

TUGAS AKHIR
STUDI KASUS
KERUSAKAN STRUKTUR JALAN SEPANJANG JALAN
KARANG NONGKO - NAGUNG, WATES,
KABUPATEN KULON PROGO



Disusun Oleh :

Nama : Agus Sofan
No. Mhs. : 91 310 086
Nirm. : 91 0051013114120 092

Nama : Wiji Utomo
No. Mhs. : 91 310 040
Nirm. : 91 0051013114120 038

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1997

TUGAS AKHIR
STUDI KASUS
KERUSAKAN STRUKTUR JALAN SEPANJANG JALAN
KARANG NONGKO - NAGUNG, WATES,
KABUPATEN KULON PROGO

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

Nama : Agus Sofan
No. Mhs. : 91 310 086
Nirm. : 91 0051013114120 092

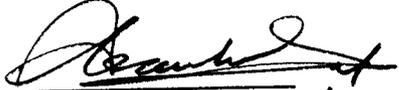
Nama : Wiji Utomo
No. Mhs. : 91 310 040
Nirm. : 91 0051013114120 038

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, Msc
Dosen Pembimbing I

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 23-4-'97


Tanggal : 23-04-'97

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat taufik dan hidayahnya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa, khususnya pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, guna melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Strata I (S I). Tugas Akhir ini disusun berdasarkan penelitian di lapangan yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian di laboratorium berdasarkan studi pustaka dari literatur yang terkait.

Sesuai dengan obyek penelitian, maka tugas akhir ini diberi judul “ **Studi Kasus Kerusakan Struktur Jalan Sepanjang Jalan Karang Nongko - Nagung, Wates Kabupaten Kulon Progo** “.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penyusun sudah berusaha semaksimal mungkin untuk menyempurnakannya, namun karena keterbatasan kemampuan penyusun sendiri maka di sana sini masih banyak adanya kekurangan. Untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan.

Selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, banyak sekali bantuan dan petunjuk-petunjuk yang bermanfaat dari berbagai pihak, untuk itu penyusun mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MSc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. H. Balya Umar, MSC, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
5. Bapak Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi disiplin ilmu Teknik Sipil, serta dapat digunakan sebagai bahan bacaan bagi rekan-rekan yang membutuhkan.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Januari 1997

Penyusun,

Agus dan Wiji

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Umum	1
1.2. Latar Belakang	2
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pengertian Umum Lapis Perkerasan Jalan	6
2.2. Jenis dan Fungsi Lapis Struktur Perkerasan Jalan	6
2.2.3. Lapis Permukaan (Surface Course)	7
2.2.4. Lapis Pondasi Atas (Base Course)	7
2.2.5. Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course)	8
2.2.6. Tanah Dasar (Subgrade)	8
2.7. Kerusakan-kerusakan yang Sering Terjadi pada Lapis Perkerasan	8

2.8. Jenis-jenis Kerusakan dan Penyebabnya	9
2.9. Parameter Perencanaan Tebal Lapis Struktur Perkerasan	14
2.5.10. Fungsi Jalan	14
2.5.11. Kinerja Perkerasan Jalan (Pavement Performance)	15
2.5.12. Umur Rencana	16
2.5.13. Lalu Lintas	17
2.5.4.14. Volume Lalu Lintas	17
2.5.4.2. Angka Ekuivalen Beban Sumbu (E)	19
2.5.4.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	19
2.5.4.4. Lintas Ekuivalen	20
2.5.15. Sifat Tanah Dasar	22
2.5.16. Kondisi Lingkungan	22
2.5.6.1. Air dan Tanah Dasar	23
2.5.6.2. Perubahan Temperatur	23
BAB III LANDASAN TEORI	24
3.1. Persyaratan Bahan Perkerasan	24
3.1.2. Stabilitas	24
3.1.3. Fleksibilitas	25
3.1.4. Keawetan (Durability)	25
3.1.5. Kekesatan (Skid Resistance)	26
3.1.6. Ketahanan Terhadap Kelelahan (Fatigue Resistance)	26
3.2. Daya Dukung Tanah Dasar	27
3.2.7. CBR Lapangan	27

3.2.8. CBR Lapangan Rendaman	28
3.2.9. CBR Rencana Titik	28
3.10. Klasifikasi Tanah Dasar Sistem Unified	29
3.11. Metode Analisa Komponen SKBI-23.26.1987 UDC: 625-73(02)	31
3.12. Pelapisan Tambahan	38
BAB IV HIPOTESIS	39
BAB V METODE PENELITIAN	40
5.1. Pengumpulan Data	40
5.2. Pengambilan Sampel	40
5.3. Pengujian Sampel	41
5.3.4. Pemeriksaan Ekstraksi Aspal	41
5.3.5. Analisa Saringan	42
5.3.6. Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan Proctor Standard Test	43
5.3.7. Pemeriksaan Kepadatan Tanah Lapangan (Sand Cone)	45
5.3.8. Pemeriksaan CBR Lapangan dengan Dynamic Cone Penetrometer	47
5.3.9. Pemeriksaan Batas Cair Tanah	48
5.3.10. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah	49
5.3.11. Analisa Saringan No. 200	50
5.3.12. Pemeriksaan Berat Jenis Bulk Agregat Kasar	51
5.4. Analisa Data	52
BAB VI HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS	54
6.1. Ekstraksi	54
6.2. Analisa Saringan	55

6.3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Analisa Saringan No. 4	57
6.4. Pengujian Kepadatan (Standard Proctor)	57
6.5. Sand Cone Lapis Pondasi Bawah	60
6.6. CBR Lapangan dengan DCP (Dynamic Cone Penetrometer)	60
6.7. Pemeriksaan Batas Cair Tanah	61
6.8. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar	62
6.9. Klasifikasi Tanah Dasar	63
6.10. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (Pelapisan Tambahan/Overlay)	
dengan Metode Analisa Komponen 1987	64
6.10.11. Data Perencanaan	64
6.10.12. Angka Ekuivalen (E)	66
6.10.13. Faktor Distribusi Kendaraan (C)	66
6.10.14. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)	66
6.10.15. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)	67
6.10.16. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)	67
6.10.17. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)	67
6.10.18. Mencari Indek Tebal Perkerasan (ITP)	67
6.10.19. Menetapkan Tebal Lapis Tambahan	68
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	69
7.1. Kesimpulan	69
7.2. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Indek Permukaan	15
Tabel 2.2. Kondisi Permukaan Jalan	16
Tabel 2.3. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan	21
Tabel 2.4. Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	22
Tabel 3.1. Sistem Kasifikasi Unified	30
Tabel 3.2. Indek Permukaan pada Akhir Umur Rencana	33
Tabel 3.3. Tebal Minimum Lapis Permukaan	34
Tabel 3.4. Tebal Minimum Lapis Pondasi	35
Tabel 3.5. Koefisien Kekuatan Relatif (a)	36
Tabel 3.6. Faktor Regional	37
Tabel 6.1. Hasil Uji Ekstraksi Aspal	54
Tabel 6.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Setelah diekstraksi	55
Tabel 6.3. Prosentase Degradasi Agregat	56
Tabel 6.4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	56
Tabel 6.5. Hasil Analisa Saringan No. 4	56
Tabel 6.6. Hasil Penenitian Proctor Standard Test untuk Lapis Pondasi Bawah	57
Tabel 6.7. Hasil Penenitian Proctor Standard Test untuk Tanah Dasar	58
Tabel 6.8. Hasil Pemeriksaan Sand Cone Lapis Pondasi Bawah	59
Tabel 6.9. Perhitungan Harga CBR dengan DCP.....	59
Tabel 6.10. Hasil Penelitian Batas Cair Tanah Dasar.....	61

