

LAPORAN AKHIR

**METODE PELAKSANAAN DAN PENENTUAN
KEPADATAN LAPANGAN LAPIS PONDASI BAWAH
PADA PROYEK PELEBARAN JALAN
TUMPAAN-LOPANA**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Konsentrasi Jalan dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Almendras Pareda
NIM. 13 011 028**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016**

LAPORAN AKHIR

**METODE PELAKSANAAN DAN PENENTUAN
KEPADATAN LAPANGAN LAPIS PONDASI BAWAH
PADA PROYEK PELEBARAN JALAN
TUMPAAN-LOPANA**

**Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Konsentrasi Jalan dan Jembatan
Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

**Almendras Pareda
NIM. 13 011 028**

Dosen Pembimbing

**Pendekar Trio Lonan ,ST.,MT
NIP.19720901 199803 1 001**

**Daisy Pangemanan ,ST.,MT.,M.Si
NIP.19791203 200312 2 001**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tujuan pendidikan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado adalah mencetak tenaga kerja yang profesional dilapangan .Untuk mencapai tujuan tersebut tidak cukup jika mahasiswa hanya menerima pendidikan dibangku kuliah saja, maka dalam upaya untuk memperluas pengetahuan dan menambah pengalaman pada mahasiswa, maka diadakan suatu program yaitu praktek kerja lapangan. Sehingga mahasiswa mempunyai bekal dan wawasan yang akan dipakai untuk terjun ke dunia pekerjaan. Namun untuk mencapai hal tersebut tidaklah mudah karena tidak terlepas dari kesungguhan dan kreatifitas mahasiswa itu sendiri.

Dalam melakukan praktek kerja, mahasiswa dituntut aktif dalam pengamatan pelaksanaan pekerjaan dilapangan. Keaktifannya dalam pengumpulan data lapangan selama pelaksanaan pekerjaan sangat penting, hal ini diperlukan karena nantinya dipergunakan dalam menyusun laporan akhir praktek kerja lapangan. Praktek kerja lapangan ini dimaksudkan untuk menjalin hubungan komunikasi antara mahasiswa dengan masyarakat proyek, sehingga dengan dilakukannya pengamatan dilapangan, mahasiswa diharapkan mampu mengenal situasi dan kondisi yang sesungguhnya, dimana secara tidak langsung akan memberikan informasi tentang keberadaan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado, dengan harapan pada akhirnya nanti akan memberikan peluang lapangan kerja baru untuk lulusan Program Studi Diploma III Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

1.2 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari laporan akhir ini adalah :

- 1) Menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan pemadatan dari pekerjaan persiapan, penghamparan dan pemadatan.
- 2) Menghitung nilai kepadatan dari hasil pengujian *sand cone test*
- 3) Menghitung perbandingan antara γ_d (berat isi kering) kerucut pasir dilapangan dengan γ_{d-max} hasil percobaan pemadatan di laboratorium.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penulisan ini saya selaku penulis hanya membatasi permasalahan, yaitu :

1. Metode pelaksanaan dan penentuan kepadatan lapangan lapis pondasi bawah.
2. Penentuan kepadatan lapangan dengan pengujian *sand cone test*.

1.4. Metodologi Penulisan

Dalam penulisan laporan akhir ini, metodologi penulisan yang digunakan yaitu :

1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan terbagi atas dua bagian yaitu :

- a. Data Primer

Data primer berupa teknik pelaksanaan pekerjaan yang didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan.

- b. Data Sekunder

Data sekunder berupa peta lokasi pelaksanaan pekerjaan, data jenis pekerjaan, data bahan, peralatan, waktu dan tenaga kerja.

2. Studi literatur dengan menggunakan buku panduan yang berhubungan dengan apa yang akan dibahas untuk dipelajari dan dimuat dalam pembahasan laporan akhir.
3. Konsultasi dengan dosen pembimbing.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan, maka laporan ini dibagi menjadi beberapa bagian, dengan sistematika penulisannya sebagai berikut :

Bab I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang praktek kerja lapangan, maksud dan tujuan praktek dan sistematika penulisan.

Bab II TUGAS KHUSUS

Berisi tentang suatu pekerjaan dan pemecahannya dengan mengambil judul Tugas Khusus yang disetujui oleh dosen pembimbing.

Bab III LAPORAN PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPANGAN

Menguraikan tentang pelaksanaan pekerjaan yang terjadi dilapangan selama mahasiswa melaksanakan praktek kerja lapangan dalam kurung waktu 3 bulan.

Bab IV PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang buku-buku referensi yang penulis pakai dalam penyusunan laporan akhir.

LAMPIRAN

Berisi tentang laporan harian mahasiswa selama melakukan praktek kerja lapangan, foto dokumentasi, dan data-data pada proyek.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 UMUM

Perkembangan jalan di mulai dengan sejarah manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Dengan demikian perkembangan jalan saling berkaitan dengan teknik jalan, seiring dengan perkembangan teknologi yang ditemukan manusia.

Pada awalnya jalan raya hanya berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup. Setelah manusia mulai hidup berkelompok jejak-jejak berubah menjadi jalan setapak yang masih belum berbentuk jalan yang rata. Dengan penggunaan alat transportasi seperti hewan, kereta, atau yang lainnya, mulai dibuat jalan yang rata.

Sejarah perkembangan jalan di Indonesia yang tercatat dalam sejarah bangsa Indonesia adalah pembangunan jalan Deandles pada Zaman Belanda, yang dibangun dari Anyer di Banten sampai Panarukan di Banyuwangi Jawa Timur. Yang diperkirakan 1000 km. Pembangunan tersebut dilakukan dengan kerja paksa pada abad 19. Tujuan pembangunan pada saat itu terutama untuk kepentingan strategi dan masa tanam paksa untuk memudahkan pengangkutan hasil bumi.

Jalan Deandles tersebut belum direncanakan secara teknis baik geometrik maupun perkerasannya. Konstruksi perkerasan jalan berkembang pesat pada jaman keemasan Romawi. Pada saat itu telah mulai di bangun jalan-jalan yang terdiri dari beberapa lapis perkerasan. Perkembangan konstruksi perkerasan jalan seakan terhenti dengan runtuhnya kekuasaan Romawi sampai abad 18.

Pada abad 18 para ahli dari Perancis, Skotlandia menemukan bentuk perkerasan yang sebagian sampaisaat ini umum digunakan di Indonesia dan merupakan awal dari perkembangan konstruksi perkerasan di Indonesia yang antara lain : konstruksi perkerasan batu belah (Telford), konstruksi perkerasan macadam.

Konstruksi Telford diciptakan Oleh Thomas Telford (1757-1834) dari Skotlandia, sedangkan Macadam oleh Jhon Londer MacAdam (1756-1836) dari Skotlandia.

Perkerasan jalan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat ditemukan pertama kali di Babylon pada tahun 625 SM, tetapi perkerasan jenis ini tidak berkembang sampai ditemukan kendaraan bermotor oleh Gofflied Daimler dan Karl Benz pada tahun 1880. Mulai tahun 1920 sampai sekarang teknologi konstruksi perkerasan dengan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat maju pesat. Di Indonesia perkembangan perkerasan aspal dimulai pada tahap awal berupa konstruksi Telford dan Macadam yang kemudian diberi lapisan aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar yang kemudian berkembang menjadi lapisan penetrasi (Lapisan, Burtu, Burda, Buras). Tahun 1980 diperkenalkan perkerasan jalan dengan aspal emulsi dan butas, tetapi dalam pelaksanaan atau pemakaian aspal butas terdapat permasalahan dalam hal variasi kadar aspalnya yang kemudian disempurnakan pada tahun 1990 dengan teknologi beton mastic, perkembangan konstruksi perkerasan jalan menggunakan aspal panas (hot mix) mulai berkembang di Indonesia pada tahun 1975, kemudian disusul dengan jenis yang lain seperti aspal beton (AC) dan lain-lain.

Konstruksi perkerasan menggunakan semen sebagai bahan pengikat telah ditemukan pada tahun 1828 di London tetapi konstruksi perkerasan ini mulai berkembang awal tahun 1900. Konstruksi perkerasan dengan menggunakan semen atau *concrete pavement* mulai dipergunakan di Indonesia secara besar-besaran pada awal tahun 1970 yaitu pada pembangunan jalan tol Prof. Sedyatno.

Secara umum perkembangan konstruksi perkerasan di Indonesia mulai berkembang pesat sejak tahun 1970 dimana diperkenalkan pembangunan perkerasan jalan sesuai dengan fungsinya.

Sedangkan perencanaan geometrik jalan seperti sekarang ini baru dikenal sekitar pertengahan tahun 1960 kemudian mengalami perkembangan yang cukup pesat sejak tahun 1980.

