar nilai CBR tanah dasar yang ditetapkan sebesar 6%, menunjukkan bahwa campuran tersebut memenuhi persyaratan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas tanah dasar. Biaya per 1 m³ sebesar Rp.105.600.
4. Variasi campuran dengan komposisi 3000 gr tanah + 20% Kapur + 20% Semen dengan jumlah total campuran 4200 gr, menunjukkan hasil dengan nilai CBR sebesar 41.00%. Hal ini sesuai dengan standar nilai CBR LPB yang ditetapkan sebesar 40%, menunjukkan bahwa campuran tersebut memenuhi persyaratan untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitas LPB. Biaya per 1 m³ sebesar Rp.343.000.
5. Setelah dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah setelah dilakukan stabilisasi menggunakan kapur dan semen dapat diukur dengan melihat hasil yang didapat bahwa terjadi peningkatan terhadap daya dukung pada hasil CBR, semakin bertambah persentase campuran kapur dan semen maka nilai CBR semakin meningkat dan perubahan karakteristik terlihat dari hasil kadar air yang mengalami penurunan persentase setelah distabilisasi, untuk berat jenis mengalami peningkatan setelah distabilisasi.
6. Perbandingan optimum antara kapur dan semen sebagai bahan tambahdalam stabilisasi tanah untuk mencapai kinerja yang optimal pada konstruksi jalan dapat bervariasi tergantung pada

karakteristik tanah yang ada dan persyaratan teknis proyek.

Saran

1. Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk menggunakan bahan tambah kapur dan semen dalam stabilisasi tanah pada konstruksi jalan, terutama pada kondisi tanah yang memiliki kualitas yang rendah atau tidak memadai.
2. Penting untuk melakukan uji coba dan pemantauan secara menyeluruh terhadap kinerja tanah stabilisasi dengan bahan tambah kapur dan semen sebelum diterapkan dalam skala yang lebih luas.
3. Faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, iklim, dan persyaratan teknis proyek harus dipertimbangkan dalam menentukan dosis dan perbandingan yang optimal antara kapur dan semen sebagai bahan tambah.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T 180-74 Modified Proctor
- AASHTO T 193-73 Swelling test and California Bearing Ration (CBR)
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2216-80 tentang pengujian kadar air.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2937-83 tentang pengujian berat isi tanah.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 854-83 tentang pengujian berat jenis tanah.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 422-72 tentang analisa ayakan.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 421-72 tentang hidrometer.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 4318-00 tentang pengujian batas Atterberg.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2166-85 tentang pengujian kuat tekan bebas.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D-3080-82 tentang geser langsung.
- Abdel-Salam, A. E. 2018. Stabilization of Tanah soil using locally admixture. HBRC Journal, Volume 14, Issue 3, pp. 294-299
- Barnas, E, and Barian K. "Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio) di SPBG Bogor 1 Bubulak Jl KH R Abdullah bin Nuh." Jurnal KaLIBRASI Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri. 9 (2014)
- Bowles, J.E. 1997, Foundation Analysis and Design 5th Ed, Illinois, McGraw-Hill Companies, inc
- Forsman, J., Korkiala-Tanttu, L., and Piispanen, P. (2018). Mass Stabilization as a Ground Improvement Method for Soft Tanahy. In B. Topcuolu (Ed.), Tanah, Vol. 1, pp. 107-139.
- Hauashdh, A., Mohamed, R. M. S. R., Jailani, J and Rahman, J. A. 2020. Stabilization of Tanah Soil Using Fly Ash, Bottom Ash and Portland Semen: Soil Improvement and Coal Ash Waste Reduction Approach. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 498
- Hardiyatmo, H. C. 2017. Soil Mechanics I. Third Edition, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Islam, Md, S and Hashim, R. 2010. Stabilization of Tanah soil by soil-column technique and settlement of the group columns. International Journal of the Physical Sciences, Vol. 5(9), pp. 1411-1418

