

SKRIPSI

UJI MUTU KEPADATAN LAPIS PONDASI AGREGATE (LPA) KELAS A DENGAN METODE SAND CONE PADA PROYEK JALAN KABUPATEN MAMASA-MAMUJU

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S1 pada program
studi Teknik Sipil



Disusun Oleh

ISHAQ ISWANDI

D0119328

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2024

LEMBAR PENGESAHAN

UJI MUTU KEPADATAN LAPIS AGREGAT (LPA) KELASA A DENGAN MENGGUNAKAN METODE SAND CONE PADA PROYEK JALAN KABUPATEN MAMASA – MAMUJU

TUGAS AKHIR

Oleh

ISHAQ ISWANDI

NIM : D0119328

(Program Studi Sarjana Teknik Sipil)

Universitas Sulawesi Barat

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik
Tanggal 08 Mei 2025

Pembimbing 1



Ir. Sutriani, S.T, M.T
NIP. 197803262024212005

Pembimbing 2



Ir. Nurmia Z, S.T, M.T
NIP. 197804282021212007

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Hasfah Nirwana, M.T
NIP. 1964040519900032002

Koordinator Program Studi



Analla Nurdin, S.T, M.T
NIP. 198712122019032017

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ishaq Iswandi

NIM : D0119328

Prodi : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa yang berjudul

UJI MUTU KEPADATAN LAPIS PONDASI AGREGAT (LPA) KELAS A DENGAN METODE SAND CONE PADA PROYEK JALAN KABUPATEN MAMASA – MAMUJU

Adalah hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya dalam naskah saya di dalam skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara dikutip dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat di buktikan terdapat unsur-unsur jiplitan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No.20 Tahun 2003, pasal 25 Ayat 2 dan pasal 70

Majene, 09 Mei 2025

Yang membuat pernyataan



ISHAQ ISWANDI

D0119328

ABSTRAK

Pekerjaan jalan aspal pada peningkatan jalan Mamasa-Mamuju merupakan kegiatan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Sulawesi Barat. Pengendalian mutu dalam suatu pekerjaan struktur bangunan sangatlah penting untuk menunjang kekuatan struktur tersebut. Dalam merencanakan struktur jalan harusnya dibutuhkan kepadatan tanah maupun lapis pondasi yang memenuhi syarat. Untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan yaitu dari pengujian sand cone dimana dalam pengujian sand cone terdapat beberapa metode atau acuan standar misalnya dari AASTHO T 191 dan ASTM D 1556 – 64. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan, seberapa besar perbedaan antara standar AASTHO T 191 dan ASTM D 1556 – 64. Dan mengetahui kadar airnya. Dari hasil pengujian mendapatkan nilai optimum moisture content sebesar 6,5%, dry density 2,17% gr/cm³, nilai derajat kepadatan kebanyakan berkisar $\geq 100\%$, dan nilai kadar air minimum 5,00% kadar air maksimum 6,7%

ABSTRACT

Road asphating work on improving the Mamasa – Mamuju road is activity of the West Sulawesi Provincial public works and developmet deparment. Quality control in building structural work is very important to support the strength of the structure. When planning a road structure, soil density and a foundation layer that meets the requiments must the required. To get the degree value from sand cone testing, in sand cone testing there are several standard methods or references, for example from AASTHO T 191 and ASTM D 1556 – 64. In this research, the aim is to get density values, how big the difference is between the AASTHO T 191 and ASTM D 1556 – 64 standards, and to find out the water content. From the test result, the optimum moisture content value was 6,5%, the dry density was 2,17% gr/cm³, the density degree value was mostly around $\geq 100\%$, the minimum water content value was 5,00%,the maximum water content was 6,7%

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana yang mendorong pertumbuhan dan perkembangan daerah serta membuka hubungan sosial, ekonomi, dan budaya antar daerah. Undang-Undang Prasarana Jalan Republik Indonesia No. 38 (No. 38 Tahun 2004) menetapkan bahwa jalan memegang peranan penting dalam mewujudkan pembangunan kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, izin ini diperlukan bagi masyarakat untuk menjalankan aktivitasnya sehari-hari.

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan sangat penting dalam bidang transportasi, terutama untuk kelancaran arus barang dan jasa dari daerah ke daerah. Infrastruktur transportasi darat, yang didukung oleh sistem transportasi yang baik dan bermanfaat, merupakan prasyarat penting bagi pembangunan dan kesejahteraan masyarakat di kota dan desa.

Membangun jalan baru dan memperbaiki jalan yang rusak akibat peningkatan kapasitas jalan sangat penting untuk mendukung laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan transportasi untuk menjangkau daerah-daerah terpencil di pusat kota. . Produksi agrikultur. Di berbagai wilayah Indonesia, termasuk wilayah Sulawesi Barat, jaringan transportasi mendukung peningkatan aktivitas sosial dan pertumbuhan ekonomi. Lalu lintas kendaraan dan lalu lintas padat di semua jalan.

Fasilitas ini merupakan salah satu faktor terpenting dalam menumbuhkan, mendukung dan mendorong pertumbuhan ekonomi di kawasan. Namun, banyak sarana transportasi jalan yang diketahui rusak akibat pemadatan berguling yang tidak memenuhi standar yang ada, sehingga mengakibatkan kerusakan seperti retak, lubang, deformasi dan penyok yang ditemukan pada transportasi jalan. Pemadatan menurut standar saat ini

Meningkatkan kualitas jalan, sehingga memperpanjang umur jalan dan mengurangi potensi kerusakan. Oleh karena itu dilakukan pemeriksaan kerapatan lapangan dengan menggunakan metode kerucut transmisi untuk mengetahui tingkat kerapatan sesuai ketentuan standar Spesifikasi Jalan Raya Umum 2018.

Adapun prasarana jalan yang terletak pada ruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju merupakan akses jalan dengan 1 (satu) jalur yang menghubungkan antara Kabupaten Mamasa dan Kabupaten Mamuju yang berada di Provinsi Sulawesi Barat yang dimana jalan ini merupakan prasarana transportasi yang umum digunakan oleh masyarakat yang ada diruas jalan Mamasa-Mamuju. Selain menjadi penghubung dari Kabupaten ke Kabupaten yang lainnya, jalan tersebut berfungsi juga untuk mobilisasi barang dan jasa khususnya dalam sentral produksi pertanian, yang dimana jalan ini merupakan jalan yang menunjang laju pertumbuhan ekonomi di daerah atau di Kabupaten Mamasa-Mamuju.