Tabel 6.11. Hasil Penelitian Batas Plastis Tanah Dasar	61
Tabel 6.12. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan No. 200	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian	53
Gambar 6.1. Hubungan Kadar Air dengan Kepadatan Tanah Lapis Pondasi Bawah	57
Gambar 6.2. Hubungan Kadar Air dengan Kepadatan Tanah Dasar	58
Gambar 6.3. Cara Penentuan CBR	60
Gambar 6.4. Hubungan Jumlah Ketukan dengan Kadar Air (W)	61



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Ekstraksi Aspal sta. 4 + 000 L
- Lampiran 2 Ekstraksi Aspal sta. 4 + 000 R
- Lampiran 3 Ekstraksi Aspal sta. 3 + 350 L
- Lampiran 4 Ekstraksi Aspal sta. 3 + 350 R
- Lampiran 5 Ekstraksi Aspal sta. 2 + 300 L
- Lampiran 6 Ekstraksi Aspal sta. 2 + 300 R
- Lampiran 7 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Analisa Saringan No. 4
- Lampiran 8 Percobaan Pematatan Standard untuk Lapis Pondasi
- Lampiran 9 Percobaan Pematatan Standard untuk Tandah Dasar
- Lampiran 10 Pemeriksaan Kepadatan Lapangan dengan Sand Cone sta. 4 + 000 dan
sta. 3 + 350
- Lampiran 11 Pemeriksaan Kepadatan Lapangan dengan Sand Cone sta. 2 + 300
- Lampiran 12 Scala Dynamic Cone Penetrometer Test
- Lampiran 13 Scala Dynamic Cone Penetrometer Test
- Lampiran 14 Pemeriksaan Batas Cair Tanah Dasar
- Lampiran 15 Pemeriksaan Core Drill
- Lampiran 16 Distribusi Beban Sumbu dari Berbagai Jenis Kendaraan
- Lampiran 17 Grafik Koreksi Kepadatan Tanah

INTISARI

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat penting yang tidak dapat dipisahkan dari aktivitas hidup manusia sehari-hari, apalagi bila dilihat dari peran jalan sebagai urat nadi kehidupan ekonomi masyarakat. Peningkatan taraf hidup masyarakat sangat berpengaruh terhadap sarana transportasi, seiring dengan mobilisasi manusia, pendistribusian barang dan pengembangan suatu wilayah. Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalan yang digunakan sebagai tempat lalu lintas kendaraan sehingga harus dirancang agar dapat mendukung beban kendaraan, tanpa terjadi kerusakan-kerusakan pada perkerasan jalan selama umur yang direncanakan. Namun kenyataan yang ada menunjukkan bahwa banyak perkerasan jalan mengalami kerusakan sebelum masa layannya habis, seperti yang terjadi di sepanjang jalan Karang Nongko - Nagung, Wates, Kulon Progo, yang mana telah terjadi retak-retak pada bagian pinggir jalan yang kemungkinan disebabkan adanya penyusutan tanah dan kurang kuatnya sokongan samping.

Studi kasus ini berusaha mengungkap apa yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan tersebut dengan mengumpulkan data yang ada pada dinas terkait dan melakukan serangkaian penelitian baik secara langsung di lapangan maupun di laboratorium jalan raya FTSP UII, seperti : pengujian CBR dengan DCP, pengujian sand cone, core drill, ekstraksi aspal, analisa saringan, uji proctor standar, batas cair, batas plastis, berat jenis bulk dan klasifikasi tanah dasar.

Hasil dari penelitian tersebut diperoleh kadar aspal ekstraksi sebesar 4,442 % dan gradasi agregat tidak sesuai dengan spesifikasi. Pada lapis pondasi bawah diperoleh kepadatan kering maksimum 1,696 gr/cc pada kadar air 14,25 % dan derajat kepadatan lapangan rata-rata 100,812 %, kemudian pada tanah dasar diperoleh kepadatan kering maksimum 1,370 gr/cc serta batas plastis dan batas cair masing-masing sebesar 33,994 % dan 54,200 %. Tanah dasar juga mempunyai harga CBR sebesar 5,96 %.

Dari hasil studi kasus ini, disimpulkan bahwa penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Karang Nongko - Nagung adalah penggunaan aspal di bawah kadar aspal optimum yang disyaratkan (6,70 %) dan terjadinya pengausan (abrasi) agregat kasar.

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الدراسات والبحوث

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Pembangunan nasional bertujuan untuk mewujudkan masyarakat adil dan makmur yang merata berdasarkan Pancasila dan Undang - Undang Dasar 1945 dalam wadah negara kesatuan Republik Indonesia. Untuk pencapaian tujuan tersebut, pemerintah melalui GBHN memberi petunjuk dan arah pembangunan yang meliputi berbagai sektor pembangunan dengan penekanan pada bidang ekonomi sebagai penggerak utama pembangunan yang saling terkait dan terpadu dengan pembangunan di bidang lainnya. Bidang ekonomi sendiri didukung oleh beberapa sub sektor yang salah satunya adalah sub sektor transportasi.

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat penting dan tidak dapat dipisahkan dari aktifitas hidup manusia sehari-hari, apalagi jika dilihat dari peran jalan sebagai urat nadi kehidupan ekonomi masyarakat. Peningkatan taraf hidup masyarakat sangat berpengaruh terhadap aktifitasnya, sehingga kebutuhan akan jalan sebagai sarana transportasi juga meningkat seiring dengan mobilisasi manusia maupun pendistribusian barang dan pengembangan suatu wilayah.

Inilah tantangan buat kita untuk dapat memenuhi semua kebutuhan tersebut tanpa mengesampingkan kebutuhan-kebutuhan yang lain. Perencanaan jalan raya mempunyai maksud dan tujuan sebagai berikut (Fachrurrozi,1991):

1. memperlancar dan mempermudah hubungan distribusi, hubungan antar sesama manusia dari daerah satu ke daerah lainnya,

2. mempercepat distribusi barang dan jasa serta transportasi barang ke tempat pemasaran,
3. meningkatkan pendapatan masyarakat dan pemerintah sehubungan dengan lancarnya konsumen yang datang dan mencari hasil produksi setempat,
4. meningkatkan keamanan dan stabilitas nasional.