(Sumber : Toer, P. A. (2005). *Dari Lentera Dipantara/PerkembanganJalanRaya*)

2.1.1 DEFINISI-DEFINISI JALAN

Dalam Undang-Undang Jalan Raya no. 13/1980 bahwa jalan adalah :

1. Suatu prasarana penghubung darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas.
2. Jalan umum adalah : jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum
3. Jalan khusus adalah : jalan selain dari pada yang termasuk di atas
4. Jalan Tol adalah : jalan umum yang kepada para pemakainya dikenakan kewajiban membayar Tol.

2.1.2 PENGERTIAN JALAN RAYA

Jalan adalah sarana penghubung yang memegang peranan dalam melancarkan pengangkutan orang maupun barang-barang hasil produksi. Salah satu bagian jalan yang menentukan ketahanan masa pelayanan jalan adalah perkerasan jalan.

Perkerasan jalan adalah bagian jalan yang diberi perkerasan (kecuali bagian struktur seperti drainase, tembok penahan tanah, jembatan dan lain-lain) dengan tujuan agar bagian yang diperkeras tersebut dapat menahan beban lalu lintas dalam segala cuaca sesuai dengan fungsinya.

Sedangkan bagian-bagian dari perkerasan jalan itu sendiri dapat dibagi sebagai berikut (urutan dari bawah) :

1. Tanah dasar (*sub grade*) di luar tanah asli dalam batas-batas tertentu.
2. Lapis pondasi, dapat terdiri dari Lapis Pondasi Bawah (*sub base*) dan Lapis Pondasi Atas (*base*).
3. Lapis Permukaan (lapis aus atau *wearing course*).

Dalam pelaksanaan proyek jalan, pekerjaan yang utama adalah perkerasan jalan pada jalur lalu lintas, di samping perkerasan di luar jalur lalu lintas juga memerlukan perhatian karena perkerasan jalan pada jalur lalu lintas apabila tidak didukung oleh bagian-bagian lain dari jalan akan cepat rusak.

2.1.3 KLASIFIKASI JALAN

Berkembangnya angkutan darat, terutama kendaraan bermotor yang

meliputi jenis ukuran dan jumlah maka masalah kelancaran arus lalu lintas keamanan, kenyamanan, dan daya dukung dari perkerasan jalan harus menjadi perhatian, oleh karena itu perlu pembatasan-pembatasan.

Menurut PP No 26 tahun 2007, jalan-jalan di lingkungan perkotaan terbagi dalam jaringan jalan primer dan jaringan jalan sekunder.

Jalan-jalan sekunder dimaksud untuk memberikan pelayanan kepada lalu lintas dalam kota, oleh karena itu perencanaan dari jalan-jalan sekunder hendaknya disesuaikan dengan rencana induk tata ruang kota yang bersangkutan. Dari sudut lain, seluruh jalan perkotaan mempunyai kesamaan dalam satu hal, yaitu lingkungan di sekitarnya harus diperhatikan dan diingat bahwa jalan itu sendiri melayani berbagai kepentingan umum seperti taman-taman perkotaan. Klasifikasi Jalan berdasarkan Peraturan Dirjen Bina Marga No. 13/1970.

2.1.3.1 Kelas Jalan Menurut Fungsi.

Jalan umum menurut fungsinya di Indonesia dikelompokkan ke dalam jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan. Klasifikasi fungsional seperti ini diangkat dari klasifikasi di Amerika Serikat dan Kanada. Di atas arteri masih ada *Freeway* dan *Highway*.

1) Jalan utama.

Yaitu jalan-jalan yang melayani lalu lintas yang tinggi antara kota-kota penting. Jalan-jalan dalam golongan ini harus direncanakan untuk dapat melayani lalu lintas yang cepat dan berat.

2) Jalan sekunder.

Yaitu jalan-jalan yang melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota penting dan kota-kota yang lebih kecil, serta melayani daerah-daerah di sekitarnya.

3) Jalan penghubung.

Yaitu jalan-jalan untuk keperluan aktifitas daerah, yang juga dipakai sebagai jalan penghubung antara jalan-jalan dari golongan yang sama atau berlainan.

(Sumber : Chairil Nizar. 2011.<http://www.ilmusipil.com/klasifikasi-jalan-menurut-fungsi>).

2.1.3.2 Kelas Jalan Menurut Pengelola.

1) Jalan Arteri.

Yaitu jalan-jalan yang terletak di luar pusat perdagangan (*out lying business district*).

2) Jalan Kolektor.

Yaitu jalan-jalan yang terletak di pusat perdagangan (*central business distric*).

3) Jalan Lokal.

Yaitu jalan-jalan yang terletak di daerah perumahan.

4) Jalan Negara.

Yaitu jalan - jalan yang menghubungkan antara ibukota propinsi. Biaya pembangunan dan perawatannya di tanggung oleh pemerintah pusat.

5) Jalan kabupaten.

Yaitu jalan-jalan yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten atau jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, juga jalan-jalan yang menghubungkan antar desa dalam satu kabupaten.

2.1.3.3 Kelas Jalan Menurut Tekanan Gandar.

Menurut tekanan gandar pada Tabel 2.1 dibawah ini tentang kelas jalan dibagi menjadi beberapa kelas sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kelas Jalan Menurut Tekanan Gandar

Kelas jalan	Tekanan gandar
I	7 ton
II	5 ton
III A	3,50 ton
III B	2,75 ton
IV	1,50 ton

(sumber : ISBN 979-8382-47-1-1975).

2.1.3.4 Kelas Jalan Menurut Besarnya Volume Dan Sifat-Sifat Lalu Lintas.

1). Jalan kelas I.

Jalan ini mencakup semua jalan utama, yang melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya tidak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan yang tidak bermuatan. Jalan-jalan kelas I mempunyai jalur yang banyak.

2). Jalan kelas II.

Jalan ini mencakup semua jalan sekunder, walaupun komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Jalan kelas II ini berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintas.

3). Jalan Kelas III.

Jalan ini mencakup jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah penebaran aspal.

2.1.4 PENGENALAN dan FUNGSI STRUKTUR PERKERASAN JALAN

Perkerasan jalan merupakan bagian jalan yang terdiri atas lapisan-lapisan campuran yang mempunyai nilai struktur berbeda-beda yang diletakan di atas tanah dasar (*sub grade*).

Campuran-campuran bahan atau material yang mempunyai nilai struktur ini lazim disebut dengan konstruksi perkerasan jalan. Konstruksi perkerasan, bersama-sama dengan tanah dasar (*sub grade*) mempunyai tugas dan fungsi antara lain sebagai berikut :

1. Menyalurkan dan memikul beban roda kendaraan
2. Menyediakan permukaan yang rata dan licin
3. Menyediakan permukaan yang kedap air dan awet

Bahan atau material yang digunakan antara lain :

1. Batu pecah
2. Batu belah
3. Batu kali
4. Hasil samping peleburan baja

Bahan ikat yang dipakai :

1. Aspal
2. Semen

2.1.4.1 Pengenalan Struktur Perkerasan Jalan

Atas dasar penggunaan atau pemakaian bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan dibagi atas 2 (dua) macam yaitu :

- 1). **Perkerasan lentur (*flexible pavement*).**

Dimana bagian-bagian struktur perkerasannya menggunakan bahan pengikat aspal. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (*sub grade*).

2) **Perkerasan kaku (*rigid pavement*).**

Dimana struktur perkerasan pokoknya terbuat dari bahan pengikat semen. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah (*sub base*). Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

Perbedaan utama antara perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) seperti terlihat pada Tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2 Perbedaan antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No	Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2.	Repetisi beban	Akan timbul rating (lendutan pada jalan roda)	Timbul retak-retak pada permukaan jalan
3.	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar

(Sumber :Donsbro/2012/04/24/<https://unmuratekniksipil.wordpress.com/jenis-jenis-perkerasan-jalan/Universitas Musi Rawas>)

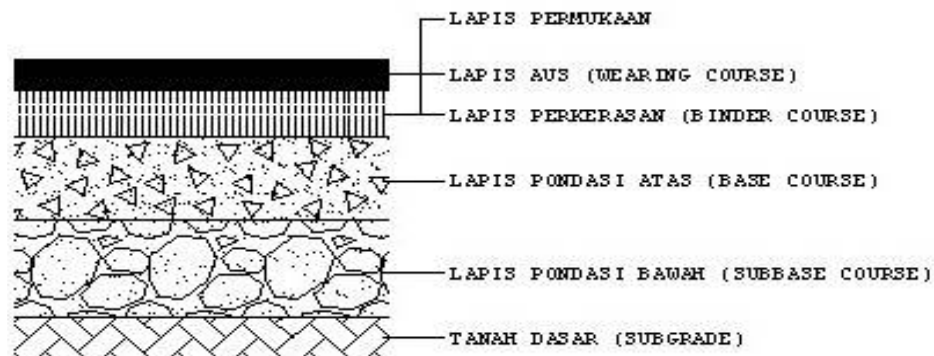
3). **Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*).**

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Pada perkerasan lentur, struktur perkerasan dari suatu konstruksi jalan dapat dibagi sebagai berikut : (lihat buku Pedoman Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PT/BM/1974 mengenai penentuan Tebal Perkerasan Jalan Raya untuk Perkerasan Lentur). Lapisan-lapisan perkerasan lentur bersifat memikul dan

menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah :

1. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)
2. Lapis pondasi bawah (*sub-base*)
3. Lapis pondasi atas (*base*)
4. Lapisan permukaan (*surface course*)

Pada bagian ini akan diuraikan jenis-jenis struktur perkerasan lentur mulai dari lapis paling atas (*surface course*) sampai dengan lapis paling bawah (*sub base*) sesuai standar pedoman spesifikasi umum Direktorat Jenderal Bina Marga maupun standar petunjuk resmi yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga.