Oleh karena itu, karena prasarana transportasi yang ada diruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju merupakan jalan yang menunjang laju pertumbuhan dan perekonomian masyarakat yang ada diruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju. Maka dari itu penggunaan jalan diruas Kabupaten Mamasa-Mamuju semakin meningkat, dimana volume lalu lintas akan membebani semua ruas jalan tersebut juga akan mempengaruhi ketahanan jalan terutama pada struktur kepadatan lapis pondasi atas. Pondasi jalan adalah lapisan struktural utama di atas pondasi (atau di atas pondasi jika tidak ada pondasi yang dipasang).Konstruksi bangunan atas adalah bangunan atas, bangunan bawah satu lapis atau bangunan bawah siap pakai, yang terdiri dari pengiriman, persiapan, pengangkutan, distribusi, penyiraman dan pemadatan batu alam atau agregat kerikil pilihan. Oleh karena itu untuk ruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju sebaiknya digunakan metode sand cone untuk menilai pemadatan agregat pondasi/LPA kelas A agar mencapai tingkat kepadatan sesuai ketentuan standar Bina Marga Umum 2018.Spesifikasi Akses sarana transportasi jalan di Jalan Kabupaten-Mamasa dapat

dimanfaatkan secara optimal untuk menunjang kebutuhan ekonomi khususnya di jantung produksi pertanian, dan untuk menunjang kegiatan sosial masyarakat di ruas Jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju. Metode kerucut pasir adalah jenis percobaan lapangan untuk menentukan kepadatan kering (bulk density) dari tanah asli, dan merupakan pekerjaan pemadatan yang dilakukan pada tanah kohesif dan non-kohesif.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang berdasarkan latar belakang diatas adalah :

1. Bagaimana nilai Pemadatan Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan Metode Sand Cone pada Proyek jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju ?
2. Apakah kepadatan dilapangan sudah sama dengan Spesifikasi standar yang Bina Marga Umum 2018 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui uji mutu Pemadatan Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan Metode Sand Cone pada Proyek jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju.
2. Untuk mengetahui apakah kepadatan dilapangan sudah sesuai dengan standar Bina Marga Spesifikasi Umum 2018.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tugas akhir maka diperlukan pembatasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Proyek jalan yang diteliti yaitu ruas-ruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju Provinsi Sulawesi Barat pada Preservasi Jalan Kalukku-Salubatu-Mambi-Malabo (MYC).
2. Analisis Penelitian yaitu Evaluasi Kepadatan Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan Menggunakan Metode Sand Cone.

3. Bina Marga Spesifikasi Umum 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk digunakan sebagai acuan dalam memperkirakan tingkat kepadatan dalam evaluasi kepadatan lapis pondasi agregat (LPA) kelas A dengan metode Sand Cone dengan sirkulasi kendaraan dan volume lalu lintas yang akan membebani semua ruas jalan pada kondisi lalu lintas yang menggunakan jalan diruas Kabupaten Mamasa-Mamuju.
- b. Selain untuk prasarana transportasi jalan yang menghubungkan dari Kabupaten ke Kabupaten yang lainnya juga untuk meningkatkan akses kehidupan sosial dan perekonomian, serta memperlancar sentral distribusi pertanian dan perdagangan masyarakat diruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju.

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam proses penyusunan proposal penelitian ini sistematika penulisan sangat dibutuhkan agar penulis dapat menyelesaikan dengan struktur. Dalam penulisan proposal penelitian ini ada beberapa tahap sistematika penulisan diantaranya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan pendahuluan yang memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini memuat tinjauan pustaka serta teori-teori tentang bahan, metode penelitian, dan segala yang bersangkutan dengan penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini memuat tentang penelitian seperti tempat dan lokasi penelitian serta bahan-bahan yang digunakan juga berisi tentang bagan alur penelitian dan metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas mengenai proses perhitungan data dan hasil dari perhitungan data juga pembahasan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan singkat mengenai hasil yang diperoleh dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Defenisi jalan menurut UUD RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Menurut Abdul Wahab (2009), Jalan adalah sarana transportasi yang berperan penting dalam berbagai aktivitas masyarakat disuatu daerah baik perkotaan maupun pedesaan. Jalan merupakan salah satu prasarana penting dalam melayani pergerakan orang dan barang. Infastruktur jalan yang berkualitas akan memperlancar distribusi angkutan barang yang selanjutnya mampu meningkatkan daya saing suatu negara.

Jalan juga dibangun sebagai infrastruktur untuk memfasilitasi pergerakan dalam suatu komunitas dan akses ke kegiatan ekonomi dan sosial. Keberadaan jalan sangat penting untuk menjaga kecepatan pembangunan ekonomi, perdagangan dan kegiatan lainnya. Jalan juga digunakan untuk lalu lintas kendaraan, baik kendaraan bermotor maupun kendaraan tidak bermotor, termasuk pejalan kaki. Komponen jalan terdiri dari badan jalan, bahu jalan, trotoar, median dan perlengkapan jalan. Bangunan pelengkap adalah unsur jalan yang membantu fungsi jalan, seperti jembatan, terowongan, dan bangunan pengaman jalan. Perlengkapan jalan adalah unsur yang mengatur, menjaga, dan mengamankan lalu lintas, seperti rambu lalu lintas, an marka jalan.

Menurut Sukirman (2010:6) Stuktur perkerasan jalan berfungsi sebagai :

1. Perkerasan jalan dirancang untuk memberikan pondasi yang kokoh dan stabil agar dapat menopang beban kendaraan yang melintasinya selama umur rencana dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan

lingkungan seperti hujan, suhu ekstrim dan perubahan cuaca lainnya. Contohnya kerusakan jalan akibat pondasi yang tidak kokoh seperti jalan retak, jalan mengalami lendutan sepanjang jalan lintasan kendaraan, jalan bergelombang serta berlubang.

2. Perkerasan yang baik dapat meningkatkan kenyamanan berkendara dan juga keamanan lalu lintas dengan memberikan daya cengkram yang baik, terutama dalam kondisi basah ini untuk menghindari penggunaan jalan tidak tergelincir pada saat menikung ketika pada kecepatan tinggi.

Perencanaan perkerasan jalan adalah proses untuk menentukan jenis dan tebal struktur perkerasan jalan yang sesuai dengan kondisi tanah dasar, lalu lintas dan anggaran yang tersedia. Tujuan dari perencanaan perkerasan jalan atau pedoman yang digunakan untuk merencanakan struktur perkerasan jalan yang dapat memberikan rasa aman, nyaman ketika berkendara dan dapat bertahan selama umur rencana.

2.2 Klasifikasi Jalan

Berikut klasifikasi jalan menurut Tata cara perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 1997 :

- 1). Klasifikasi menurut fungsi jalan menurut fungsinya jalan di klasifikasi menjadi :

- a. Jalan Arteri

Jalan arteri merupakan jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

- b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor merupakan jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri pejalan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan Lokal

Jalan lokal merupakan jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan.