Kaitannya dengan maksud dan tujuan tersebut di atas, maka peningkatan pelayanan lalu lintas menjadi sangat penting, yaitu dengan langkah-langkah :

1. peningkatan kapasitas jalan, mencakup pelebaran, perbaikan lapisan struktur perkerasan dan meningkatkan kelas jalan yang dapat memberikan pelayanan selama umur rencana,
2. menekan biaya transportasi, yaitu dengan memperbaiki jaringan jalan dan standarnya sehingga waktu perjalanan dapat dipersingkat dan biaya operasional kendaraan (BOK) dapat ditekan.

Usaha penyediaan prasarana jalan raya tersebut tidak akan lepas dari pengetahuan yang baik tentang komponen-komponen jalan raya yang penting seperti salah satunya adalah perkerasan jalan. Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalan yang digunakan sebagai tempat lalu lintas kendaraan. Oleh karena itu perkerasan harus direncanakan agar dapat mendukung beban kendaraan secara berulang selama masa layan.

1.2. Latar Belakang

Masalah kerusakan jalan raya dari waktu ke waktu semakin marak dibicarakan dalam kaitannya dengan pelayanannya selama umur rencana, yaitu banyaknya jalan yang

mengalami kerusakan sebelum masa pelayanannya berakhir. Hal ini karena untuk mengadakan perbaikan, tidak sedikit biaya yang dikeluarkan.

Guna memberikan rasa aman dan nyaman bagi pemakai jalan, maka struktur perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut ini.

1. Syarat berlalu lintas

Struktur perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas harus memenuhi persyaratan :

- a. permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang,
- b. permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah terdeformasi,
- c. permukaan cukup kasar, sehingga memberikan gesekan yang baik antara roda dengan permukaan jalan,
- d. permukaan tidak mengkilat dan tidak silau jika terkena sinar matahari.

2. Syarat-syarat struktural

Struktur perkerasan lentur dipandang dari kemampuannya memikul beban dan menyebarkan beban lalu lintas harus :

- a. cukup tebal sehingga mampu menyebarkan lalu lintas ke tanah dasar,
- b. kedap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya,
- c. permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat mudah dialirkan,
- d. kekuatan dalam memikul beban tanpa adanya deformasi yang berarti.

Sistem transportasi nasional yang andal dan berkemampuan tinggi yang diselenggarakan secara terpadu, tertib, aman, nyaman dan efisien selalu diusahakan oleh instansi-instansi yang terkait, terbukti dengan banyak dibangunnya jalan bebas

hambatan, jalan layang, jalan lingkar dan jalan-jalan lainnya. Namun dengan naiknya aktifitas ekonomi berakibat meningkatnya volume lalu lintas pada suatu ruas jalan. Hal ini terlihat pada pertumbuhan lalu lintas dari tahun ke tahun menunjukkan angka yang cukup tajam yang secara tidak langsung akan menambah beban dan repetisi beban pada suatu struktur perkerasan, ditambah lagi kurang sadarnya para pemakai jalan yang mengangkut muatan kendaraan melebihi beban yang diijinkan.

Inilah salah satu penyebab timbulnya kerusakan pada struktur perkerasan yang tentunya banyak sekali faktor-faktor penyebab lainnya, seperti faktor perencanaan teknik terutama perancangan struktur perkerasan yang kurang tepat dan kurang memperhatikan faktor pertumbuhan lalu lintas dengan baik serta faktor-faktor lainnya yang secara tidak langsung menyebabkan timbulnya kerusakan-kerusakan tersebut, seperti sifat dan jenis tanah dasar, air dan drainase.

Pengembangan kota Wates yang cukup pesat sebagai pusat perdagangan tidak bisa lepas dari prasarana jalan yang menghubungkan kota Wates dengan daerah-daerah di sekitarnya. Masyarakat disekitar Wates sebagian besar menggantungkan hidupnya dari hasil-hasil pertanian dan perdagangan. Hal inilah yang menjadikan jalan dengan kualitas baik sebagai suatu kebutuhan yang cukup penting.

Jalan Karang Nongko-Nagung yang menghubungkan daerah-daerah disekitarnya dari tahun ke tahun semakin ramai seiring dengan semakin tingginya aktifitas dan tingkat perekonomian masyarakat, apalagi dengan adanya pembangunan fisik di sepanjang jalan tersebut seperti gedung-gedung sekolah, perkantoran, rumah dan pertokoan menjadikan meningkatnya beban dan repetisi beban pada perkerasan jalan tersebut, sehingga kerusakan-kerusakan struktur perkerasan jalan akan semakin cepat.

Jalan Karang Nongko-Nagung menggunakan sistem perkerasan lentur (fleksible pavement) yang saat ini dalam kondisi rusak, walaupun menurut informasi dari dinas terkait bahwa beberapa bulan yang lalu jalan tersebut baru saja dilapis ulang (overlay). Inilah yang menarik untuk dicari penyebabnya sehingga diperoleh solusi yang baik untuk mengatasi kerusakan tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan jalan ditinjau dari :

- a. beban lalu lintasnya,
- b. keadaan struktur perkerasannya,
- c. sifat dan jenis tanah dasarnya.

1.4. Manfaat Penelitian

Setelah diketahui penyebab terjadinya kerusakan maka diharapkan diperoleh solusi-solusi dan atau tindakan-tindakan yang tepat untuk mengatasinya.

1.5. Batasan Penulisan.

Guna memperjelas lingkup permasalahan dan untuk memudahkan dalam menganalisis, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi :

- a. pemeriksaan tanah dasar (subgrade),
- b. pemeriksaan lapis perkerasan.
- c. lalu lintas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Umum Lapis Perkerasan Jalan

Tanah saja biasanya tidak cukup kuat dan tahan menahan deformasi akibat beban roda berulang, untuk itu perlu adanya lapis tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari badan jalan. Lapis tambahan ini dibuat dari bahan khusus yang mempunyai kualitas lebih baik yang selanjutnya disebut dengan lapis perkerasan atau perkerasan (pavement). Mengingat besarnya volume pekerjaan jalan, maka pada umumnya diinginkan konstruksi yang murah, baik yang berkaitan dengan bahan maupun biaya pelaksanaan namun masih dapat memenuhi kebutuhan lalu lintasnya. Umumnya perkerasan jalan terdiri atas beberapa lapis dengan kualitas bahan semakin ke atas semakin baik.

Perkerasan jalan dikelompokkan menjadi perkerasan lentur (fleksible pavement) dan perkerasan kaku (rigid pavement), dan perkembangan yang ada menunjukkan adanya berbagai jenis perkerasan seperti perkerasan beton prestress, perkerasan cakar ayam, perkerasan con block dan lain-lain (Suprpto TM, 1991).

2.2. Jenis dan Fungsi Lapis Struktur Perkerasan.

Perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan yang masing-masing mempunyai karakteristik dan fungsi tersendiri yang berkaitan dengan penerimaan dan penyebaran beban lalu lintas.

1. lapis pendukung bagi lapis permukaan,
2. pemikul beban horisontal dan beban vertikal, dan
3. lapis peresapan bagi lapis pondasi bawah.