- Jais, I. B. M., Abdullah, N., Ali, M. A. Md., and Johar, M. A. 2019. Tanah modification integrating Geopolymer and fly ash. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 527 (2019) 012021, IOP Publishing, doi:10.1088/1757-899X/527/1/012021
- Khing, V. T. C. 2016. Tanah Aand Organic Soils Challenges In Road Construction in Sarawak:JKR Sarawak Experience. 15TH International Tanah Congress 2016, pp. 613-618
- Mario, S. N. A., Tawie, R., Ahmad, F. H., Mukri, M., and Negin, M. 2018. Tanah Soil Stabilization and Effect on Plasticity Index and Compaction Value, International Journal of Pure and Applied Mathematics Vol. 118 No. 24
- Rahman, Z. A., Sulaiman, N., Rahim, S. A., Idris, W. M. R., and Lihan, T. 2016. Effect of Semen Additive and Curing Period on Some Engineering Properties of Treated Tanah Soil. Sains Malaysiana 45(11)(2016), pp. 1679–1687
- Raharjo, R.P. 1985 Correlation of CBR and Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soil. Konferensi Geoteknik ke 3
- Saberian, M and Rahgozar, M. A. 2016. Geotechnical properties of Tanah soil stabilised with shredded waste tyre chips in combination with gypsum, Kapur or Semen , Mires and Tanah, Vol. 18,, Article 16, pp. 1–16
- Sulaiman, M. S., Mohamad, H. M., and. Suhaimi, A. A. 2022. A Study on Linear Shrinkage Behavior of Tanah Soil Stabilized with Eco-Processed Pozzolan (EPP) . Civil Engineering Journal, Vol. 8, No. 06, June, 2022, pp. 1157-1166
- Susanti R. D., Maulana., and Waruwu A. (2017). Bearing Capacity Improvement of Tanah Soil by Preloading, Journal of Engineering and Applied Sciences Vol. 12, No. 1, pp. 121-124 Asian Research Publishing Network (ARPN)
- Shah, A. S. N, Mustapha, K. A and Hashim, R. 2020. Characterization and Impact of Tanah Fires on Stabilization of Tropical Lowland Tanahs in Banting, Selangor, Malaysia. Sains Malaysiana 49(3)(2020): 471-481
- Wahab, A, Embong, Z, Hasan, M, Musa, H, Zaman, O, U and Ullah, H. 2020. Tanah soil engineering and mechanical properties improvement under the effect of EKS technique at Parit Kuari, Batu Pahat, Johor, West Malaysia. Bulletin of the Geological Society of Malaysia, Vol. 70, November 2020, pp. 133 - 138
- Waruwu, A., Susanti, R. D., Endriani, D., and Hutagaol, S. (2020). Effect of Loading Stage on Tanah Compression and Deflection of Bamboo Grid with Concrete Pile. International

Journal of GEOMATE, 18(66), pp. 150–155.

- Yulianto, F. E, Mochtar, N. E and Fuad Harwadi, F. 2022. Parameters Changes of Stabilized Fibrous Tanah With Environmentally Friendly Materials Due To Water Filtrazion From The Surroundings On Different Of Area Stabilization. International Journal of GEOMATE, Nov, 2022, Vol.23, Issue 99, pp. 31-40
- Yusof, Z. Md., Mohamed, K., Henary, O.M., and Yahya, N.A. 2015. Effects of Hydrated Kapur – Pond Ash Admixtures on the Compaction Characteristics of Treated Tanah Soils. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 9(31), pp. 359-361
- Zambri' N. M and Ghazaly, Z. Md. 2018. Tanah Soil Stabilization using Kapur and Semen. E3S Web Conf. Vol. 34, 2018. International Conference on Civil & Environmental Engineering (CENVIRON 2017)

Lampiran 1. Bukti Luaran

Artikel Ilmiah (draft, status submission atau reprint, dll).