Gambar 2.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur

(Sumber: <http://civil-injinereng.blogspot.co.id/2009/05/lapis-pondasi-jalan-dengan-agregat.htm>)

2.1.5 LAPISAN PONDASI BAWAH (*Sub-Base Course*).

Lapis pondasi bawah (*sub base*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base*), yang berfungsi sebagai bagian perkerasan yang meneruskan beban di atasnya, dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar.

Lapis pondasi bawah dibuat di atas tanah dasar yang berfungsi diantaranya sebagai :

1. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
2. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah lebih murah dari pada lapisan di atasnya.
3. Lapisan peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
4. Lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

Hal ini sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap roda-roda alat-alat berat atau karena kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca.

Jenis lapis pondasi bawah yang umum digunakan di Indonesia antara lain :

1. Agregat bergradasi baik yang dibedakan atas :

- a. Sirtu atau pitrun kelas A
- b. Sirtu atau pitrun kelas B
- c. Sirtu atau pitrun kelas C

Sirtu kelas A bergradasi lebih besar dari sirtu kelas B, yang masing-masing dapat dilihat pada spesifikasi yang diberikan.

2. Stabilisasi

- a. Stabilisasi agregat dengan semen (*cement treated sub base*)
- b. Stabilisasi agregat dengan kapur (*lime treated sub base*)
- c. Stabilisasi tanah dengan semen (*soil cement stabilization*)
- d. Stabilisasi tanah dengan kapur (*soil lime stabilization*)

2.1.5.1 Toleransi Ukuran

- a. Permukaan akhir lapis pondasi bawah harus diberi punggung atau kemiringan melintang yang ditetapkan atau ditunjukkan pada gambar-gambar. tidak boleh ada ketidak-teraturan dalam bentuk, dan permukaan tersebut harus rata dan seragam.
- b. Kemiringan dan ketinggian akhir sesudah pemadatan tidak boleh lebih dari 1,5 cm kurang dari yang ditunjukkan pada gambar atau diatur di lapangan dan disetujui oleh direksi teknik.

2.1.5.2 Contoh Bahan

- a. Contoh bahan yang digunakan untuk lapis pondasi bawah harus diserahkan kepada direksi teknik untuk mendapatkan persetujuan paling lambat 14 hari sebelum pekerjaan dimulai, dan harus disertai dengan hasil-hasil data pengujian sesuai dengan persyaratan spesifikasi untuk kualitas dan bahan-bahan seperti diuraikan dalam spesifikasi ini.
- b. Tidak ada perubahan mengenai sumber atau pengadaan material bahan lapis pondasi bawah akan dibuat tanpa persetujuan direksi teknik, dan setiap perubahan

harus atas dasar persyaratan dan contoh-contoh bahan dan laporan pengujian atau pemeriksaan lebih lanjut dari pernyataan diatas.

2.1.5.3 Lalu Lintas

Apabila satu jalan pengalihan (*Alternatif*) tidak disediakan ,pekerjaan tersebut harus dilaksanakan sedemikian sehingga dimungkinkan untuk dilewati oleh lalu lintas dalam satu arah dengan membuat pengaturan pengendalian yang memadai dan dapat disetujui oleh Direksi.Kontraktor harus bertanggung jawab terhadap setiap kerusakan yang terjadi pada Lapis Pondasi Bawah jalan dikarenakan diijinkan lalu lintas dimana pelaksanaan pekerjaan sedang berjalan.

2.1.5.4 Perbaikan Pekerjaan Yang Tidak Memuaskan

- a. Setiap bahan pondasi bawah yang tidak memenuhi spesifikasi ,apakah dipasang atau belum,akan ditolak atau dipindahkan dari lapangan kerja atau digunakan sebagai urugan seperti yang diperintahkan oleh Direksi Teknik.
- b. Setiap bagian pekerjaan lapis pondasi bawah yang menunjukkan ketidak teraturan atau hal lain karena penanganan yang kurang baik atau kegagalan kontraktor untuk memenuhi persyaratan spesifikasi dan gambar rencana harus dibetulkan dengan perbaikan-perbaikan atau penggantian dilakukan oleh Kontrktor sampai memuaskan pihak Direksi Teknik.

2.1.5.5 Bahan-Bahan

- a. Bahan-bahan yang dipilih dan digunakan untuk pembangunan Lapis Pondasi Bawah (LPB) terdiri dari bahan-bahan berbutir dipecah (A),atau bahan butir dibelah dan kerikil (B),atau kerikil,pasir dan lempung alami (C).
 1. Lapis Pondasi Bawah (LPB) Kelas A,berupa batu pecah disaring dan digradasi dan semuanya lolos saringan 3” atau 75,00 mm,memenuhi tabel 2.1 dibawah ini.
 2. Lapis Pondasi Bawah (LPB),Kelas B,terdiri dari campuran batu belah dengan kerikil,pasir dan lempung yang lolos saringan 2,5” atau 62,5mm,memenuhi tabel 2.2 dibawah ini.
 3. Lapis Pondasi Bawah (LPB),Kelas C,terdiri dari kerikil,pasir dan lempung alami yang lolos saringan 1,5 “atau 37,5 mm,memenuhi tabel 2.1 dibawah ini.

- b. Bahan yang dipakai untuk Lapis Pondasi Bawah harus bebas debu, zat organik, serta bahan-bahan lain yang harus dibuang, dan harus memiliki kualitas, bila bahan tersebut telah ditempatkan akan siap saling mengikat membentuk satu permukaan yang stabil dan mantap.
- c. Bila perlu dan sesuai perintah Direksi Teknik, bahan-bahan dari berbagai sumber atau pemasokan dapat disatukan (dicampur).

2.1.5.6 Gradasi Lapis Pondasi Bawah

Persyaratan gradasi untuk lapis pondasi bawah kelas A, kelas B, dan kelas S dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3 Persyaratan Gradasi Untuk Lapis Pondasi Agregat.

Ukuran Saringan		% Berat yang Lolos		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas S
2 in	50	-	100	-
1 ½ in	37,5	100	88-95	100
1 in	25,0	79-85	70-85	77-89
3/8 in	9,50	44-58	30-65	41-89
No.4	4,75	29-44	25-55	26-54
No.10	2,0	17-30	15-40	15-42
No.40	0,425	7-17	8-20	7-26
No.200	0,075	2-8	2-8	4-16

(Sumber : Spesifikasi Umum – Revisi 3- Lapis Pondasi Agregat)

2.1.5.7 Sifat-Sifat Lapis Pondasi Agregat

Sifat-sifat lapis pondasi agregat menurut spesifikasi umum 2010 revisi 3 dapat dilihat di Tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.4 Sifat – Sifat Lapis Agregat Pondasi Agregat

Sifat-Sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas S
Abrasi dari agregat kasar (SNI 2417:2008)	0-40 %	0-40 %	0-40 %
Batu pecah tertahan ayakan 3/8 in (SNI 7619:2012)	95/90 ^{1}}	55/50 ^{2}}	55/50 ^{2}}

Batas cair (SNI 1967:2008)	0-25 %	0-35 %	0-35%
Indek Plastisitas (SNI 1966:2008)	0-6 %	0-10 %	4-15
Hasil kali indek plastisitas dengan % lolos ayakan No 200	Maks 25 %	-	-
Gumpalan lempung dan butiran-butiran mudah pecah (SNI 03-4141-1996)	0-5 %	0-5%	0-5 %
CBR rendam (SNI 1744 :2012)	Min 90 %	Min 60 %	Min 50%
Perbandingan % lolos ayakan No.200 dan No. 40	Maks 2/3	Maks 2/3	-

(Sumber : Spesifikasi Umum – Revisi 3)

Catatan :

- 1) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- 2) 55/50 menunjukkan bahwa 55% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 50 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.
- 3) Agregat kelas C dipakai untuk bahu jalan.