2.2.3. Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar yang berfungsi sebagai :

1. penyebar beban roda,
2. lapis peresapan,
3. lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi, dan
4. lapis pertama pada pembuatan struktur perkerasan.

2.2.4. Tanah Dasar (Subgrade)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, galian maupun timbunan yang dipadatkan dan merupakan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

2.3. Kerusakan-Kerusakan yang Sering Terjadi pada Lapis Perkerasan.

Seperti pada umumnya bangunan sipil yang melayani beban hidup, jalan raya juga akan mengalami penurunan kemampuan pelayanan strukturalnya, yaitu sejak jalan itu dibuka untuk melayani lalu lintas sampai jalan mencapai kondisi yang tidak mantap. Penurunan kemampuan ini dipengaruhi oleh sifat-sifat konstruksi perkerasan disatu fihak dan perkembangan lalu lintas di fihak lain.

Kerusakan pada struktur perkerasan menurut Silvia Sukirman dapat disebabkan oleh :

1. lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban,

2. air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase yang jelek dan naiknya air akibat sifat kapilaritas,
3. material struktur perkerasan, dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri dan atau dapat pula karena sistim pengolahan bahan yang kurang baik,
4. iklim, Indonesia beriklim tropis yang suhu udara dan curah hujannya umumnya tinggi yang dapat merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan,
5. kondisi tanah dasar yang labil, kemungkinan disebabkan oleh sistim pelaksanaan yang kurang baik dan atau sifat tanah dasarnya yang jelek,
6. proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik.

2.4. Jenis-Jenis Kerusakan dan Penyebabnya

Menurut Manual Pemeliharaan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan seperti berikut ini.

1. Retak (cracking), terjadi pada lapisan permukaan jalan dan dapat dibedakan menjadi sebagai berikut ini.
 - a. Retak halus (hair cracking); lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm yang disebabkan oleh penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan yang kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis perkerasan.
 - b. Retak kulit buaya (alligator cracks), lebar celah lebih besar dari 3 mm yang saling berantai membentuk rangkaian kotak-kotak kecil menyerupai kulit buaya. Penyebab kerusakan ini adalah penggunaan bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan yang kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air

(air tanah naik). Retak ini juga bisa diakibatkan oleh pengembangan dari retak halus yang tidak segera diperbaiki. Retak kulit buaya ini tidak luas, dan jika daerah retak ini luas, mungkin disebabkan oleh adanya repetisi beban yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut.

- c. Retak pinggir (edge crack), retak memanjang jalan dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu jalan dan terletak dekat bahu. Retak ini terjadi karena tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainasi yang kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya penurunan tanah di bawah daerah tersebut dan bisa juga diakibatkan oleh adanya akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan,
- d. Retak sambungan lajur (lane joint crack), retak memanjang, yang terjadi pada sambungan dua lajur lalu lintas, yang disebabkan tidak baiknya ikatan sambungan kedua lajur.
- e. Retak sambungan pelebaran jalan (widening crack), retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran yang disebabkan oleh adanya perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan di bagian jalan lama, atau akibat ikatan sambungan yang kurang baik.
- f. Retak refleksi (reflection crack), retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak; terjadi pada lapis tambahan (overlay) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya, karena retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum dilakukan pekerjaan "overlay". Retak refleksi ini dapat juga diakibatkan oleh terjadinya gerakan vertikal/horisontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansif.

- g. Retak susut (*shrinkage crack*), retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dan membentuk sudut tajam. Retak ini disebabkan oleh perubahan volume pada lapis permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.
- h. Retak selip (*slippage crack*), retak yang bentuknya melengkung menyerupai bulan sabit. Retak ini disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dengan lapis di bawahnya yang dikarenakan adanya debu, minyak, air, atau benda non adhesif lainnya, atau juga dikarenakan tidak diberikannya *tack coat* diantara kedua lapisan tersebut. Retak selip pun dapat terjadi karena terlalu banyak pasir dalam campuran lapis permukaan atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan.

2. Perubahan bentuk (*distortion*)

Perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang baik pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat adanya beban lalu lintas. Distorsi ini dapat dibedakan menjadi beberapa jenis seperti berikut ini.

- a. Alur (*ruts*), terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang dapat menimbulkan retak-retak sehingga mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas. Campuran aspal dengan stabilitas rendah juga dapat menimbulkan deformasi plastis.

- b. Keriting (corrugation), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, banyak menggunakan agregat halus dan bulat serta berpermukaan licin, atau aspal yang digunakan mempunyai penetrasi tinggi. Keriting juga terjadi karena jalan digunakan sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasannya menggunakan aspal cair).
- c. Sungkur (shoving), deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam dan tikungan tajam. Kerusakan ini dapat terjadi dengan atau tanpa retak. Penyebabnya sama dengan kerusakan keriting.
- d. Amblas (grade depression), terjadi setempat dengan atau tanpa retak yang dapat dideteksi dengan adanya genangan air yang dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang dapat menimbulkan lobang. Penyebab amblas adalah adanya beban kendaraan yang melebihi beban rencana, pelaksanaan yang kurang baik atau penurunan tanah dasar.
- e. Jembul (upheaval), terjadi setempat dengan atau tanpa retak yang terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar yang ekspansif.
3. Cacat permukaan (desintegration)

Cacat ini mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Cacat permukaan ini dapat dibedakan menjadi beberapa macam sebagai berikut ini.

- a. Lubang (potholes), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapisan permukaan yang menyebabkan semakin parahnyanya kerusakan jalan. Lubang dapat terjadi akibat :

1. campuran material lapis permukaan jelek, seperti : kadar aspal rendah, agregat kotor dan tidak baik, dan suhu campuran tidak memenuhi syarat,
 2. lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca,
 3. sistem drainasi jelek, sehingga air banyak meresap dan mengumpul dalam lapisan perkerasan, dan
 4. retak-retak yang tidak segera ditangani, sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil,
 - b. Pelepasan butir (raveling), dapat terjadi secara meluas yang disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang,
 - c. Pengelupasan lapisan permukaan (stripping), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan.
4. Pengausan (polished aggregate)
- Permukaan jalan yang licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang digunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk kubikal.
5. Kegemukan (bleeding)
- Permukaan jalan menjadi licin dan pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan terjadi jejak roda. Bleeding dapat disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran, pemakaian aspal yang terlalu banyak pada pekerjaan prime coat dan tack coat.

6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas (utility cut depression)

Penurunan yang terjadi disepanjang bekas penanaman utilitas yang dikarenakan pemadatan yang tidak memenuhi syarat.

2.5. Parameter Perencanaan Tebal Lapis Struktur Perkerasan

Lapis perkerasan jalan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada struktur jalan tersebut, dengan demikian memberikan kenyamanan bagi pengemudi selama masa pelayanan .

2.5.1. Fungsi Jalan

Sesuai Undang-Undang tentang jalan no. 13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah no. 26 tahun 1985, sistim jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan :

1. sistem jaringan jalan primer, adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota,
2. sitem jaringan jalan sekunder, adalah sistem jaringan jalan dengan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota, sehingga disusun mengikuti tata ruang kota.