OPTIMIZATION OF A MIXTURE OF LIME AND PORTLAND COMPOSITE CEMENT (PCC) FOR STABILIZING PEAT SOIL IN ROAD CONSTRUCTION

Tampanatu P. F. Sompie, Seska Nicolaas, Helen G. Mantiri, Vicky A. Assa, Rivaldo Raintung, Felicia Runtuuwu

Department of Civil Engineering, Manado State Polytechnic, Manado, Indonesia

Email: tampanatu.sompie@polimdo.ac.id

ABSTRACT

Peat soil has main problems in construction because it has a low bearing capacity and high compression. There are many soil improvement methods to solve these problems. One of the alternatives to improve soil quality is stabilization using lime and cement. This research aims to investigate the impact of a mixture of lime and cement on the physical and mechanical properties of soil at the research location. The research results show that the CBR value for original soil is 5.60%. An increase in CBR occurred in certain mixture variations, with a CBR value for original soil + 3% lime + 5% cement of 11.56. This mixture can be used on the subgrade layer, in accordance with the CBR requirement for the subgrade layer in road construction of 6%. The mixture variation for original soil + 20% lime + 20% cement shows a CBR value of 41.00, which can be used in the lower foundation layer, where the CBR requirement for the lower foundation layer in road construction is 40%. The highest increase occurred with the addition of a mixture of 20% lime + 25% cement, with a CBR value reaching 47.90. Adding a mixture of lime and cement to stabilize peat soil can increase the bearing capacity of the soil, adding the percentage of lime and cement mixture will increase the CBR value.

Keywords: Peat Soil, Lime, Cement, Soil Stabilization, California Bearing Ratio

INTRODUCTION

Roads are essential in connecting regions, especially in developing areas, so one area can connect to another. In road construction, the subgrade serves to withstand traffic loads and the layers above it. The increasing demand for space to accommodate new buildings and infrastructure has increased the use of soft soils such as peatlands. However, peat soils exhibit an insufficient bearing capacity, and these soils are not suitable for constructing embankments, roads, buildings, or other load-bearing engineering structures [1].