2). Klasifikasi menurut kelas jalan

Berdasarkan kelasnya jalan diklasifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi kelas jalan

Fungsi Jalan	Kelas Jalan	Muaratn sumbu terberat/ MST (TON)
Arteri	I	>10
	II	< 10
Arteri atau kolektor	IIIA	< 8
Kolektor	IIIB	< 8
Lokal dan lingkungan	IIIC	< 8

Sumber : *Manual desain perkerasan jalan 2017*

3). Klasifikasi Menurut medan jalan

Berdasarkan medan jalan diklasifikasi sebagai berikut :

Tabel 2.2 Klasifikasi medan jalan

No.	Jenis medan	Notasi	Kemiringan medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 – 25
3	Gunung	G	< 25

Sumber : *Tata cara perencanaan geometrik jalan*

4). Klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan

Klasifikasi menurut wewenang pembinaannya sesuai PP No. 26/1985 adalah jalan Nasional, jalan Provinsi, jalan Kabupaten/Kotamadya, jalan Desa dan jalan Khusus. Berdasarkan UU RI No.38 tahun 2004 tentang jalan pada Pasal 9, Jalan menurut statusnya dikelompokkan menjadi :

a. Jalan Nasional

Jalan Nasional atau jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antara ibu kota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol. Menteri Pekerjaan Umum yang memiliki wewenang dalam penyelenggara jalan.

b. Jalan Provinsi

Jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi. Pemerintah provinsi yang memiliki wewenang dalam penyelenggara jalan.

c. Jalan Kabupaten

Jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antara ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antara ibukota kecamatan, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. Pemerintah kabupaten yang memiliki wewenang dalam penyelenggara jalan.

d. Jalan Kota

Jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antara pusat pelayanan dalam kota, pusat pelayanan dalam persil, antar persil, serta antar pusat pemukiman yang berada dalam kota. Pemerintah kota yang memiliki wewenang dalam penyelenggara jalan.

e. Jalan Desa

jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan, pemerintah kabupaten yang memiliki wewenang dalam penyelenggara jalan.

2.3 Lapis Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya (Hardiyatmo, 1996). Terdapat dua klasifikasi pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal didefinisikan sebagai pondasi yang mendukung bebannya secara langsung, seperti : pondasi telapak, pondasi memanjang dan pondasi rakit. Pondasi dalam didefinisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan, contohnya pondasi sumuran dan pondasi tiang.

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus di dukung suatu pondasi. Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh suatu pondasi dan beratnya sendiri kepada dan kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (Bowles, 1997).

Pondasi juga berhubungan dengan perkerasan jalan seperti perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Salah satu perkerasan jalan yaitu perkerasan lentur. Menurut Sukirman Silvia (1992), perkerasan lentur umumnya terdiri dari empat lapis material konstruksi jalan yaitu tanah dasar (*sub grade*), lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Lapisan yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan adalah lapis permukaan, sehingga sering mengalami kerusakan yang lebih parah daripada lapisan bawahnya.

Menurut pedoman Direktorat Jenderal Bina Marga, lapisan pondasi atas adalah lapisan pada sistem perkerasan di bawah lapisan permukaan dan di atas lapisan pondasi bawah, yang berfungsi untuk menyalurkan tegangan dari lapisan permukaan ke lapisan di bawahnya.

Lapisan dasar adalah bagian perkerasan antara lapisan permukaan jalan dan lapisan pondasi bawah, dan salah satu fungsi utamanya pada perkerasan lentur adalah untuk menampung beban kendaraan agar beban yang mencapai pondasi bawah tidak melebihi beban yang berlebihan. Melakukannya dapat menyebabkan deformasi.

2.3.1 Fungsi Lapis Pondasi Atas

Lapis Aspal Beton Pondasi Atas (LASTON ATAS) adalah merupakan pondasi perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu, dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*) (Sukirman,1999) :

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban roda dan meneruskan beban kelapisan di bawahnya.
2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Material yang akan digunakan untuk lapis pondasi atas adalah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material CBR > 50% dan plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapis pondasi atas (Sukirman, 1999). Berikut adalah sifat-sifat dari Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A yang harus dipenuhi bisa dilihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Sifat-sifat pondasi agregat kelas A (spesifikasi umum bina marga 2018)

2.3.2 Spesifikasi Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Kadungan agregat dalam campuran beton biasanya sangat tinggi, yaitu berkisar 60-70% dari volume beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karna komposisinya yang cukup besar sehingga karakteristik dan sifat agregat memiliki pengaruh langsung terhadap sifat-sifat beton. Dalam pembetonan, agregat dibedakan menjadi dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Menurut Silvia Sukirman (2003), agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau pragmen-pragmen.

Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

1. Toleransi Ukuran

Toleransi ukuran (*dimensional tolerance*) adalah perbedaan ukuran antara kedua harga batas (*two permissible limits*) dimana ukuran atau jarak permukaan/batas geometri komponen harus terletak. Untuk setiap komponen perlu didefinisikan suatu ukuran dasar (*basic size*) sehingga kedua harga batas (maksimum dan minimum, yang mebatasi dengan toleransi : (*tolerance zone*) dapat dinyatakan dengan suatu penyimpangan (*deviation*) terhadap ukuran dasar. Ukuran dasar ini sedapat mungkin dinyatakan dengan bilangan bulat. Besar dan tanda (positif atau negatif) penyimpangan dapat diketahui dengan cara mengurangkan ukuran dasar terhadap batas yang bersangkutan.

Adapun toleransi ukuran pada Spesifikasi Agregat antara lain sebagai berikut :

- a. Agregat tanah dasar harus dipasang sesuai dengan gambar atau instruksi insinyur dengan ketebalan maksimum 10 cm atau kurang yang disyaratkan untuk memenuhi persyaratan desain.

- b. SM Permukaan lapisan pondasi atas harus diselesaikan sesuai dengan lebar jalan, kemiringan, bubungan dan rencana kemiringan melintang, dan harus berbentuk halus dan permukaannya rata.
- c. Kemiringan dan tinggi akhir setelah pemadatan tidak boleh kurang dari 1 cm di bawah nilai yang ditunjukkan pada gambar desain atau ditentukan di lokasi dan disetujui oleh insinyur.
- d. Deviasi maksimum pada kehalusan permukaan bila diuji dengan penggaris sepanjang 3,0 m yang ditempatkan sejajar atau tegak lurus terhadap sumbu jalan tidak boleh melebihi 1,5 cm.. 2.

2. Contoh Bahan

Adapun contoh bahan Spesifikasi Lapis Pondasi Atas adalah sebagai berikut :

- a. Selambat-lambatnya 14 hari sebelum pekerjaan dimulai, contoh bahan yang akan digunakan untuk lapisan atas dan hasil pengujian laboratorium sesuai dengan mutu dan spesifikasi bahan dalam peraturan ini harus diserahkan kepada Direksi Pekerjaan untuk mendapat persetujuan. memiliki.
- b. SM Tidak ada modifikasi dari sumber atau kualitas material lapisan penutup yang diizinkan tanpa persetujuan dari Enjinir, dan setiap modifikasi tersebut harus tunduk pada penyerahan sampel material tambahan dan hasil pengujian yang dilakukan sesuai dengan persetujuan di atas.
- c. Jika dianggap perlu oleh Enjinir, Kontraktor harus, sebelum menempatkan material lapisan penutup di lokasi, melakukan pengujian tambahan yang diperlukan untuk memastikan bahwa material tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi..