Menurut Bina Marga, fungsi jalan dapat dibedakan atas :

- a. jalan arteri, yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien,
- b. jalan kolektor, yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi,
- c. jalan lokal, yaitu jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.5.2. Kinerja Perkerasan Jalan (Pavement Performance)

Kinerja perkerasan jalan meliputi 3 hal yaitu :

- a. keamanan, yang ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan, sehingga besarnya gaya gesek dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan dan kondisi cuaca,
- b. wujud perkerasan, yaitu kondisi fisik dari jalan tersebut seperti retak-retak, amblas, alur, gelombang dan sebagainya,
- c. fungsi pelayanan (functional performance), sehubungan dengan bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan bagi pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi jalan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan mengemudi (riding quality).

Kinerja perkerasan dinyatakan dengan :

- a. indeks pelayanan/serviceability index, yang pertama kali diperkenalkan oleh AASHTO yang di dapat dari pengamatan kondisi jalan selama umur rencana. Indeks permukaan bervariasi dari angka 0 - 5, masing-masing menunjukkan fungsi pelayanannya seperti tercantum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Indeks Pelayanan

Indeks Pemukaan	Fungsi Pelayanan
4 - 5	sangat baik
3 - 4	baik
2 - 3	cukup
1 - 2	kurang
0 - 2	sangat kurang

Sumber : Guide For Design of Pavement Structures, AASHTO 1986.

- b. indeks kondisi jalan (road condition index = RCI), yaitu skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja dari jalan. Diperoleh dari pengukuran dengan alat roughometer atau secara visual.

Tabel 2.2. Kondisi Permukaan Jalan

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visuil
8 - 10	sangat rata dan teratur
7 - 8	sangat baik, umumnya rata
6 - 7	baik
5 - 6	cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang tetapi permukaan jalan tidak rata
4 - 5	jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 - 4	rusak , bergelombang, banyak lubang
2 - 3	rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4 WD jeep

Sumber : Guide For Design of Pavement Structures, AASHTO 1986.

2.5.3. Umur Rencana

Umur rencana adalah waktu dalam tahun yang dihitung sejak dibukanya jalan tersebut sampai saat diperlukannya perbaikan lagi atau telah dianggap perlu untuk memberikan lapis permukaan baru agar jalan tersebut tetap berfungsi dengan baik sebagaimana direncanakan, (Bina Marga, 1974). Umur rencana untuk perkerasan lentur pada jalan baru umumnya diambil 10 tahun sedang untuk peningkatan jalan diambil 5 tahun.

Umur rencana yang lebih besar dari 10 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar mendapat ketelitian yang memadai. Jalan, untuk dapat melayani lalu lintas sampai umur rencana harus diadakan pemeliharaan dan perawatan yang teratur dan terencana.

2.5.4. Lalu Lintas.

Jumlah beban yang dipikul oleh suatu lapis perkerasan sangat ditentukan oleh besar kecilnya arus lalu lintas pada suatu ruas jalan, untuk itu ketebalan lapis perkerasan juga harus disesuaikan dengan beban lalu lintas yang akan dilayaninya selama masa layan.

Menurut Bina Marga, 1974 besarnya arus lalu lintas dapat dianalisa berdasarkan atas :

1. kenyataan hasil perhitungan lalu lintas (traffic counts) yang dicatat oleh pos-pos resmi setempat serta komposisi beban as berdasarkan data terakhir dari pos-pos jembatan timbang,
2. kemungkinan pengembangan lalu lintas sesuai dengan kondisi dan potensi sosial ekonomi daerah yang bersangkutan serta daerah-daerah lain yang berpengaruh terhadap jalan tersebut, sehingga dugaan atas perkembangan lalu lintas serta sifat-sifat khususnya dapat dipertanggungjawabkan,
3. pertimbangan adanya perancangan jangka panjang (long range planning) terhadap pola lalu lintas di jalan yang direncanakan. Data tersebut dapat diperoleh dari dinas-dinas perancang baik di tingkat daerah maupun pusat (nasional).

Hal-hal yang berkaitan dengan lalu lintas yang harus diperhatikan antara lain : volume lalu lintas, angka ekivalen beban sumbu, faktor pertumbuhan lalu lintas, dan lintas ekivalen.

2.5.4.1. Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas. Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu. Untuk perencanaan tebal lapis perkerasan,

volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tanpa median dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan 1 arah atau 2 arah dengan median.

Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada di sekitar lokasi namun jika tidak terdapat pos-pos rutine di sekitar lokasi atau untuk pengecekan data, maka perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan secara manual pada tempat-tempat yang dianggap perlu. Perhitungan dapat dilakukan selama 3 x 24 jam atau 3 x 16 jam secara terus menerus. Dengan memperhatikan faktor hari, bulan dan musim, dapat diperoleh data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang representatif

Di Indonesia pos-pos rutin tersebut dibagi atas 3 kelas (Silvia Sukirman, 1992), yaitu :

- a. kelas A, terletak pada ruas jalan lalu lintas padat di mana perhitungannya dilakukan secara otomatis terus menerus selama 5 tahun, juga perhitungan secara manual (tenaga manusia), selama 7 x 24 jam yang dilakukan setiap hari ke 52,
- b. kelas B, terletak pada ruas jalan dengan lalu lintas sedang, perhitungannya secara manual selama 7 x 24 jam dilakukan setiap hari ke 52,
- c. kelas c, terletak pada ruas jalan dengan lalu lintas rendah, perhitungannya dilakukan secara manual selama 1 x 24 jam dilakukan setiap hari ke 52.

Dari pos-pos rutin tersebut diperoleh data sebagai berikut : LHR rata-rata, komposisi arus lalu lintas dari berbagai kelompok jenis kendaraan dan distribusi arah.

2.5.4.2. Angka Ekuivalen Beban Sumbu (E)

Angka ekuivalen adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan, terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standard (SAL) seberat 8,16 ton (18.000 lbs),(Bina Marga, 1987).

Oleh karena keaneka ragaman kendaraan dengan ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu yang bervariasi, maka angka ekuivalen dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan.

Pengelompokkan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. mobil penumpang, termasuk semua kendaraan dengan berat total ≤ 2 ton ,
2. bus,
3. truk 2 as,
4. truk 3 as,
5. truk 5 as,
6. semi trailer.

Masing-masing kelompok tersebut mempunyai distribusi beban sumbu yang berlainan, yang prosentasenya bergantung pada letak titik berat kendaraan tersebut (lampiran 16).

2.5.4.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun. Hal ini perlu diketahui karena dalam perencanaan selalu memperhitungkan volume lalu lintas pada tahun yang akan datang sesuai dengan umur jalan yang direncanakan. Pertumbuhan lalu lintas terdiri atas (Fachrurrozi,1991) :

1. pertumbuhan lalu lintas normal, yaitu penambahan volume lalu lintas dikarenakan bertambahnya kendaraan di jalan raya,
2. lalu lintas bangkitan, yaitu naiknya volume lalu lintas disebabkan dibukanya jalan baru, dan
3. perkembangan lalu lintas yang diakibatkan oleh adanya perbaikan lingkungan dan perkembangan daerah yang terus menerus setelah dibuatnya jalan baru.