2.1.4.8 Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Lapisan tanah dasar atau formasi harus disiapkan dan diselesaikan sesuai dengan pekerjaan yang ditetapkan (pada pekerjaan tanah).semua bahan sampai kedalaman 35 cm dibawah permukaan tanah dasar harus dipadatkan sampai 100 % kepadatan kering maksimum yang ditentukan oleh pengujian Lab.
- b. Bahan lapis pondasi bawah harus ditempatkan atau ditimbun ditempat yang bebas dari lalu lintas serta alirandan lintasan air disekitarnya.
- c. Ketebalan lapis pondasi bawah terpasang harus sesuai dengan gambar rencana seperti yang diperintahkan oleh Direksi Teknik Lapangan sesuai kondisi tanah dasar yang ada dilapangan.

2.1.5.8 Penghamparan dan pemadatan

- a. Penghamparan akhir Lapis Pondasi Bawah sampai ketebalan dan kemiringan melintang jalan yang diminta harus dilaksanakan dengan kelonggaran-kelonggaran penurunan ketebalan sekitar 15 % untuk pemadatan lapis pondasi bawah. Segera setelah penghamparan dan pembentukan akhir, masing-masing lapisan harus dipadatkan sampai lebar penuh lapis pondasi bawah perkerasan, dengan menggunakan mesin gilas roda ban pneumatic atau peralatan lain yang disetujui oleh Direksi Teknik.
- b. Penggilasan untuk pembentukan dan pemadatan, bahan lapis pondasi bawah akan bergerak secara *gradual* (sedikit demi sedikit) dari pinggir ketengah, sejajar dengan garis sumbu jalan sampai seluruh permukaan telah dipadatkan secara merata. Pada bagian super elevasi, kemiringan melintang jalan atau kelandaian yang terjal, penggilasan harus bergerak dari bagian yang lebih rendah ke bagian jalan yang lebih tinggi. Setiap ketidak-teraturan atau bagian ambles yang mungkin terjadi harus dibetulkan kembali digaruk atau meratakan dengan menambahkan bahan lapis pondasi bawah untuk membuat permukaan tersebut mencapai bentuk dan ketinggian yang benar sesuai gambar.
- c. Kandungan kelembapan untuk pemasangan harus dijaga didalam batas-batas 3 % kurang dari kadar air optimum sampai 1 % lebih dari kadar air optimum dengan penyemprotan air atau pengeringan seperlunya, dan bahan lapis pondasi bawah harus dipadatkan untuk menghasilkan kepadatan yang diisyaratkan pada seluruh ketebalan tiap lapisan dan mencapai 100 % kepadatan kering maksimum yang ditetapkan yang sesuai dengan pengujian Laboratorium.
- d. Pemadatan adalah suatu peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis, akibat beban dinamis butir-butir agregat seperti krikil dan pasir merapat satu sama lain yang saling mengunci sebagai akibat berkurangnya rongga udara. Tujuan pemadatan dapat tercapai dengan pemilihan bahan agregat, cara pemadatan, pemilihan mesin pemadat, dan jumlah lintasan atau passing yang sesuai.

2.1.5.9 Pengendalian Mutu

1. Test Laboratorium Untuk LPB Batu Pecah

- a. Pengujian harus dilakukan terhadap bahan lapis pondasi bawah untuk mendapat persyaratan spesifikasi.

- b. Pengujian bahan lapis pondasi bawah harus dilakukan untuk setiap 500 m³ dari bahan-bahan yang ditumpuk dilapangan.

2.1.6 AGREGAT

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapis perkerasan jalan yang mengandung 90 – 95 % agregat berdasarkan prosentase berat atau 75 – 85 % agregat berdasarkan prosentase volume.

Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

- a. Agregat kasar
- b. Agregat halus
- c. Abu batu/*mineral filler* (bahan pengisi)

Perhatikan Gambar 2.2 dibawah ini, yaitu jenis agregat berdasarkan ukuran.



Agregat kasar

Agregat halus

Abu batu

Gambar 2.2 Jenis agregat berdasarkan ukuran

(Sumber: Mulyono, Tri. 2005.(<http://resashogi.blogspot.co.id/jenis-jenis-agregat.html>.yogyakarta)

2.1.6.1 Sifat Agregat.

Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapis permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya.

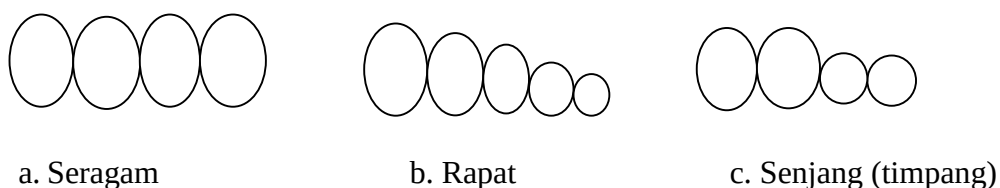
Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan (*Strength and durability*) lapisan perkerasan, dipengaruhi oleh :
 - a. Gradasi
 - b. Ukuran maksimum
 - c. Kadar lempung
 - d. Kekerasan dan ketahanan (*Toughness atau durability*)
 - e. Bentuk butir
 - f. Tekstur permukaan
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh :
 - a. Porositas
 - b. Kemungkinan basah
 - c. Jenis agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :
 - a. Tahanan geser (*Skid resintance*)
 - b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*Bituminous mix workability*).

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*Uniform grade*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi rapat (*Dense graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi dapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.
3. Gradasi buruk/jelek (*Poorly graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori di atas. Agregat dengan gradasi buruk akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas.

Untuk mengetahui lebih lanjut, perhatikan Gambar 2.3 tentang gradasi agregat dan Tabel 2.5 tentang sifat-sifat dari beberapa jenis gradasi yang tertera di bawah ini.



Gambar 2.3 Jenis gradasi agregat

(Sumber: AffandyAndika.01/02/2012(<http://andykasipil.blogspot.co.id/2012/02/gradasi-agregat.html>))

Sifat-sifat agregat dari beberapa jenis gradasi dapat dilihat di Tabel 2.5 dibawah ini.

Tabel 2.5 Sifat-sifat agregat dari beberapa jenis gradasi

Gradasi seragam	Gradasi baik	Gradasi jelek
- Kontak antar butir baik - Kepadatan bervariasi tergantung dari segregasi yang terjadi - Stabilitas dalam keadaan lepas rendah - Sukar untuk dipadatkan - Mudah diresapi - Tidak dipengaruhi oleh bervariasinya kadar air	- Kontak antar butir baik - Seragam dan kepadatan tinggi - Stabilitas tinggi - Sukar sampai dengan usaha untuk memadatkan - Tingkat permeabilitas cukup - Pengaruh variasi kadar air cukup	- Kontak antar butir jelek - Seragam tetapi kepadatan jelek - Stabilitas sedang - Mudah dipadatkan - Tingkat permeabilitas rendah - Sangat dipengaruhi oleh bervariasinya kadar air

(Sumber: Mulyono, Tri. 2005.(<http://resashogi.blogspot.co.id/jenis-jenis-agregat.html>.yogyakarta)

2.1.6.2 Bentuk dan Tekstur Agregat.

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Agregat yang paling baik untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah berbentuk kubus, tetapi jika tidak ada, maka agregat yang memiliki minimal satu bidang pecahan, dapat digunakan sebagai alternatif berikutnya.

Partikel agregat dapat berbentuk sebagai berikut :

1. Bulat (*rounded*)

Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

2. Lonjong (*elongated*)

Partikel agregat berbentuk lonjong dapat ditemui di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya lebih panjang dari 1,8 kali diameter rata-rata. Sifat *interlocking*-nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

3. Kubus (*cubical*)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (*stone crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas sehingga memberikan *interlocking*/saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

4. Pipih (*flaky*)

Partikel agregat berbentuk pipih dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu ataupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat pipih yaitu agregat yang lebih tipis dari 0,6 kali diameter rata-rata. Agregat berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan ataupun akibat beban lalu lintas.

5. Tak beraturan (*irregular*)

Partikel agregat tak beraturan, tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas. Tekstur permukaan berpengaruh pada ikatan antara batu dengan aspal. Tekstur permukaan agregat terdiri atas :

- a. Kasar sekali (*very rough*)
- b. Kasar (*rough*)
- c. Halus
- d. Halus dan licin (*polished*)

Permukaan agregat yang halus memang mudah dibungkus dengan aspal, tetapi sulit untuk mempertahankan agar *film* aspal itu tetap melekat, karena makin kasar bentuk permukaan maka makin tinggi sifat stabilitas dan keawetan suatu campuran aspal dan agregat. Campuran aspal beton (AC) dapat dibuat bergradasi halus (mendekati batas titik-titik kontrol atas), tetapi akan sulit memperoleh rongga dalam agregat (VMA) yang diisyaratkan. Lebih baik digunakan aspal beton bergradasi kasar (mendekati batas titik-titik kontrol bawah).