2.3.3 Bahan-Bahan Agregat LPA

1. Persyaratan Umum

Adapun persyaratan umum Bahan-bahan Agregat LPA :

- a. Bahan yang dipilih dan digunakan untuk konstruksi lapisan agregat harus dari kelas 1 atau 2 seperti yang dipersyaratkan dalam kontrak yang relevan dan ditentukan dalam jadwal lelang.
- b. Semua lapisan tanah penutup harus memenuhi persyaratan spesifikasi ini, sesuai dengan gambar kontrak, dan memenuhi seperti yang dinyatakan sebelumnya dalam daftar penawaran.
- c. Bahan lapisan atas harus keras, tahan lama, bersih, tidak terlalu tipis atau melar, tidak ada batu lunak, tidak ada bata pecah atau berserakan, tidak ada kotoran, tidak ada bahan organik atau zat lain, Sepotong batu dengan ujung yang tajam. Itu telah dihapus. Jangan gunakan bahan yang menyebar selama pembasahan dan pengeringan secara bergantian.

2. Bahan Lapis Pondasi Atas

Menurut Kholmi (2003) bahan baku adalah bahan yang membentuk bagian besar produk jadi, bahan baku yang diolah dalam perusahaan manufaktur dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau hasil pengelolaan sendiri.

Adapun Bahan Lapis Pondasi Atas adalah sebagai berikut :

- a. Agregat kasar dengan ayakan 4,75 mm adalah partikel dengan sedikitnya satu permukaan patahan bila 50% atau lebih beratnya adalah kerikil.
- b. SM Agregat halus melewati saringan 4,75 mm dan terdiri dari kerikil halus dan pasir alam atau debu penggiling.
- c. Fraksi Berat Agregat tipis/rata (rasio panjang dan tebal lebih besar dari 1:5) Maks 5..

3. Agregat

Agregat terdiri dari fraksi agregat kasar dan agregat halus adalah sebagai berikut :

1. Fraksi Agregat Kasar Agregat kasar yang tertahan pada ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel atau pecahan batu atau kerikil yang keras dan awet. Bahan yang pecah bila berulang-ulang dibasahi dan dikeringkan tidak boleh digunakan.
2. Fraksi Agregat Halus Agregat halus yang lolos ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus dan partikel halus lainnya. Fraksi bahan yang lolos ayakan No.200 tidak boleh melampaui dua per tiga fraksi bahan yang lolos ayakan No.40.

4. Gradasi Lapis Pondasi Agregat

Seluruh Lapis Pondasi Agregat harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan harus memenuhi ketentuan gradasi (menggunakan pengayakan secara basah).

Berikut adalah Gradasi Lapis Agregat yang harus dipenuhi dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Gradasi lapis pondasi agregat (Bina Marga Spesifikasi Umum 2018)

Ukuran Ayakan		Persen berat yang lolos		
ASTM	Mm	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2	50		100	100
1	37	100	88-95	100
1	25	79-85	70-85	89-100
3-8	9,5	44-58	30-65	55-90
No.4	4,7	29-44	25-55	40-75
No.10	2	17-30	15-40	26-59
No.40	0,42	7-17	8-20	12-33
No.200	0,07	2-8	2-8	4-22

Tabel 2.3 Gradasi lapis pondasi agregat kelas A (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

Ukuran Saringan	Batas Bawah	Batas Atas	Nilai
	% Lolos	% Lolos	% Lolos
2	10	10	10
1	10	10	10
1	79	85	82
3-8	44	58	51
No. 4	29	44	36
No. 10	17	30	23
No. 40	7	17	12
No. 200	2	8	5

1. Syarat Untuk Kualitas

Tabel 2.4 Syarat kualitas agregat (bina marga spesifikasi umum 2018)

JENIS PENGUJIAN	BATAS UJIAN
	KELAS A
Batas cair	Mak. 25%
Indeks Plastisitas	Mak. 8%
Ekivalensi Pasir	Min.35%
California Bearing Ratio (direndum)	Min. 60%
Penyerapan Air	Tidak perlu
Kehilangan berat karena abrasi (500 putaran)	Mak. 40%
Catatan: Pengujian diatas adalah jumlah minimum penguji yang diperlukan. Bila direksi menganggap perlu, pengujian yang lebih luas dapat diminta untuk menentukan kekerasan dan kebugusan kualitas batu yang halus	

2. Elevasi Permukaan

Tabel 2.5 Toleransi elevasi permukaan

BAHAN DAN LAPIS PONDASI AGREGAT	TOLERANSI TINGGI PERMUKAAN
Agregat Kelas C di gunakan sebagai Lapisan pondas bawah	+ 1.5 cm dan – 1.5 cm
Agregat Kelas B atau A digunakan untuk lapis pondasi jalan yang akan ditutup dengan lapis resap pengikat dan pelabuhan.	+1 dan -1

2.4 Pemadatan

Menurut Budi 2012, pemadatan adalah proses pengeluaran udara dalam pori-pori tanah dengan cara mekanis (pecah/tumbuk/kerja). Tanah untuk pembuatan jalan, tanggul, dan dasar jalan untuk tanggul, perlu dikeraskan tanahnya, ini yang perlu:

- Menaikan kekuatannya.
- Memperkecil daya rembesan airnya.
- Memperkecil pengaruh air terhadap tanah tersebut.

Pemadatan mekanik adalah usaha mengurangi volume pori pada lapis pondasi agregat serta terjadi saling mengunci antar butiran agregat. Rongga diantara butir agregat yang ukuran lebih besar akan diisi butir yang lebih halus dan pada proses pemadatan akan mengunci sehingga daya dukung menjadi lebih besar. Kepadatan lapis pondasi agregat dinyatakan berat volume kering. Derajat densitas diukur dengan berat volume kering terkompresi. Ketika air ditambahkan ke dalam proses pemadatan, itu menjadi elemenpembasah dan pelumas bagi partikel-partikel tanah, membuatnya lebih mudah untuk bergerak dan bergerak untuk membentuk lokasi yang lebih padat.

2.4.1. Faktor-Faktor Pemadatan

Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan pemadatan adalah sebagai berikut :

1. Tebal lapisan yang dipadatkan

Semakin tebal lapisan yang akan dipadatkan, semakin berat pemadat untuk mencapai kepadatan tertentu. Tergantung pada jenis tanah dan alat pemadat yang digunakan, tanah harus dipadatkan berlapis-lapis untuk mencapai kepadatan yang konstan. Misalnya, lapisan tanah liat setebal 15 cm dan lapisan pasir setebal 40 cm.. 16

2. Kadar Air Tanah.

Jika kadar air tanah rendah, akan sulit untuk memadatkan tanah. Terlalu tinggi dan kepadatannya akan berkurang. Oleh karena itu, diperlukan ketinggian air yang optimal untuk mencapai kepadatan maksimum. Tes kompresi laboratorium yang disebut dilakukan untuk menemukan kadar air optimal dan kepadatan kering maksimum:

- Standard Proctor Compaction Test; dan
- Modified Compaction Test

3. Alat Pemadat

Pemilihan kompresor tergantung pada kepadatan yang ingin Anda capai. Dalam implementasi di lapangan, kinerja kompresor diukur dengan jumlah jalur di kompresor dan berat kompresor itu sendiri. Karena jenis pemadat dan kualitas tanah yang akan dipadatkan berbeda, maka diperlukan pemilihan peralatan pemadat yang sesuai dengan kualitas tanah yang akan dipadatkan untuk mencapai target pemadatan.