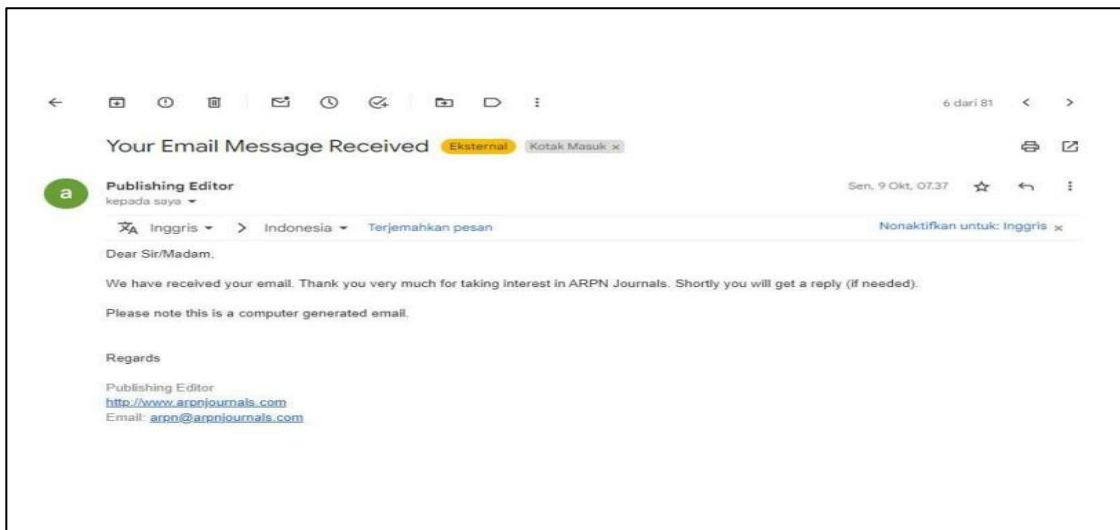
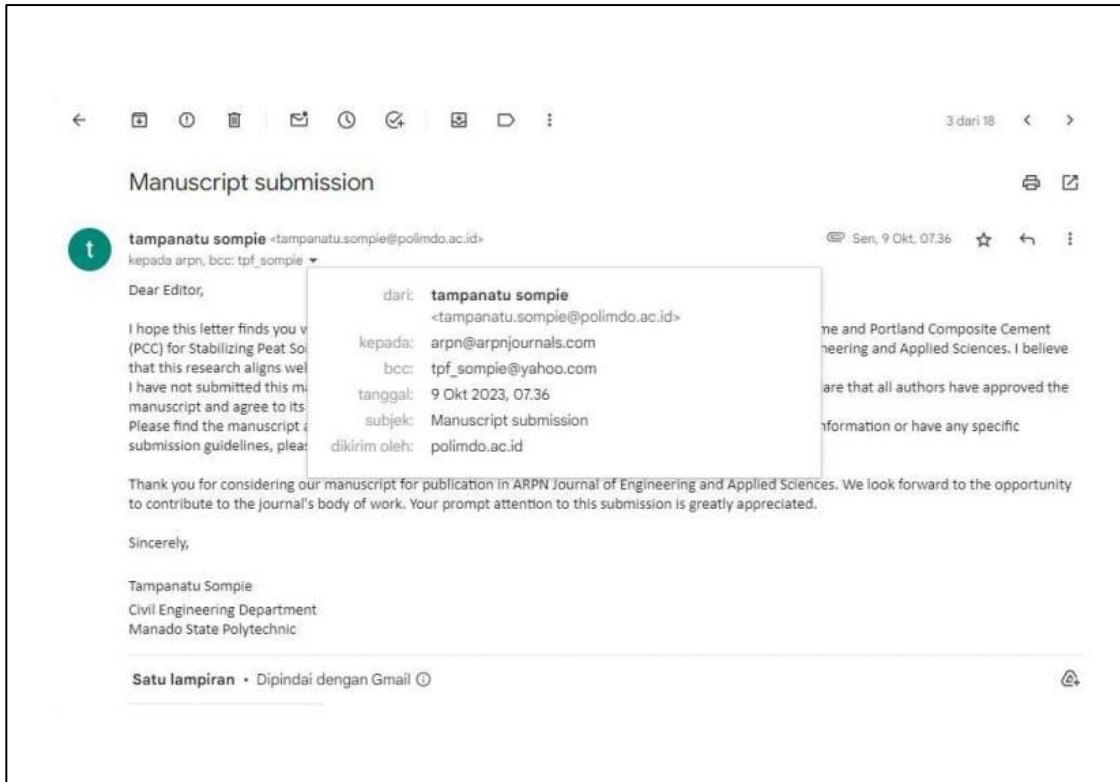
In Masarang, Tondano, North Sulawesi, there is a revitalization of Lake Tondano and the construction of roads and embankments project, which can support it as a tourism area in Tondano. In areas traversed by road construction, there are conditions where the subgrade layer is a type of peat soil; therefore, it should get special treatment.

The main problems of peat soils are high moisture content, high compressibility, and low shear strength of peat soils [1,2,3]. With a high content of water and organic matter, peat deposits must be stabilized if they are going to withstand construction such as buildings or roads [4,5,6]. Piling on peat soil has

problems such as excessive settlement, horizontal movement, and different settlements [7].

Several efforts must be made to improve the properties of the original soil into subgrade in road construction locations because the inability of the subgrade to carry the load causes the layer above it to be damaged. Based on these soil conditions, one method to stabilize the soil is to use lime and cement for soil stabilization. The reason for choosing lime and cement as mixing materials in the study area is the availability of materials, and more affordable on-site costs can be applied.