2.5.4.4. Lintas Ekuivalen

Kerusakan struktur perkerasan jalan raya pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air dibagian perkerasan jalan dan repetisi beban lalu lintas. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar yang dikenal dengan lintas ekuivalen. Menurut Bina Marga, lintas ekuivalen ini terdiri dari :

1. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), yaitu jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18 kips) pada lajur rencana yang diperkirakan terjadi pada awal umur rencana,
2. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), yaitu jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18 kips) pada lajur rencana yang diperkirakan terjadi pada akhir umur rencana,
3. Lintas Ekuivalen Tengah (LET), yaitu jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18 kips) pada lajur rencana yang diperkirakan terjadi pada pertengahan umur rencana,
4. Lintas Ekuivalen Rencana (LER), yaitu suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintasan sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18 kips) pada lajur rencana.

Lintas ekivalen ini merupakan beban bagi perkerasan jalan yang hanya diperhitungkan untuk satu lajur yaitu lajur tersibuk (lajur dengan volume tertinggi). Lajur ini disebut lajur rencana. Jalan raya yang mempunyai dua lajur dua jalur, lajur rencana adalah salah satu lajur dengan volume kendaraan berat terbanyak, sedangkan pada jalan raya berlajur banyak, lajur rencana biasanya adalah lajur sebelah tepi dengan lalu lintas yang lebih lambat dan padat.

Menurut Bina Marga, jika ruas jalan tersebut tidak mempunyai batas lajur maka jumlah lajur ditentukan berdasarkan Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur (n)
$L < 5,5 \text{ m}$	1 lajur
$5,5 \text{ m} \leq L < 8,25 \text{ m}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 lajur

Sumber : Metode Analisa Komponen, (Bina Marga 1987).

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat pada lajur rencana ditentukan menurut Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Koefisien Distribusi Kendaraan (C).

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan *)		Kendaraan Berat **)	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

*) berat total < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, mobil hantaran,

***) berat total \geq 5 ton, misalnya bus, truck, traktor, semi trailer, trailer.

Sumber : Metoda Analisa Komponen, (Bina Marga 1987).

2.5.5. Sifat Tanah Dasar

Tingkat kerusakan struktur jalan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan dari lapis perkerasan tetapi juga oleh tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, dan kondisi drainase. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi akan mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya dukung lebih tinggi dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah. Tingkat kepadatan dinyatakan dengan berat volume kering (γ_d) terhadap berat volume kering maksimal ($\gamma_{d \text{ maks}}$). Kepadatan tanah dapat diketahui melalui uji Proctor sesuai dengan AASHTO T180- 74 atau PB-0112-76 sehingga diperoleh hubungan antara kepadatan kering maksimal ($\gamma_{d \text{ maks}}$) dengan kadar air optimum ($W_{\text{opt.}}$).

2.5.6. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap lapis perkerasan jalan dan tanah dasar. Hal ini karena berpengaruh terhadap sifat teknis struktur perkerasan dan sifat teknis material/bahan, pelapukan bahan dan penurunan tingkat kenyamanan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi struktur perkerasan jalan adalah air yang berasal dari air hujan dan perubahan temperatur akibat perubahan cuaca.

2.5.6.1. Air dan Tanah Dasar

Adanya aliran air disekitar badan jalan dapat mengakibatkan rembesan air ke badan jalan sehingga terjadi :

1. ikatan antar butir agregat dan aspal lepas, sehingga lapis perkerasan tidak kedap air dan rusak, dan
2. perubahan kadar air berpengaruh terhadap daya dukung tanah dasar.

Aliran air di sekitar lapis perkerasan berasal dari :

1. seepage/rembesan dari tempat yang lebih tinggi di sekitar struktur perkerasan terutama pada badan jalan tanah galian,
2. fluktuasi ketinggian muka air tanah,
3. masuknya air (infiltrasi) melalui permukaan perkerasan atau bahu jalan, dan
4. rembesan dari tempat basah ke tempat yang lebih kering.

2.5.6.2. Perubahan Temperatur

Perubahan temperatur yang mencolok terjadi pada pergantian musim penghujan ke musim kemarau atau pergantian siang dan malam.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Persyaratan Bahan Perkerasan

Agar didapatkan lapis perkerasan yang kuat, awet, aman dan nyaman maka struktur perkerasan jalan harus mempunyai karakteristik tertentu. Karakteristik dari permukaan jalan sangat bergantung pada bahan susunnya, khususnya perilaku aspal jika telah berada dalam campurannya. Syarat- syarat yang harus dipenuhi oleh campuran dapat diuraikan seperti berikut ini.

3.1.1. Stabilitas

Stabilitas adalah ketahanan lapis perkerasan untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Stabilitas tidak selalu identik dengan daya dukung lapis perkerasan. Ada beberapa variabel yang berkaitan terhadap stabilitas lapis perkerasan antara lain adalah gesekan, kohesi dan adhesi serta inersia. Friction (gaya gesek) tergantung pada tekstur permukaan, gradasi agregat, bentuk batuan, kerapatan campuran dan kualitas dari aspal. Hal ini kemudian dikombinasikan dengan gesekan dan kemampuan saling mengikat antar agregat dalam campuran. Adhesi merupakan daya lekat dari masing-masing partikel bahan perkerasan tersebut terhadap aspal dan nilai kohesi tercermin melalui sifat kekerasannya, sedang nilai kohesi campurannya sangat bergantung dari gradasi agregat dan daya adhesi aspal. Nilai inersia merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan perpindahan tempat (resistance to displacement) yang mungkin terjadi akibat dari beban lalu lintas baik karena besarnya beban maupun jangka waktu pembebanannya.

yang mungkin terjadi akibat dari beban lalu lintas baik karena besarnya beban maupun jangka waktu pembebanannya.

Memaksimalkan nilai stabilitas dapat berarti menurunkan nilai fleksibilitas/kelenturan (flow), karena dengan memakai gradasi yang rapat (menerus) dan saling mengunci maka nilai struktural perkerasan tersebut akan menjadi sangat kaku (tidak flexible). Perkerasan dengan stabilitas tinggi (kaku) juga tidak baik, karena ia akan getas (brittle) terutama pada bagian bawah lapis perkerasan tatkala memikul beban lalu lintas, untuk itu ada pembatasan nilai stabilitas (kriteria marshall).

3.1.2. Flexibilitas

Flexibilitas dapat diartikan dengan kelenturan, yaitu kemampuan struktur perkerasan untuk melentur secara berulang tanpa terjadi pecah. Nilai flexibilitas dapat dicapai dengan menggunakan agregat bergradasi timpang (gap graded) atau bisa digunakan agregat bergradasi terbuka (open graded) dengan kadar aspal tinggi. Hal ini karena pada gradasi terbuka maupun gradasi timpang terdapat rongga antar butiran yang lebih banyak yang dapat terisi aspal, sehingga selimut aspal akan lebih tebal dan perkerasan akan lebih lentur.