2.4.2. Pemadatan Lapis Pondasi Agregat

Adapun Pemadatan Lapis Pondasi Agregat yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut :

- Setiap lapisan harus dipadatkan secara menyeluruh dengan pemadat yang sesuai dan sesuai yang disetujui oleh Engineer, dengan kepadatan minimum 100 ri kepadatan kering maksimum.
- Engineer dapat mengarahkan penggunaan Rubber Wheel Roller (PTR) untuk pemadatan akhir, jika roller stasioner (Vibration Roller) dianggap telah menyebabkan penurunan kualitas yang berlebihan.

- Pemadatan harus dilakukan bila kadar air bahan antara 3% di bawah kadar air optimum dan 1% di atas kadar air optimum, dengan kadar air optimum ditentukan oleh perubahan kerapatan kering maksimum.
- Penggilasan harus dimulai di sepanjang tepi jalan dan secara bertahap bergerak ke arah sumbu jalan, dalam arah membujur.
- Pada ketinggian yang tinggi, dianjurkan untuk mulai menggelinding dari titik yang rendah, harus terus menggelinding sampai semua tanda menggelinding hilang dan lapisan dipadatkan secara merata.
- Material di sepanjang tepi jalan dan area di mana roller tidak dapat diakses harus dipadatkan dengan sikat listrik atau pemadat lain yang disetujui.

2.4.3 Hubungan Kadar Air dan Kepadatan

Pemadatan lapisan dasar agregat diukur dalam berat volume kering. Ketika air ditambahkan ke lapisan bawah agregat yang dipadatkan, air bertindak sebagai zat pembasah di dalam partikel agregat, membantu mengisi rongga di antara partikel agregat. Untuk operasi pemadatan yang sama, densitas curah kering meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air agregat, sehingga mencapai densitas kering tertinggi, yang disebut densitas maksimum dan kadar optimum. Kadar air dimana nilai densitas curah kering maksimum tercapai disebut kadar air optimum.

2.5 Metode Sand Cone

Metode kerucut pasir merupakan uji lapangan yang menentukan berat jenis kering (bulk) tanah asal atau hasil pekerjaan pemadatan yang dapat dilakukan baik pada tanah kohesif maupun non kohesif. Upper Sand Cone merupakan studi densitas lapangan dengan menggunakan pasir silika sebagai parameter densitas. Pasir silika memiliki sifat kering, bersih, keras dan tidak mengandung bahan pengikat, sehingga dapat mengalir dengan bebas. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan tanah lapang pada kerapatan laboratorium. Gambar prosedur uji kepadatan lapangan menggunakan alat sand cone. Jika data proses uji kerucut pasir tidak sesuai

dengan spesifikasi, maka lapisan dasar agregat akan diperbaiki atau dipadatkan kembali.

Uji mutu sand cone bertujuan untuk menentukan tingkat kepadatan tanah dilapangan dan kepadatan relatif tanah (%) terhadap kepadatan tanah dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium atau hasil pemadatan kompaksi berdasarkan ketentuan di ASTM D-1556 dan SNI 03-2828-1992. Uji sand cone menggunakan pasir otawa yang memiliki berat jenis tetap dalam kondisi apapun. Maka dari itu material pasir ottawa dijadikan sebagai material untuk mengukur tingkat kepadatan di lapangan. (Angga Brata dkk,2021).

2.5.1 Pengujian Pemadatan Dengan Metode Sand Cone

Uji lapangan dan laboratorium untuk mengetahui berat jenis kering (bulk density) tanah asal atau hasil operasi pemadatan lainnya. Tujuan pemadatan adalah untuk meningkatkan pekerjaan pemadatan dan karakteristik teknisnya, seperti menjaga stabilitas tanah, pembayaran sangat penting. Tes digunakan tidak hanya untuk kompresi, tetapi juga untuk manajemen proyek. Kompresi yang tepat menciptakan daya dukung yang dapat menopang beban yang bekerja padanya. Untuk itu perlu dipastikan bahwa derajat kerapatan diketahui sehingga dapat ditentukan apakah tanah atau pekerjaan pemadatan lainnya memenuhi kerapatan yang diinginkan..

2.5.2 Persamaan Rumus Dalam Pengujian Pemadatan dengan Metode Sand Cone

Adapun persamaan rumus yang dapat digunakan dalam Pemadatan Lapis Pondasi Atas dengan metode Sand Cone sebagai berikut :

1) Menentukan Volume (isi botol)

Tentukan volume botol tersebut dengan persamaan (2.1) sebagai berikut :

$$V1 = W2 - W1 \text{ (2.1) Ket : } V1 = \text{Isi/volume botol (cm}^3 \text{)}$$

$$W1 = \text{Berat botol + corong (gr)}$$

$W2 = \text{Berat botol} + \text{corong} + \text{air (gr)}$

2) Menentukan Berat Isi Pasir

Berat isi pasir diperoleh dengan persamaan (2.2) sebagai berikut :

$$\gamma_s = W3 - W1 / V1 \quad (2.2)$$

Ket :

$\gamma_s = \text{Berat isi pasir (g/cm}^3 \text{)}$

$V1 = \text{Isi/volume botol (cm}^3 \text{)}$

$W1 = \text{Berat botol} + \text{corong (gr)}$

$W3 = \text{Berat botol} + \text{corong} + \text{pasir (gr)}$

3) Menentukan Berat Pasir Dalam Corong

Tentukan berat pasir dalam corong diperoleh dengan persamaan (2.3) sebagai berikut:

$$Wc = W4 - W5 \quad (2.3)$$

Ket :

$Wc = \text{berat pasir dalam corong (gr)}$

$W4 = \text{Berat botol} + \text{corong} + \text{pasir secukupnya (gr)}$

$W5 = \text{Berat botol} + \text{corong} + \text{sisa pasir (gr)}$

4) Menentukan berat isi tanah di lapangan

Berat isi tanah di lapangan diperoleh dengan persamaan (2.4), (2.5), (2.6), (2.7), (2.8), (2.9), (2.10), (2.11) sebagai berikut :

a. Hitung berat pasir dalam lubang ($W10$) :

$$W10 = W11 - Wc \quad (2.4)$$

Ket :

$W10 = \text{Berat pasir dalam lubang (gr)}$

$W11 = \text{Berat pasir dalam lubang} + \text{dalam corong (gr)}$

$Wc = \text{Berat pasir dalam corong (gr)}$

a. Hitungan volume dibagian lubang:

$$V_e = W10 / \gamma_s \quad (2.6)$$

Ket :