2.1.7 PENENTUAN KEPADATAN LAPANGAN (*Uji Sand Cone*)

Percobaan kerucut pasir merupakan salah satu jenis pengujian yang dilakukan di lapangan, untuk menentukan berat isi kering (kepadatan) tanah asli ataupun hasil suatu pekerjaan pemadatan, yang dapat dilakukan baik pada tanah kohesif maupun tanah non kohesif. Selain itu ada juga cara lain yang dapat dilakukan untuk tujuan yang sama, yaitu:

- ❖ Metode Silinder (*Drive Cylinder Method*), khusus untuk tanah kohesif.
- ❖ Metode Balon Karet (*Rubber Ballon Method*), untuk semua jenis tanah.
- ❖ Metode Nuclear (*Nuclear Method*), untuk semua jenis tanah.

Nilai berat isi tanah kering yang diperoleh melalui percobaan ini, biasanya digunakan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat pemadatan (*degree of compaction*), yaitu perbandingan antara γ_d (berat isi kering) kerucut pasir dengan γ_{d-max} hasil percobaan pemadatan di laboratorium.

2.1.7.1 Peralatan Yang Dipakai dalam Pengujian :

Peralatan yang digunakan dalam penyelidikan ini terdiri dari:

Peralatan utama yang diperlukan, meliputi:

1. Tabung kalibrasi pasir uji
2. Botol/silinder tempat pasir uji
3. Kerucut yang dilengkapi dengan keran
4. Pelat dasar yang berlubang
5. Sekop kecil, linggis, palu, perata dan lain-lain
6. Timbangan dengan ketelitian 1,0 gr (dibawa ke lapangan)

7. Pasir uji (*Ottawa Sand*)
8. cawan untuk penentuan kadar air.

2.1.7.2 Kalibrasi

Selanjutnya, peralatan yang akan digunakan harus dikalibrasi terlebih dahulu agar diperoleh ukuran-ukuran yang tepat dalam pengujian. Pekerjaan kalibrasi sebaiknya dilakukan di laboratorium, dimana pekerjaan ini meliputi:

2.1.7.2.1 Berat isi pasir uji

1. Timbang silinder kalibrasi pasir uji (W_1)
2. Isi silinder kalibrasi tersebut sampai penuh dengan menggunakan botol/silinder yang berisi pasir uji sebanyak $\frac{2}{3}$ tinggi.
3. Setelah penuh, ratakan permukaan pasir pada silinder kalibrasi, lalu timbang (W_2).
4. Ganti pasir uji pada silinder kalibrasi dengan air yang diisi sampai penuh, kemudian timbang (W_3)
5. Hitung berat isi pasir uji, dengan rumus:

$$\gamma_{\text{sand}} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.1.7.2.2 Berat pasir dalam kerucut

1. Timbang botol/silinder yang berisi pasir uji sebanyak $\frac{2}{3}$ tinggi, beratnya (W_4)
2. Letakkan pelat dasar pada lantai yang datar, lalu letakkan botol/tabung yang berisi $\frac{2}{3}$ tinggi tersebut tepat di tengah pelat dasar, lalu keran dibuka.
3. Setelah pasir mengisi kerucut, keran ditutup kemudian diangkat lalu ditimbang (W_5)
4. Hitung berat pasir dalam kerucut dengan rumus:

$$(W_6) = (W_4 - W_5) \dots\dots\dots (2.2)$$

2.1.7.3 Prosedur Percobaan

Pelaksanaan pekerjaan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Bersihkan lokasi yang akan dilakukan pengujian selebar pelat dasar.
2. Tentukan titik-titik pengujian, kemudian letakkan pelat dasar di atasnya.
3. Buat lubang dengan diameter sebesar lubang pada pelat dasar dengan kedalaman kurang lebih sama dengan diameter lubang.

4. Material LPB galian dikumpulkan seluruhnya, kemudian dimasukkan kedalam kantung plastik, lalu timbang (W_7). Gunakan sebagian tanah galian tersebut untuk dicari kadar air tanah di laboratorium.
5. Siapkan botol/silinder yang telah berisi pasir uji sebanyak $\pm \frac{2}{3}$ tinggi, lalu timbang (W_8).
6. Letakkan botol/silinder pada point (5) tepat di atas lubang, kemudian buka keran.
7. Setelah lubang dan kerucut penuh dengan pasir uji, tutup keran lalu angkat dan timbang (W_9).
8. Kembalikan pasir uji yang terisi dalam lubang ke tempat semula.

2.1.7.4 Perhitungan dan Pelaporan

Data-data yang diperoleh di laboratorium dari proses kalibrasi terdiri dari:

- Berat isi pasir uji, yang diperoleh dari formula

$$\gamma_{\text{sand}} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_3 - W_1)} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Berat pasir dalam kerucut, (W_6) = ($W_4 - W_5$)..... (2.4)

Sedangkan data-data yang didapat dari pekerjaan di lapangan terdiri dari:

- Berat material hasil galian, (W_7)
- Berat botol/silinder + pasir uji sebelum pengujian, (W_8)
- Berat botol/silinder + pasir uji setelah pengujian, (W_9)
- Kadar air material hasil galian melalui pengujian di laboratorium, (ω)

Data-data di atas selanjutnya diolah, untuk mendapatkan nilai-nilai berikut:

- Berat pasir dalam lubang dan kerucut, (W_{10}) = ($W_8 - W_9$) (2.5)

- Berat pasir dalam lubang, (W_{11}) = ($W_{10} - W_6$).... (2.6)

- Volume lubang, $V_h = \frac{W_{11}}{\gamma_{\text{sand}}} \dots\dots\dots (2.7)$

- Berat isi material basah, $\gamma_{\text{wet}} = \frac{W_7}{V_h} \dots\dots\dots (2.8)$

- Berat isi material kering, $\gamma_{\text{dry}} = \frac{\gamma_{\text{wet}}}{(1 + \omega)} \dots\dots\dots (2.9)$

(Sumber :Sudarno, ST.,MT.2014*Pedoman Praktek Laboratorium Uji Tanah*
Politeknik Negeri Manado)

2.2 PEMBAHASAN

Isi dari pembahasan ini mengacu pada pembatasan masalah dan dijadikan tugas khusus dan dikonsultasikan kepada Dosen pembimbing tentang pengamatan dilapangan yaitu metode pelaksanaan lapis pondasi bawah dan penentuan kepadatan lapangan dengan pengujian *Sand Cone Test*.

2.2.1 DATA PROYEK

2.2.1.1 Uraian Singkat Proyek

Dalam rangka meningkatkan sarana perhubungan darat sesuai dengan pertumbuhan arus lalu lintas dan meningkatnya tingkat perekonomian masyarakat,dimana kondisi jalan saat ini perlu dilaksanakan perbaikan dan pelebaran.Pemerintah Kota Manado dalam hal ini Dinas Pekerjaan Umum,pada tahun anggaran 2016 ini melaksanakan proyek pelebaran jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo di Minahasa Selatan Melalui Anggaran Pendapatan Belanja Negara (APBN) 2016,Dimana ruas jalan tersebut merupakan jalur Trans Sulawesi yang menghubungkan ke Provinsi Gorontalo dan Sebagainya.Dengan adanya pekerjaan pelebaran jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo ini akan berdampak positif dimana masyarakat yang melintasi jalur tersebut merasa aman dan lancar tentunya.

2.2.1.2 Latar Belakang

Pekerjaan pelebaran jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo ini memiliki 5 paket pekerjaan:

- Segmen 1 ruas Kawangkoan – Tumpaan dengan panjang 3,935 Km
- Segmen 2 ruas Tumpaan – Lopana dengan panjang 2,238 Km
- Segmen 3 ruas Amurang dengan panjang 2,962 Km
- Segmen 4 ruas Amurang - Kapitu 5,872 Km
- Segmen 5 ruas dengan panjang 8,910 Km

Total panjang pekerjaan adalah : 23,917 Km

Paket pekerjaan yang pertama dilaksanakan adalah pada ruas segmen 2 yaitu ruas Tumpaan – Lopana,karena jalan tersebut merupakan jalur padat menuju

kota Amurang yang dapat memecah padatnya arus lalu lintas sehingga masyarakat yang mempunyai tujuan aktifitas ke dalam dan keluar pusat kota dapat berjalan lancar. Sehingga ruas jalan ini perlu adanya peningkatan pelebaran untuk memperlancar arus lalu lintas sepanjang jalur ini untuk mengatasi lalu lintas yang cukup padat.

2.2.1.3 Jenis Kegiatan

Pada paket pelebaran ruas Jalan Tumpaan – Lopana Tahun anggaran 2016 ini meliputi beberapa jenis kegiatan antara lain pekerjaan Drainase, Pekerjaan Tanah, Pekerjaan Berbutir, Pekerjaan Aspal dan struktur.