3.1.3. Keawetan (Durability)

Durabilitas adalah ketahanan lapis keras terhadap cuaca dan keausan akibat beban lalu lintas, karena sifat aspal dapat berubah karena oksidasi dan perubahan campuran terhadap air. Pada umumnya durabilitas yang baik untuk campuran perkerasan dilaksanakan dengan memberikan kadar aspal yang tinggi, gradasi batuan yang baik dan campuran yang tidak permeabel. Dipandang dari jumlah aspal yang

(cracking). Pertimbangan ini mengingat lebar jalan yang sempit sehingga memungkinkan jejak roda hanya lewat pada tempat yang sama.

3.2. Daya Dukung Tanah Dasar.

Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur jalan raya dinyatakan dengan nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi contoh tanah dasar dengan bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Bahan standar yang digunakan adalah batu pecah dengan beban 3000 lbs pada penetrasi 0,1” dan 4500 lbs pada penetrasi 0,2”.

Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas : CBR lapangan, CBR lapangan rendaman (undisturb soaked CBR) dan CBR rencana titik (CBR laboratorium).

3.2.1. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR in place atau “field” CBR. Cara ini digunakan untuk :

a. mendapatkan nilai CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah dasar saat itu.

Umumnya digunakan untuk perancangan tebal lapis perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Dilakukan pada kadar air tanah tinggi atau keadaan terburuk yang mungkin terjadi,

- b. mengontrol apakah kekerasan bahan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan.

Pemeriksaan ini tidak umum digunakan karena lebih efektif menggunakan sand cone.

3.2.2. CBR Lapangan Rendaman (Undisturb Soaked CBR)

Gunanya untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (swell) yang maksimum. Pemeriksaan dilakukan pada kondisi tanah dasar dalam keadaan jenuh air. Hal ini sering digunakan pada tanah dasar yang tidak dapat dipadatkan lagi, terletak pada badan jalan yang sering terendam air pada saat musim hujan dan kering pada musim kemarau.

Pemeriksaan dengan mengambil contoh tanah dalam mold yang ditekan masuk ke dalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Mold berisi contoh tanah dikeluarkan dan direndam kurang lebih 4 hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangan tak lagi terjadi, barulah dilaksanakan pemeriksaan CBR.

3.2.3. CBR Rencana Titik/CBR Laboratorium

Nilai CBR ini diperoleh dari contoh tanah yang dibuatkan mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan. CBR inilah yang sering dipakai dalam perencanaan lapis perkerasan lentur jalan. CBR laboratorium dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

- a. CBR laboratorium rendaman (soaked design CBR),
- b. CBR laboratorium tanpa rendaman (unsoaked design CBR).

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan pada penggunaan CBR rencana antara lain :

- a. pada perencanaan jalan baru yang tanah dasarnya merupakan tanah galian maka dalam perencanaannya menggunakan CBR yang diperoleh secara empiris dari contoh tanah yang diambil menggunakan bor tanah,
- b. pada perencanaan jalan baru yang tanah dasarnya merupakan tanah timbunan maka dalam perencanaannya menggunakan CBR dari contoh tanah bakal tanah timbunan (borrow material),
- c. pada lokasi rencana jalan dengan curah hujan tinggi, perhatian terhadap drainasi harus ditingkatkan,
- d. banyak data dan ketelitian data yang diperoleh sangat mempengaruhi hasil perencanaan,
- e. pada segmen di daerah dengan nilai CBR bervariasi maka harga yang mewakili adalah harga pada prosentase 90 %.

3.3. Klasifikasi Tanah Sistem Unified

Sistem ini diperkenalkan oleh Cassagrande pada tahun 1942 yang memperhitungkan gradasi ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Sistem Unified mengklasifikasikan tanah menjadi dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, yaitu tanah yang lebih besar dari 50 % tertahan saringan no. 200. Simbol dari kelompok ini adalah S (Sand) dan G (Gravel),
2. Tanah berbutir halus, yaitu tanah yang 50 % atau lebih lolos saringan no. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M (Silt), C (Clay Anorganik) dan O (Clay Organik & Silt Organik).

Tabel 3.1. Sistem klasifikasi Unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Umum
Tanah berbutir kasar lebih dari 50 % butiran tertahan pada ayakan no. 200	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos ayakan no. 4	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
	Kerikil dengan butiran halus		Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
Tanah berbutir kasar lebih dari 50 % atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan no. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	GM	Kerikil berlanau campuran kerikil-pasir-lanau
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	Pasir dengan butiran halus	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		SP	Pasir bergradasi buruk, dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
Tanah berbutir halus 50 % atau lebih lolos ayakan no. 200	Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50 % atau kurang	SM	Pasir berlanau, campuran pasir lanau
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50 %	ML	Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (<i>lean clays</i>)
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)	
	OH	Lempung anorganik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
		PT	Peat (gambut), muck dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi

Sumber : Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik, Braja M. Das 1988.

3.4. Metode Analisa Komponen SKBI - 23.26.1987 UDC : 625.73(02)

Metode Analisa Komponen SKBI - 23.26.1987 UDC : 625.73(02) merupakan metoda yang bersumber dari metode AASHTO '72 dan dimodifikasi sesuai dengan jalan Indonesia dan merupakan penyempurnaan dari Buku Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya No. 01/PD/B/1983. Dengan demikian rumus dasar metode ini diambil dari rumus dasar AASHTO '72 yang telah direvisi, dengan memperhatikan parameter-parameter seperti berikut ini.

1. Jumlah lajur dan koefisien distribusi kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salahsatu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak mempunyai tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan menurut Tabel 2.3 dan koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut Tabel 2.4.

2. Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekivalen

a. Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah untuk jalan tanpa median atau masing-masing arah untuk jalan dengan median.

b. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP), dihitung sejak jalan tersebut dibuka (awal umur rencana) dengan rumus :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$$

catatan : j = jenis kendaraan

c. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), dihitung dengan rumus :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

catatan : i = perkembangan lalu lintas

j = jenis lalu lintas

d. Lintas Ekuivalen Tengah (LET), dihitung dengan menggunakan rumus :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

e. Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dihitung dengan rumus :

$$LER = LET \times FP$$

Faktor penyesuaian (FP) ditentukan dengan rumus :

$$FP = UR / 10$$

3. Angka Ekuivalen

Menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

$$\text{Angka Ekuivalen}_{\text{Sumbu Tunggal}} = 1 \times \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu Tunggal (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4$$

$$\text{Angka Ekuivalen}_{\text{Sumbu Ganda}} = 0,086 \times \left[\frac{\text{Beban Satu Sumbu Ganda (kg)}}{8160 \text{ kg}} \right]^4$$

4. Indeks Permukaan

Menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sehubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun nilai indeks permukaan beserta artinya dapat dilihat di bawah ini :

IP = 1,0 adalah menyatakan permukaan jalan yang rusak berat,

IP = 1,5 adalah menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih memungkinkan (jalan tidak terputus),

IP = 2,0 adalah menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap,

IP = 2,5 adalah menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.