$V_e = \text{Volume lubang (cm}^3 \text{)}$

$\gamma_s = \text{Berat isi pasir (gr/cm}^3 \text{)}$

W10 = Berat pasir dalam lubang (gr)

b. Berat material basah :

$$\text{Berat material basah} = W8 - W7 \quad (2.7)$$

c. Berat isi basah (γ_w) :

$$\gamma_w = \text{Berat material basah} / V_e \quad (2.8)$$

d. Berat isi kering lapangan (γ_d) :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{100 + WC} \cdot 100 \quad (2.9)$$

e. Menghitung % Kepadatan lapangan :

$$\% \text{ kepadatan lapangan} = \frac{\gamma_d}{\text{berat isi kering lab}} \cdot 100 \quad (2.10)$$

f. Menghitung % Tertahan No. 4 : % Tertahan

$$\text{No. 4} = \frac{\text{berat contoh bahan}}{\text{berat material bahan}} \cdot 100 \quad (2.11)$$

5) Menghitung Kadar Air

Menghitung kadar air di laboratorium dapat diperoleh dengan persamaan (2.12) (2.13), (2.14) sebagai berikut :

a. Menghitung berat air (W_d) :

$$W_d = W_a - W_b \quad (2.12)$$

b. Menghitung berat tanah kering :

$$\text{Berat tanah kering} = W_b - \text{berat tempat} \quad (2.13)$$

c. Menghitung kadar air (WC)

$$WC = \frac{W_d}{\text{berat tanah kering}} \cdot 100 \quad (2.14)$$

2.6 Pengujian California Bearing Rasio (CBR)

Pengujian California Bearing Rasio (CBR) pada dasarnya dilakukan untuk mengukur beban yang diperlukan oleh batang penekan berukuran standart untuk menembus tanah pada kecepatan tertentu. Dengan demikian, California Bearing Rasio adalah perbandingan antara beban yang diperlukan untuk mendorong barang masuk kedalam batu pecah sampai kedalaman tertentu, yang dinyatakan dalam persen. Dalam hal tersebut, beban

dinyatakan dalam satuan mega paksal (psi) dimana untuk batu pecah telah dibuat standarnya, kedalaman yang biasa dijadikan acuan adalah 2,5 atau 5_{mm} atau (0,1 atau 0,2 in), meskipun kedalaman 7,5,10,12,5 mm (0,3,0,4 dan 0,5 in) juga dapat digunakan bila diperlukan.

2.6.1 California Bearing Rasio

Pengujian California Bearing Rasio dimaksudkan untuk mendapatkan nilai CBR langsung ditempat (in place) yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan maupun lapisan tambahan perkerasan (overlay). Pengujian CBR lapangan dilakukan dengan bantuan truk sebagai penahan beban penetrasi, hal ini didasarkan atas kemudahan pengujian CBR di lapangan. Data CBR di lapangan dilengkapi dengan data kadar air dan kepadatan tanah sebagai data pendukung pada proses analisis yang akan dilakukan setelah uji lapangan selesai dikerjakan.

Adapun data yang dimaksud angka CBR yaitu : perbandingan antara kualitas tanah yang kita selidiki dengan suatu angka standart dari suatu sub base, sub grade dan pavements.

3.6 Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

2.6.1 Penjelasan Secara Umum kondisi Jalan

Membangun jalan baru dan memperbaiki jalan yang rusak akibat peningkatan kapasitas jalan sangat penting untuk menopang laju pertumbuhan ekonomi karena kebutuhan akan transportasi untuk mencapai pusat-pusat pertanian terpencil meningkat. Di berbagai wilayah Indonesia, termasuk wilayah Sulawesi Barat, jaringan transportasi mendukung peningkatan aktivitas sosial dan pertumbuhan ekonomi. Lalu lintas kendaraan dan kemacetan lalu lintas semua jalan di kota dan daerah terpencil. Hal ini menyebabkan kerusakan struktural pada badan jalan dengan kombinasi masalah yang kompleks. Jika kompresi kelebihan beban, kerusakan akan terjadi dengan cepat. Hal ini disebabkan peningkatan lalu lintas di satu titik di ruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju.

Selain volume lalu lintas yang semakin meningkat, faktor lain yang menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan raya yaitu kualitas bahan penyusun perkerasan yang kurang baik sehingga menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan perkerasan jalan raya yang berakibat pada kerusakan jalan (jalan berlubang, amblas, dll).

Sebagai salah satu daerah di Provinsi Sulawesi Barat. Provinsi Sulawesi Barat tidak luput dari segala bentuk permasalahan lalu lintas, termasuk kerusakan jalan, karena tidak memenuhi Standar Spesifikasi Umum Jalan Tol 2018. Peningkatan Jalan

Kemudian akan dilaksanakan untuk mendukung pengguna jalan. Paket pekerjaan Perbaikan Jalan Kabupaten yang dilaksanakan antara Jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju merupakan proyek pembangunan untuk menunjang fasilitas pengguna jalan. Untuk itu ruas jalan Kabupaten Mamasa-Mamuju harus dipadatkan dengan lapisan primer agregat 'A'/LPA menggunakan metode kerucut pasir sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

2.6.2 Syarat-Syarat Kualitas Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

Tabel 2.6 Syarat Kualitas Agregat (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

JENIS PENGUJIAN	BATAS UJIAN
	KELAS A
Batas cair	Mak. 25%
Indeks Plastisitas	Mak. 8%
Ekivalensi Pasir	Min.35%
California Bearing Ratio (direndum)	Min. 60%
Penyerapan Air	Tidak perlu
Kehilangan berat karena abrasi (500 putaran)	Mak. 40%

Catatan: Pengujian diatas adalah jumlah minimum penguji yang diperlukan. Bila direksi menganggap perlu, pengujian yang lebih luas dapat diminta untuk menentukan kekerasan dan kebagusan kualitas batu yang halus

Tabel 2.7 Gradasi lapis pondasi agregat kelas A (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018)

2.7 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu dibawah ini merupakan jurnal penelitian tentang Pengujian Kepadatan Lapis Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan Metode Sand Cone sebagai berikut :

Fathurrozi(1), Sesiliana Ina Gorang(2) (2015), Pengendalian Mutu Agregat Kelas A dan Kelas B Pada Pekerjaan Jalan Sungai Ulin-Mataraman. Pengendalian mutu merupakan salah satu faktor penting yang dapat memberikan informasi sebagai tolak ukur, apakah suatu pekerjaan sudah sesuai dengan yang diinginkan. Ada beberapa pemeriksaan laboratorium yang perlu dikerjakan untuk mengetahui mutu agregat kelas A dan kelas B, yaitu Atterberg 23 (pemeriksaan konsistensi tanah), analisa saringan, abrasi, percobaan pemadatan, CBR (California Bearing Ratio), dan pemeriksaan lapangan dengan metode sand cone test. Pengendalian mutu ini mengacu pada buku Spesifikasi Umum tahun 2010 (rev.2) yang diterbitkan oleh Kementrian Pekerjaan Umum melalui Direktorat Jendral Bina Marga Republik Indonesia. Sedangkan objek penelitian ini dilakukan pada pekerjaan jalan Sungai Ulin-Mataraman, yaitu pada pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan lapis pondasi agregat kelas B sepanjang dari Sta 11+975 s/d sta 13+000. Hasil yang diperoleh untuk material LPA, memperlihatkan semua titik berada pada nilai kadar air antara 5.10% s/d 6.20%, sesuai spesifikasi, kadar air berada pada rentang 3% dibawah kadar air optimum dan 1% diatas kadar air optimum yaitu antara rentang 3,5% -7,5%. Berat kering maksimum LPA, γ_d (lab) yang direncanakan 2,170 gc/cc dengan derajat kepadatan adalah 100%, hasil lapangan memberikan nilai kepadatan antara γ_d