2.2.1.4 Lokasi Proyek

Secara administrasi lokasi pekerjaan pelebaran Kawangkoan – Worotican Poopo (segmen 2) sepanjang 2,238 (dua ribu dua ratus tiga puluh delapan meter berada di wilayah Desa Tumpaan – Lopana Minahasa selatan).

2.2.1.5 Manajemen Proyek

Sebagai pemilik proyek adalah pejabat pembuat komitmen Dinas Pekerjaan Umum Kota Manado yang dalam hal ini bertindak atas nama Dinas Pekerjaan Umum. Penyedia Jasa Pelaksanaan Paket Pelebara Jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo adalah PT.Brantas Abipraya – PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO), sedangkan Konsultan Pengawas yang bertugas mengawasi pekerjaan ini adalah PT.Indec Internusa (JO).

2.2.1.6 Data – Data Proyek

Berikut ini data-data proyek Pelebaran Jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo :

- Nama Pekerjaan : Pelebaran Jalan Kawangkoan-Worotican-Poopo
- Nomor Kontrak : HK.01.24/WIL.I-SULUT.07/BPJN XI/665/2015
- Tanggal Kontrak : 18 Desember 2015
- Nilai Kontrak : Rp.147.035.058.400,00
- Sumber Dana : APBN
- Tahun Anggaran : 2016
- Waktu Pelaksanaan : 420 Hari Kalender

- Pelaksana : PT.Brantas Abipraya-PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO)
- Konsultan Pengawas : PT.Indec Internusa(JO).

2.2.2 ALAT YANG DIPAKAI

Pada awal pekerjaan proyek ini pihak kontraktor dan pelaksana tidak menyediakan alat-alat yang ringan tetapi juga menyediakan alat-alat berat karena sangat penting untuk mendukung pekerjaan kelancaran pekerjaan apalagi pada proyek pembangunan jalan.

2.2.2.1 Dump Truk

Dalam pelaksanaan pekerjaan kontraktor menyiapkan berbagai alat berat untuk mendukung pekerjaan dilapangan seperti Dump truck.Alat ini merupakan salah satu alat berat yang dipakai dalam pekerjaan jalan ruas Tumpaan - Lopana,Alat ini berfungsi untuk memindahkan material atau tanah buangan pada jarak menengah sampai pada jarak jauh (500 m atau lebih).Muatannya dimuat oleh alat berat lainnya yaitu excavator sedangkan untuk membuang muatannya alat ini bisa bekerja sendiri dengan mengangkat Dumpnya.Alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini :

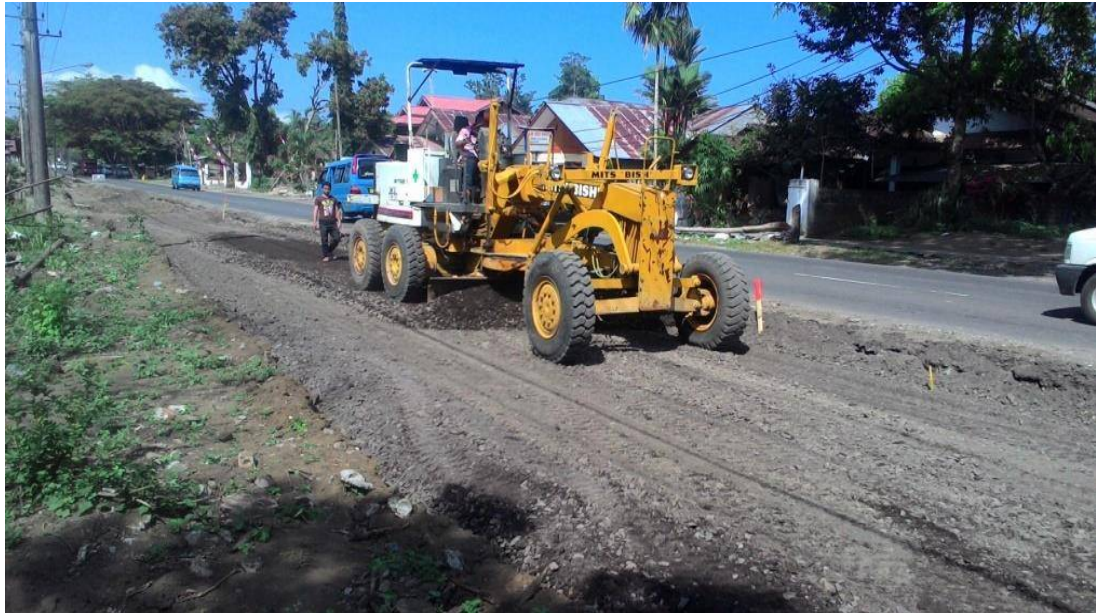


Gambar 2.4 Dump Truck

2.2.2.2 Motor Grader

Dalam pelaksanaan pekerjaan Alat ini juga penting dalam pekerjaan konstruksi terutama pekerjaan jalan,alat ini berfungsi untuk meratakan permukaan tanah atau penghamparan material secara mekanis.Disamping itu Greder juga dapat

dipakai pula pada pekerjaan lain misalnya untuk penggusuran tanah,meratakan tanggul dan sebagainya.alat ini dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2.5 Motor Grader

2.2.2.3 Excavator

Alat ini tidak kalah penting juga dalam pekerjaan jalan juga terutama dalam pekerjaan galian.Pekerjaan galian biasa,galian badan jalan,dan galian saluran alat ini sangat penting dalam proyek pembangunan terutama jalan,alat ini juga mengangkat buangan ke Dump Truk dan kegunaan lainnya yaitu bisa memindahkan meterial ke tempat lain.Gambar 2.6 alat ini dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 2.6 Excavator

2.2.2.4 Vibratory Roller

Alat vibratory Roller ini merupakan suatu alat pemadat yang menggilas tanah atau lapisan pondasi bawah dan atas tanah serta kegunaan lainnya yaitu untuk menyusun kembali butiran tanah sehingga pada tanah tersebut didapat butiran tanah yang rapat dan padat begitupun dengan pemadatan Lapis pondasi Agregat sangat dibutuhkan alat ini guna mendapatkan kepadatan yang diinginkan. alat Vibratory Roller dapat dilihat pada Gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Vibratory Roller

2.2.3 PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPIS PONDASI BAWAH

Pada proyek pelebaran jalan ruas Tumpaan – Lopana pengawasan harus dilakukan berdasarkan Spesifikasi, serta *shop drawing* yang telah disetujui antara PPK, tim perencana, tim pengawas dan kontraktor, agar tujuan pembangunan proyek dapat tercapai dengan baik, material agregat yang di pakai sama yaitu batu pecah yang sudah di olah dengan mesin stone crusher dan gradasi atau ukuran di buat sama sesuai spesifikasi yang dikirim langsung dari pengujian laboratorium di Balai Pelaksanaan Jalan Nasional XI pada tanggal 23 february 2016 dengan contoh pengujian sebagai berikut :

- Sirtu Pecah Maks Size 3/5 sebanyak 150 kg
- Sirtu Screen Maks Size 50 mm sebanyak 150 kg
- Batu Pecah Ukuran 10/20 sebanyak 150 kg
- Batu pecah Ukuran 5/13

Dari asil pengujian dan pemeriksaan agregat kelas B, maka pelaksanaan dilapangan harus berpedoman pada :

- 1) Kepadatan Maksimum (γ_d) adalah 1,878 gram/cm³
- 2) Kadar Air Optimum (W) adalah 8,347 %
- 3) CBR yang didapat adalah 92 %

2.2.3.1 Teknis Pelaksanaan persiapan Lahan Dilapangan

Setelah pekerjaan pengukuran selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan galian pada pelebaran jalan sesuai dengan dengan patok pengukuran dengan lebar 6,5meter. Pekerjaan ini menggunakan alat berat yaitu Excavator sebagai penggali.Tanah hasil galian diangkat dan dimasukkan kedalam Dump Truck kemudian dibawa kelokasi buangan yang berjarak 150 meter. Selama proses penggalian dilaksanakan, tim Quantity Surveyor melaksanakan pengawasan terhadap kedalam galian dengan alat Waterpass. Kedalaman galian rencana sedalam 50 cm. . Apabila sudah memenuhi maka dilakukan pekerjaan pembentukan tanah dasar dengan alat Motor Grader kemudian tanah dasar dipadatkan dengan menggunakan Vibratory Roller sebanyak 12 lintasan dari arah saluran kearah eksisting jalan lama.