The success of road construction on soft soils depends on various important factors, such as planning and construction [8]. Also, the logistics of equipment and materials are available and applicable [9]. The need for a project through its technical and financial aspects makes the engineer choose the type of stabilization suitable for use [10]. There are some methods for improving peat soil. A practical method is preloading; it can be applied using backfill material to accelerate compression and increase the bearing capacity of the peat [11]. Another method is the partial replacement of peat soil by preloading, where compressible peat soil is excavated and replaced with a sand-filling material that provides a more



Lampiran 2. Bukti Luaran

HKI, publikasi, produk penelitian lainnya

	KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA REPUBLIK INDONESIA DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL Jl. H.R. Rasuna Said Kav 8-9, Kuningan, Jakarta Selatan, 12940 Telepon: (021) 57905611 Faksimil: (021) 57905611 Laman: http://www.dgip.go.id Surel: dotpatent@dgip.go.id
Nomor : HKI.3-HI.05.01.02.S00202308841	14 September 2023
Lampiran : 1 (satu) berkas	
Hal : Pembertitahuan PERSYARATAN FORMALITAS TELAH DIPENUHI	
Yth. Politeknik Negeri Manado Kampus Politeknik Negeri Manado Ds. Buha Kecamatan Mapanget Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara, 95252, Kota Manado	
Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten:	
Tanggal Pengajuan	: 13 September 2023
(21) Nomor Permohonan	: S00202308841
(71) Pemohon	: Politeknik Negeri Manado
(54) Judul Invensi	: KOMPOSISI UNTUK STABILISASI TANAH GAMBUT PADA KONSTRUKSI JALAN
(30) Data Prioritas	: -
(74) Konsultan HKI	: -
(22) Tanggal Penerimaan	: 13 September 2023
Telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan:	
<ol style="list-style-type: none">1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera paling lambat 14 (empat belas) hari sejak tanggal penerimaan, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 107 UU No 11 Tahun 2020).2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016).	
Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:	
<ol style="list-style-type: none">1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 28 Tahun 2019.2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut akan mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali.3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@75.000) sebesar Rp. 04. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 18 ayat 4 Permenkumham no 38 tahun 2018)5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30)	
 00-2023-183312	a.n. Direktur Paten, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang Kasubdit Permohonan dan Publikasi,  Drs. SLAMET RIYADI, M. Si. NIP. 196407231991031001
Tembusan: Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.	
Form HKI/003/2016	

Lampiran 3. Bukti Luaran

Prototype



Lampiran 4. Bukti Luaran

Skripsi Mahasiswa

HALAMAN PENGESAHAN

**KINERJA STABILISASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN KAPUR
DAN SEMEN SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA KONSTRUKSI JALAN**




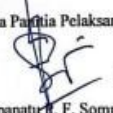
SKRIPSI


Disusun :

Rivaldo Priestley Cristover Raintung
19013094

Telah dipertahankan dalam Seminar dan Ujian Skripsi
di depan Tim Penguji pada Tanggal 04 Juli 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Sarjana Terapan

Disahkan Oleh :

 Pembimbing 1, <u>Dr. Ir. Tampanatur F. Sompie, S.T., M.Eng.Mgmt</u> NIP. 19711003 199702 1 001	 Pembimbing 2, <u>Vicky Alexander Assa, S.S.T., M.T</u> NIP. 19740126 200312 1 001
 Koordinator Program Studi, <u>Dr. Ir. Reiner Wilsen Tampi, S.S.T., M.T</u> NIP. 19710514 200312 1 001	 Ketua Panitia Pelaksana Ujian Skripsi <u>Dr. Ir. Tampanatur F. Sompie, S.T., M.Eng.Mgmt</u> NIP. 19711003 199702 1 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Seska Nicolans, S.T., M.T
NIP. 19710216 200003 2 001

Dokumentasi