=101.19 gc/cc s/d 108.45 gc/cc. Untuk material LPB, ada 4 STA dengan kadar air diluar rentang kadar air 4,4% -7,4%. yaitu STA 12+100 = 8,7%, STA 12+200 = 8,1%, STA 12+400 = 9,6% dan STA 12+600 = 8,6%. Solusinya adalah dengan mengeringkan melalui sinar matahari dalam waktu tertentu maka kadar air lapangan akan turun sampai pada rentang yang disyaratkan. Berat kering maksimum LPB, γ_d (lab), direncanakan 2,170 gc/cc dengan derajat kepadatan adalah $\geq 95\%$. Dari hasil lapangan memberikan nilai γ_d =106.78 gc/cc s/d 112.73 gc/cc, kecuali pada satu titik dengan derajat kepadatan adalah =99.92, namun masih $\geq 95\%$.

Bambang Raharmadi (2016), melakukan analisis densitas metode daur ulang dasar yang diolah dengan semen Sand Cone (studi kasus rehabilitasi jalan lingkar luar Muara Teweh). Cement Recycling Platform (CTRB) adalah konstruksi stabil menggunakan sistem daur ulang pada perkerasan tua dengan nilai konstruksi yang dikurangi (kerusakan) ditambah material semen yang berfungsi sebagai pelapis permukaan substrat. PLTB berperan sangat penting dalam menopang struktur jalan yang berfungsi sebagai pengangkut beban struktural dan non struktural dari atas. Untuk memperoleh dasar perkerasan yang kokoh dan stabil diperlukan hasil pemadatan yang memenuhi persyaratan spesifikasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkerasan eksisting yang distabilisasi dengan semen 7% (CTRB) sehingga dapat digunakan sebagai perkerasan pondasi bawah dan menentukan tingkat kepadatan topografi yang sesuai dengan persyaratan teknis. Prosedur yang dilakukan 24 dalam penelitian ini adalah mencampur material jalan lama/ada dengan kandungan semen 7% berat kering untuk mengetahui sifat fisis dan mekanik dengan pengujian ukuran partikel, batas Atterberg, pemadatan, peningkatan kompresi di laboratorium dan uji pemadatan lapangan. serta mengecek kerapatan lapangan dengan Sand Cone di Sta. 0 250 di Sta. 0 270, Sta. 0 270 di Sta. 0 290 dan Sta. 0 290 di Sta. 0 310. Hasil pengujian bahan dasar semen daur ulang (CTRB) untuk memeriksa ukuran partikel menunjukkan memenuhi syarat penerimaan, yaitu: agregat kasar 57,8%, agregat sedang rata-rata 26,08%, agregat halus 16,09

dengan # tidak tertahan. $200 = 11,93n$ lulus no. $200 = ,16\%$ termasuk golongan CL-ML yaitu aluvium anorganik, lempung berpasir dengan plastisitas rendah berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS, sedangkan menurut sistem klasifikasi tanah AASHTO termasuk dalam golongan Ayaitu tanah lempung lempung dengan plastisitas rendah dengan batas Atterberg yaitu : batas cair 17,20%, batas plastis 10,91 n indeks plastisitas 6,29% 10% kondisi yang ditentukan. Kepadatan laboratorium CTRB dengan kepadatan kering maksimum (γ_{dmax}) CTRB 1,995 t/m³, dengan kadar semen 7 n kelembaban optimum (Wopt) 9,50%. Dari hasil pengujian bawah tanah dan densitas CTRB di tapak dengan uji pemadatan dengan metode sand cone diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Segmen I dengan total 11 lintasan diperoleh tebal padat 30,7 cm dan kekeringan maksimum. Kepadatan (γ_{dmax}) 1,963 t/m³ dengan tingkat kepadatan 98,38% > 95% kepadatan kering maksimum yang dibutuhkan.
2. Segmen II dengan total 12 lintasan diperoleh ketebalan padat 30,3 cm dan berat jenis kering maksimum (γ_{dmax}) sebesar 2.002 t/m³ dengan kelas kerapatan 100,35% > densitas maksimum 95% dari kebutuhan pengering.
3. Segmen III dengan total 13 lintasan diperoleh tebal padat 29,2 cm dan berat jenis kering maksimum (γ_{dmax}) sebesar 2,08 t/m³ dengan kelas massa jenis 102,65% > 95% dari berat jenis pengering yang dibutuhkan.

Permatasari (2018) melakukan analisis kerapatan tanah dengan metode kerucut pasir di desa Sebelimbingan, Kabupaten Kotabaru. Lokasi jalur yang dikaji merupakan jalan baru, masih berupa permukaan jalan yang dipadatkan, dengan adanya jalan ini masyarakat dapat dengan mudah melakukan perjalanan dalam lalu lintas dan menciptakan kenyamanan bagi masyarakat. Analisis kerapatan tanah dilakukan di Jalan Perumahan Bukit Permata Hijau, Desa Sebelimbingan, Kecamatan Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru dengan menggunakan metode sand cone untuk mendapatkan nilai kelembaban tanah dan tingkat kerapatan tanah di Jalan. Alur kerja dilakukan untuk mengetahui kerapatan pasir, konsistensi tanah, kadar air, kekeringan tanah, dan kerapatan lapang. Titik uji dilakukan pada 5 titik berbeda setiap 25 meter yaitu dari STA 0,000 sampai

STA 0,100. Hasilnya, rata-rata kadar air tanah adalah 17,35%. Sesuai dengan spesifikasi SNI 03-2008-1992, tingkat kepadatan tanah yang direkomendasikan adalah 95%. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kepadatan tanah di atas permukaan tanah tidak memenuhi persyaratan kepadatan tanah yang ditentukan karena rata-rata tingkat kepadatan tanah di atas permukaan jalan adalah 77,9%. Oleh karena itu, kondisi tanah harus ditambah lagi dengan pemadatan, sampai memenuhi persyaratan spesifikasi kepadatan tanah 95D.