2.2.3.2 Teknis Pengadaan Material

Sebelum melakukan penghamparan dilakukan pengukuran elevasi dari ketebalan LPB dan LPA dengan memberi tanda pada patok sesuai ketebalan dari tiap-tiap lapisan menggunakan alat ukur *Wate Pass*. Penghamparan material adalah suatu proses menuang dan meratakan agregat lapis pondasi yang diangkut *dump truk* dengan kapasitas 20 m³/DT yang diambil dari *base camp* PT.Dayana Cipta yang berlokasi di Tomohon. Untuk pekerjaan lapis pondasi bawah di lakukan dengan 2 lapis dengan ketebalan masing – masing untuk lapis pertama 20 cm dan lapis kedua 15 cm. Penghamparan material LPA / LPB tidak boleh di lakukan apabila cuaca berpotensi turun hujan karena akan mengganggu kadar air.Pemadatan harus dilakukan hanya bila kadar air dari bahan berada dalam rentang 3 % dibawah kadar air optimum sampai 1 % di atas kadar air optimum, dimana kadar air optimum adalah seperti yang ditetapkan oleh kepadatan kering maksimum yang ditentukan oleh spesifikasi SNI.

Dump truck akan menuang material sebanyak 4 kali, masing – masing kurang lebih 5 m³ dengan jarak tumpukan 3.1 meter. Hal ini untuk mempermudah saat Motor Grader meratakannya seperti pada Gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2.8 Penuangan Material Lapis Pondasi Bawah

2.2.3.3 Teknis Pelaksanaan Penghamparan

Teknis pelaksanaan penghamparan lapis pondasi dimulai dari samping kiri dan kanan kebagian tengah kemudian dari tengah dihampar lurus kedepan, pekerjaan ini dilakukan dengan alat berat yaitu Motor Grader, untuk jarak penghamparan alat maksimal 50 meter. Selama proses penghamparan dan pemadatan dilaksanakan, tim surveyor akan melakukan kontrol terhadap elevasi timbunan. Gambar 2.9 dibawah ini menunjukkan proses penghamparan dengan Motor Grader



Gambar 2.9 Penghamparan Material Lapis Pondasi Bawah

2.2.3.4 Teknis Pelaksanaan Pemadatan Material

Teknis pelaksanaan pemadatan dilakukan dari bagian samping saluran ke bagian tengah sampai ke eksisting jalan lama secara perlahan-lahan dengan jumlah 12 sampai 14 lintasan. Pada pekerjaan pemadatan lapis pondasi agregat di pakai alat pemadat *Vibratory Roller* merk Hammer dengan berat 20 ton. Yang perlu di perhatikan dalam pekerjaan pemadatan yaitu penghamparan yang agak berlubang, ada bebatuan besar atau kurang rata perlu di tambahkan agregat material secara manual agar mendapat hasil yang padat dan merata. Pelaksanaannya dapat dilihat pada Gambar 2.10 dibawah ini.



Gambar 2.10 Pemadatan Lapis Pondasi Bawah

Setelah pekerjaan pemadatan dengan lintasan 7-8 kali lalu material disiram dengan air secara merata sepanjang 600 meter dengan menggunakan *Dump Truck* berisikan air dalam tangki sebanyak 32,63 liter (asumsi perbandingan dari kadar air material 5 % dari kuari dan kadar air optimum lab 8,347). Kemudian disiram menggunakan alkon. Untuk control pada sepanjang penyiraman air harus benar-benar terbagi rata dari awal penyiraman sampai akhir air harus benar-benar habis, apabila masih tersisah artinya kecepatan dari *Dump Truck* tersebut terlalu cepat maka disampaikan kepada operator bahwa kecepatan dikurangi sebaliknya apabila sampai ketitik akhir penyiraman air didalam *Truck* habis artinya kecepatan terlalu lambat. Proses penyiraman dapat dilihat pada Gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.11 Penyiraman Lapis Pondasi Bawah

Setelah air merata di permukaan agregat yang sudah di padatkan kemudian agregat lapis pondasi di padatkan lagi dengan *vibratory roller* sampai jumlah lintasan mencapai 14 kali lintasan secara merata dan padat kemudian dikontrol dengan alat ukur Waterpass apakah ketebalan padat pertama sudah sesuai. Penyiraman air ini berfungsi untuk mempermuda material dipadatkan dan karena rongga-rongga antara agregat akan terpadatkan dengan sendirinya dan saling mengunci sehingga tidak ada rongga udara di dalamnya. Pemadatan kembali dapat dilihat pada Gambar 2.12 dibawah ini.



Gambar 2.12 Pemadatan Kembali Setelah Penyiraman.

2.2.3.5 Penentuan Kepadatan Lapangan (*Uji Sand Cone Test*)

Test *Sand Cone* ini dilakukan untuk mengetahui kepadatan di lapangan dengan cara pengukuran volume lubang yang dipadatkan secara langsung. Pengujian dilakukan pada ruas kiri *Stationing* (STA) 1+550 sampai 2+200, untuk titik pengujian dilakukan perstationing.

1) Alat-Alat yang dipakai pada pengujian :

- Tabung kalibrasi pasir uji
- Botol/silinder tempat pasir uji
- Kerucut yang dilengkapi dengan keran
- Pelat dasar yang berlubang
- Sekop kecil, linggis, palu, perata dan lain-lain
- Timbangan dengan ketelitian 1,0 gr (dibawa ke lapangan)
- Pasir uji (*Ottawa Sand*)
- cawan untuk penentuan kadar air.

2) Dari kalibrasi di Laboratorium didapat :

- Berat pasir didalam corong dan plat adalah 1741
- Berat isi pasir adalah 1,520

3) Prosedur pengujian di lapangan :

- Bersihkan lokasi yang akan dilakukan pengujian selebar pelat dasar.
- Tentukan titik-titik pengujian, kemudian letakkan pelat dasar di atasnya.
- Buat lubang dengan diameter sebesar lubang pada pelat dasar dengan kedalaman kurang lebih sama dengan diameter lubang. pengambilan sampel uji dapat dilihat pada Gambar 2.13 dibawah ini.



Gambar 2.13 Pengambilan sampel uji.

- Material hasil galian dikumpulkan seluruhnya, kemudian dimasukkan kedalam pan, lalu timbang. penimbangan sampel dapat dilihat pada Gambar 2.14 dibawah ini.



Gambar 2.14 Penimbangan Sampel uji.

- Siapkan botol/silinder yang telah berisi pasir uji sebanyak $\pm \frac{2}{3}$ tinggi, lalu timbang berat sebelum diuji. penimbangan botol silinder dapat dilihat pada Gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2.15 Penimbangan silinder sebelum pengujian.

- Letakkan botol/silinder tepat di atas lubang, kemudian buka keran.
- Setelah lubang dan kerucut penuh dengan pasir uji, pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.16 dibawah ini.



Gambar 2.16 Peletakan tabung kelubang uji.

- Tutup keran lalu angkat dan timbang tabung setelah diuji. Lihat pada Gambar 2.17 dibawah ini.



Gambar 2.17 Penimbangan Silinder Setelah Pengujian.

- Kembalikan pasir uji yang terisi dalam lubang ke tempat semula. pengembalian pasir uji dari lubang kedalam tabung dapat dilihat pada Gambar 2.18 dibawah ini.



Gambar 2.18 Pengembalian Pasir Uji kedalam Tabung.

- Ambil material sebagian untuk pengujian kadar air dilapangan, lalu timbang berat pan dan berat material basah, kemudian material disiram dengan sapritus lalu dibakar, setelah itu ditimbang material kering pelaksanaannya dapat dilihat pada Gambar 2.19 dibawah ini.



Gambar 2.19 Material dibakar untuk menentukan Kadar Air

2.2.3.6 DATA TEST KEPADATAN LAPANGAN (Dengan Kerucut Pasir AASHTO T-191)

Pekerjaan : Pelebaran Jalan Tumpaan -Lopana
 Kontraktor : PT.Brantas Abipraya-PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO)
 Benda Uji : Lapis Pondasi Bawah
 Konsultan : PT.Indec Internusa (JO)
 Tanggal : 30 maret 2016

Tabel 2.6 Hasil Pengujian STA 1+650 sampai 1+800

N O	URAIAN PENGUJIAN	SATUAN	STATIONING		
			1+650	1+700	1+800
1	Berat pasir sebelum Diuji	gr	8671	8391	8018
2	Berat pasir sesudah Diuji	gr	3872	3425	2731
3	Berat pasir terpakai (2-1)	gr	4799	4966	5287
4	Berat pasir dalam kerucut dan plat	gr	1741	1741	1741
5	Berat pasir dalam lubang (3-4)	gr	3058	3225	3546
6	Berat isi pasir	gr/cc	1,520	1,520	1,520
7	Isi/volume lubang (5/6)	cc	2011,8	2121,7	2332,9

8	Berat material basah + cawan	gr	4365	4549	5023
9	Berat cawan	gr	244	244	244
10	Berat material basah (8-9)	gr	4121	4305	4779
11	Kepadatan basah (10/7)	gr/cc	2,048	2,029	2,049
12	Kepadatan kering (11/((100+22)x100)	gr/cc	1,918	1,887	1,901
13	Kadar air optimum (lab)	%	8,347	8,347	8,347
14	Kepadatan maximum (lab)	gr/cc	1,878	1,878	1,878
15	Presentase kepadatan kering maksimum(12/14x100)	%	102,1	100,5	101,2
	KADAR AIR				
16	Berat material basah + cawan	gr	432	487	439
17	Berat material kering + cawan	gr	420	470	425
18	Berat air (16-17)	gr	244	244	244
19	Berat cawan	gr	12	17	14
20	Berat material kering (17-18)	gr	176	226	181
21	Kadar air (18/20x 100)	%	6,82	7,52	7,73