Bambang Edison¹ & Anton Ariyanto² (2019), Korelasi Nilai CBR Disain dan Nilai CBR Hasil Sand Cone Lapisan Pondasi Base Course Flexibel Pavement Ruas Dalu-Dalu Mahato. Struktur perkerasan jalan terutama flexibel pavement terdiri dari beberapa lapis elemen yaitu subgrade, subbase course, base course dan surface course. Setiap elemen mempunyai nilai elastisitas bahan masing-masing, sehingga boleh dikatakan elemen struktur perkerasan merupakan gabungan dari komposisi bahan yang masing-masing berbeda elastisitasnya. Oleh karena itu pemilihan jenis material dan mix desain menjadi sangat menentukan tebal lapis perkerasan, sifat fisik perkerasan dikemudian hari dan kelakuan perkerasan seperti deformasi permukaan dan lain sebagainya. Besaran nilai daya dukung lapis pondasi sangat dipengaruhi (ditentukan) oleh besar atau kecilnya nilai CBR dari lapis tersebut. Nilai daya dukung base course didapat dengan menggunakan alat uji CBR. Sand cone digunakan untuk menguji kepadatan lapangan. Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan pengujian langsung di lapangan untuk memperoleh nilai CBR lapangan. Sedangkan untuk memperoleh nilai sand cone dengan cara mengambil langsung material dari lapangan yang telah dipadatkan dengan menggunakan alat uji sand cone kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Pelaksanaan pengujian mengikuti prosedurprosedur pengujian sesuai standar yang berlaku baik yang dikeluarkan oleh bina marga maupun oleh AASTHO. Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui hubungan (korelasi) nilai CBR dan nilai Sand cone lapisan pondasi atas (base course). Berdasarkan hasil tes CBR dan Sand Cone rata-rata 98,14 % dan 101,18 %. Dari hasil pengujian korelasi Product Moment diperoleh nilai korelasi sebesar -0,210. Hal

ini menunjukkan hubungan yang negative antara nilai CBR dan Sand Cone. Selanjutnya dari hasil uji signifikansi koefisien korelasi diperoleh nilai t hitung = 1,2224, nilai t hitung ini lebih kecil dari t tabel = 2,1009 dengan derajat kebebasan $20 - 2 = 18$ dan taraf kesalahan 5 % untuk uji 2 pihak, jadi dapat disimpulkan H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini berarti tidak terdapat korelasi yang signifikan antara nilai CBR dan Sand Cone.

Yayan Adi Saputro¹⁾ , Khotibul Umam²⁾ , Shiska Fauziah³⁾ (2020), Analisis Sandcone Test (AASHTO T 191 dan ASTM D 1556/64). Pada Peningkatan Jalan Jepara – Kedungmalang – Pecangaan Pekerjaan jalan beton pada peningkatan jalan Jepara – Kedungmalang – Pecangaan merupakan kegiatan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Tengah. Pengendalian mutu dalam suatu pekerjaan struktur bangunan sangatlah penting untuk menunjang kekuatan struktur tersebut. Dalam merencanakan struktur jalan harusnya dibutuhkan kepadatan tanah

maupun lapis pondasi yang memenuhi syarat. Untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan yaitu dari pengujian sandcone dimana dalam pengujian sandcone terdapat beberapa metode atau acuan standar misalnya dari AASHTO T 191 dan ASTM D 1556 – 64. Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan, seberapa besar perbedaan antara standar AASHTO T 191 dan ASTM D 1556 – 64, dan mengetahui kadar airnya. Dari hasil pengujian mendapatkan nilai optimum moisture content sebesar 6,5%, dry density 2,17 gr/cm³, nilai derajat kepadatan kebanyakan berkisar $\geq 100\%$, dan nilai kadar air minimum 5,00% kadar air maksimum 6,7%.

Tabel 2.8.Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis. Tahun Penelitian	Nama Penelitian/Judul Skripsi/Jurnal	Perbedaan Penelitian	Persamaan Penelitian

1	Fathurrozi ⁽¹⁾ , Sesiliana Ina Gorang ⁽²⁾ (2015)	Pengendalian Mutu Angregat Kelas A dan Kelas B pada Pekerjaan Jalan Sungai Ulin Mataram	Perbedaannya adalah menggunakan agregat kelas B	Persamaan pada penelitian ini adalah melakukan uji mutu pada kelas agregat “A”
2	Bambang Raharmadi (2016)	Analisis Derajat Kepadatan Lapangan Cement Treated Recycling base Methode Sand Cone (Studi Kasus Peningkatan Jalur Lingkar Luar Muara Teweh)	Perbedaannya adalah cement treated dan recycling base method sand cone	Persamaan pada penelitian ini adalah sampel yang diteliti yaitu kepadatan menggunakan metode sand cone
3	Permatasari (2018)	Analisis kepadatan lapangan metode konus pasir	Perbedaannya adalah objek yang diteliti	Persamaan pada penelitian ini adalah
4	Bambang Edison & Anton Ariyanto (2019)	Korelasi nilai CBR desain dan nilai CBR hasil sand cone lapisan pondasi base course fleksibel pavement ruas dalu- daluh mahato	Perbedaannya yaitu menggunakan nilai CBR desain pada pondasi base course flexible pavement ruas daluh-daluh mahato	Persamaannya adalah mencari nilai dari penggunaan metode sand cone pada ruas jalan
5	Yayan Adi Saputra Khotibul Umam, Siska Fauziah (2020)	Analisis Sand Cone Test (AASHTOT 191 dan ASTM 1556- 64)	Perbedaannya yaitu menggunakan analisis sand cone test (AASHTOT 191 dan ASTM D 1556-64)	Persamaannya adalah sama menggunakan metode sand cone

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil Penelitian yang penulis amati pada Proyek Jalan Kabupaten Mamasa – Mamuju Paket Peservasi Jalan Kalukku-Salubatu-Mambi-Malabo (MYC) pada saat melakukan pemeriksaan kepadatan lapangan pada Lapisan Pondasi Agregat kelas A dengan menggunakan metode *Sand Cone* maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jarak pengujian *Sand Cone* yang dilakukan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A antara titik satu dan titik berikut berjarak 2,5 m dan digali sedalam 10 cm kemudian gunakan pasir untuk menentukan volume dari galian dan material hasil galian akan dikeringkan dengan spritus untuk menentukan kadar air.
2. Hasil kepadatan lapangan pada Lapisan Pondasi Agregat Kelas A mulai dari STA 1+175 hingga 1+975 yaitu : 100.8%, 99.6%, 100.4%, 99.9%, 100.8%
3. Nilai dari kadar air yang di dapat dari pengujian *Sand Cone* pada lapangan mulai dari STA 1+175 hingga 1+975 yaitu : 6.9%, 7.8%, 6.7%, 7.8%, 7.8%.

5.2 SARAN

1. Penelitian tentang Uji Mutu Kepadatan Lapisan Pondasi Agregat (LPA) Kelas A dengan Metode *Sand Cone* ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan metode lainnya, yang kiranya diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal terkait hasil analisisnya.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk analisa hubungan antara kepadatan LPA dengan perkerasan jalan raya sehingga untuk mengetahui standar kepadatan yang sesuai agar ketahanan jalan lebih lama mengalami penurunan daya dukung dan penurunan derajat kepadatan.