Pekerjaan : Pelebaran Jalan Tumpaan -Lopana
 Kontraktor : PT.Brantas Abipraya-PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO)
 Benda Uji : Lapis Pondasi Bawah
 Konsultan : PT.Indec Internusa (JO)
 Tanggal : 30 maret 2016

Tabel 2.7 Hasil Pengujian STA 1+850 sampai 1+950

N O	URAIAN PENGUJIAN	SATUAN	STATIONING		
			1+850	1+900	1+950
1	Berat pasir sebelum Diuji	gr	7653	7746	7360
2	Berat pasir sesudah Diuji	gr	3127	2907	3131
3	Berat pasir terpakai (2-1)	gr	4526	4839	4229
4	Berat pasir dalam kerucut dan plat	gr	1741	1741	1741
5	Berat pasir dalam lubang (3-4)	gr	2785	3098	2488
6	Berat isi pasir	gr/cc	1,520	1,520	1,520
7	Isi/volume lubang (5/6)	cc	1832,2	2038,2	1636,8
8	Berat material basah + cawan	gr	4053	4342	3567
9	Berat cawan	gr	244	244	244
10	Berat material basah (8-9)	gr	3809,0	4098,0	3323,0
11	Kepadatan basah (10/7)	gr/cc	2,079	2,011	2,030
12	Kepadatan kering (11/(100+22)x100)	gr/cc	1,925	1,880	1,903
13	Kadar air optimum (lab)	%	8,347	8,347	8,347
14	Kepadatan maximum (lab)	gr/cc	1,878	1,878	1,878
15	Presentase kepadatan kering maksimum(12/14x100)	%	102,5	100,1	101,3
	KADAR AIR				
16	Berat material basah + cawan	gr	433	429	452
17	Berat material kering + cawan	gr	419	417	439
18	Berat air (16-17)	gr	244	244	244
19	Berat cawan	gr	14	12	13
20	Berat material kering (17-18)	gr	175	173	195
21	Kadar air (18/20x 100)	%	8,00	6,94	6,67

Pekerjaan : Pelebaran Jalan Tumpaan -Lopana
 Kontraktor : PT.Brantas Abipraya-PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO)
 Benda Uji : Lapis Pondasi Bawah
 Konsultan : PT.Indec Internusa (JO)
 Tanggal : 18 juni 2016

Tabel 2.8 Hasil Pengujian STA 2+050 sampai 2+200

N O	URAIAN PENGUJIAN	SATUAN	STATIONING		
			2+200	2+150	2+050
1	Berat pasir sebelum Diuji	gr	7537	7275	7040
2	Berat pasir sesudah Diuji	gr	2684	2858	2477
3	Berat pasir terpakai (2-1)	gr	4853	4417	4563
4	Berat pasir dalam kerucut dan plat	gr	1547	1547	1547
5	Berat pasir dalam lubang (3-4)	gr	3306	2870	3016
6	Berat isi pasir	gr/cc	1,370	1,370	1,370
7	Isi/volume lubang (5/6)	cc	2413,1	2094,9	2201,5
8	Berat material basah + cawan	gr	4977	4323	4715
9	Berat cawan	gr	244	244	244
10	Berat material basah (8-9)	gr	4733	4079	4471
11	Kepadatan basah (10/7)	gr/cc	1,961	1,947	2,031
12	Kepadatan kering (11/(100+22)x100)	gr/cc	1,815	1,817	1,890
13	Kadar air optimum (lab)	%	8,347	8,347	8,347
14	Kepadatan maximum (lab)	gr/cc	1,878	1,878	1,878
15	Presentase kepadatan kering maksimum(12/14x100)	%	96,6	96,8	100,6
	KADAR AIR				
16	Berat material basah + cawan	gr	391	379	359
17	Berat material kering + cawan	gr	380	370	351
18	Berat air (16-17)	gr	244	244	244
19	Berat cawan	gr	11	9	8
20	Berat material kering (17-18)	gr	136	126	107
21	Kadar air (18/20x 100)	%	8,1	7,1	7,5

Pekerjaan : Pelebaran Jalan Tumpaan -Lopana
 Kontraktor : PT.Brantas Abipraya-PT.Cahaya Abadi Lestari (KSO)
 Benda Uji : Lapis Pondasi Bawah
 Konsultan : PT.Indec Internusa (JO)
 Tanggal : 18 juni 2016

Tabel 2.9 Hasil Pengujian STA 2+050 sampai 2+200

N O	URAIAN PENGUJIAN	SATUAN	STATIONING		
			2+200	1+550	1+600
1	Berat pasir sebelum Diuji	gr	7940	7574	7392
2	Berat pasir sesudah Diuji	gr	3394	3431	3402
3	Berat pasir terpakai (2-1)	gr	4546	4143	3990
4	Berat pasir dalam kerucut dan plat	gr	1547	1547	1647
5	Berat pasir dalam lubang (3-4)	gr	2999	2596	2443
6	Berat isi pasir	gr/cc	1,370	1,370	1,370
7	Isi/volume lubang (5/6)	cc	2189,1	1894,9	1783,2
8	Berat material basah + cawan	gr	4668	3996	3865
9	Berat cawan	gr	244	244	244
10	Berat material basah (8-9)	gr	4424,0	3752,0	3621,0
11	Kepadatan basah (10/7)	gr/cc	2,021	1,980	2,031
12	Kepadatan kering (11/(100+22)x100)	gr/cc	1,901	1,835	1,919
13	Kadar air optimum (lab)	%	8,347	8,347	8,347
14	Kepadatan maximum (lab)	gr/cc	1,878	1,878	1,878
15	Presentase kepadatan kering maksimum(12/14x100)	%	101,2	97,7	102,2
	KADAR AIR				
16	Berat material basah + cawan	gr	362	367	371
17	Berat material kering + cawan	gr	355	348	364
18	Berat air (16-17)	gr	244	244	244
19	Berat cawan	gr	7	9	7
20	Berat material kering (17-18)	gr	111	114	120
21	Kadar air (18/20x 100)	%	6,3	7,9	5,8

Rangkuman Hasil Pengujian Sand Cone Lapis Pondasi Agregat Kelas B

Tabel 2.10 Rangkuman Hasil perhitungan kepadatan Maksimum LPB

No	Tanggal Test	STA	Kadar Air	Kadar Air Optimum	Berat Isi		Kepadatan	
					Lapangan	Laboran	Hasil	Spec
1	30/03-2016	1+650	6,82	8,347	1,918	1,878	102,11	100 %
2	30/03-2016	1+700	7,52	8,347	1,887	1,878	100,48	100 %
3	30/03-2016	1+800	7,73	8,347	1,901	1,878	101,25	100 %
4	30/03-2016	1+850	8,00	8,347	1,925	1,878	102,50	100 %
5	30/03-2016	1+900	6,94	8,347	1,880	1,878	100,12	100 %
6	30/03-2016	1+950	6,67	8,347	1,903	1,878	101,34	100 %

No	Tanggal Test	STA	Kadar Air	Kadar Air Optimum	Berat Isi		Kepadatan	
					Lapangan	Laboran	Hasil	Spec
1	18/06-2016	2+200	8,09	8,348	1,815	1,878	96,62	Compact
2	18/06-2016	2+150	7,14	8,348	1,817	1,878	96,77	Compact
3	18/06-2016	2+050	7,48	8,348	1,890	1,878	100,62	100 %
4	18/06-2016	2+000	6,31	8,348	1,901	1,878	101,62	100 %
5	18/06-2016	1+550	7,89	8,348	1,835	1,878	97,72	Compact
6	18/06-2016	1+600	5,83	8,348	1,919	1,878	102,17	100 %

Dilihat dari perhitungan antara γ_d (berat isi kering) kerucut pasir dilapangan dengan γ_{d-max} hasil percobaan pemadatan di laboratorium, dengan mengambil nilai kepadatan paling sedikit 100 % dari kepadatan kering maksimum modifikasi (*modified*) seperti yang ditentukan oleh SNI 1743 : 2008, metode D. Bahwa pada ruas kiri sesuai dengan titik pengujian stationing, maka didapat titik yang masih belum memenuhi syarat Spesifikasi yaitu pada STA 2+200, 2+150 dan 1+650 ; maka pada titik-titik tersebut harus dicontrol kembali pelaksanaan pemadatannya, kebutuhan air, berat alat pemadat dan jumlah lintasan diperbanyak.