Dalam menentukan IP pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER) seperti tersebut dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Indeks Permukaan pada akhir umur rencana.

LER = Lintas Ekuivalen Rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	-
10 - 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	-
100 - 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 - 2,5	-
> 1000	-	2,0 - 2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekuivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Sumber : Metoda Analisa Komponen, Bina Marga 1987.

Catatan : Pada proyek pemunjang jalan, JAPAT/Jalan murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

5. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Merupakan fungsi dari daya dukung tanah, faktor regional, umur rencana dan indeks permukaan. ITP dapat dicari dengan nomogram yang dikorelasikan dengan nilai daya dukung tanah, LER dan FR serta dipengaruhi oleh indeks permukaan (IP).

Nilai ITP dapat dicari dengan rumus :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

Keterangan : a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = tebal masing-masing perkerasan (cm)

Angka-angka 1, 2, 3, berarti lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah.

Persyaratan tebal masing-masing lapisan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.3. Tebal Minimum Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	-	lapis pelindung, BURAS, BURTU/BURDA
3,00-6,70	5	LAPEN/Aspal Makadam, HRA, ASBUTON, LASTON
6,71-7,49	7,5	LAPEN/Aspal Makadam, HRA, ASBUTON, LASTON
7,50-9,99	7,5	ASBUTON, LASTON
> 10,00	10,0	LASTON

Sumber : Metoda Analisa Komponen, Bina Marga, 1987

Tabel 3.4. Tebal Minimum Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, Stabilisasi tanah dengan semen, Stabilisasi tanah dengan kapur
3,00-7,49	20*)	Batu pecah, Stabilisasi tanah dengan semen, Stabilisasi tanah dengan kapur
	10	Laston atas
7,50-9,99	20	Batu pecah, Stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam
	15	Laston atas
10 - 12,14	20	Batu pecah, Stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi makadam, lapen, laston atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, Stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, Pondasi makadam, Lapen, Laston atas

*) Batas 20 cm tersebut bisa diturunkan menjadi 15 cm jika untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

Sumber : Metode Analisa Komponen, Bina Marga, 1987.

Untuk setiap ITP bila digunakan pondasi bawah tebal minimumnya adalah 10 cm.

6. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR.

Daya dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. ditentukan harga CBR terendah,
- b. ditentukan berapa harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR,
- c. jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, sedangkan jumlah yang lainnya merupakan prosentase dari 100 %,

d. dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi

e. nilai CBR rata-rata didapat dari angka prosentase 90 %.

Daya dukung tanah dasar ditetapkan berdasarkan nomogram yang dikorelasikan terhadap nilai CBR rata-rata.

7. Koefisien kekuatan relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif ditentukan oleh nilai hasil uji Marshall (kg) (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (kg/cm^2) (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (%) (untuk bahan pondasi atau pondasi bawah). Nilai koefisien relatif untuk masing-masing bahan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Koefisien Kekuatan Relatif (a).

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS(kg)	Kt(kg/cm^2)	CBR(%)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
0,31	-	-	590	-	-	Lasbutag
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal makadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	Stab. tanah dengan kapur
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)

Tabel 3.5 (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/Pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/Pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/Pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung kepasiran

Sumber : Manual Analisis Komponen, Bina Marga, 1987

8. Faktor regional.

Faktor regional yaitu faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan suatu tempat.

Di Indonesia perbedaan kondisi lingkungan yang dipertimbangkan meliputi :

- a. kondisi lapangan, yaitu tingkat permeabilitas tanah dasar, perlengkapan drainasi, bentuk alinyemen serta prosentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton dan kendaraan berhenti,
- b. iklim, mencakup curah hujan rata-rata pertahun.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Faktor Regional.

	Kelandaian I ($< 60\%$)		Kelandaian II ($6 - 10\%$)		Kelandaian III ($> 10\%$)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0-1,5	1,0	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0-2,5	2,0	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : Manual Analisis Komponen, Bina Marga, 1987.

3.5. Pelapisan Tambahan

Perhitungan pada pelapisan tambahan (overlay), kondisi perkerasan jalan lama (existing pavement) dinilai sesuai daftar di bawah ini.

Daftar 3.1. Nilai Kondisi Perkerasan Jalan

1. Lapis permukaan	
Umumnya retak-retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda	90 - 100 %
Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda tapi masih tetap stabil	70 - 90 %
Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 - 70 %
Retak banyak, demikian juga deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidak stabilan	30 - 50 %
2. Lapis Pondasi :	
a. Pondasi aspal beton atau penetrasi macadam.	
Umumnya tidak retak	90 - 100 %
Terlihat retak halus namun masih stabil	70 - 90 %
Retak sedang pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan	50 - 70 %
Retak banyak, menunjukkan ketidakstabilan	30 - 50 %
b. Stabilisasi tanah dengan semen atau kapur:	
Indeks plastis ≤ 10	70 - 100 %
c. Pondasi Macadam atau batu pecah :	
Indek plastis ≤ 6	80 - 100 %
3. Lapis pondasi bawah.	
Indek plastis ≤ 6	90 - 100 %
Indek plastis > 6	70 - 90 %

Sumber : Perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponen, Bina Marga, 1987.

BAB IV HIPOTESIS

ementara pada penelitian kerusakan struktur jalan sepanjang jalan Karang
- Nagung di Kabupaten Kulon Progo adalah retak-retak yang dikarenakan
a penyusutan tanah dan atau kurang kuatnya sokongan samping pada jalan
ebut.



BAB V

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dimulai dengan peninjauan lokasi, pengambilan data sekunder di Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kulon Progo dan sampel lapangan, kemudian dianalisis sehingga diperoleh kesimpulan tentang penyebab kerusakan jalan Karang Nongko - Nagung, Wates Kabupaten Kulon Progo beserta cara penanggulangannya. Guna memperjelas langkah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.1. bagan alir penelitian.

5.1. Pengumpulan Data

Data merupakan faktor yang berpengaruh dan sangat diperlukan untuk menentukan dan memilih jenis pekerjaan untuk mengevaluasi kerusakan struktur jalan. Adanya data yang lengkap dan akurat akan memudahkan dalam menganalisa kerusakan struktur jalan sepanjang ruas jalan Karang Nongko - Nagung, Wates Kabupaten Kulon Progo. Oleh karena itu pada penelitian ini, data-data yang diperlukan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kulon Progo dan Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

5.2. Pengambilan Sampel

Sampel diperoleh dari lapangan yaitu pada ruas jalan tersebut yang berupa tanah dasar dan material perkerasan jalan. Material perkerasan jalan diambil dengan alat Core Drill, sedangkan tanah dasar diambil dari sisi perkerasan jalan.

5.3. Pengujian Sampel

Pengujian dilakukan dilokasi subyek penelitian dan di laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Pengujian sampel yang dilakukan di lokasi penelitian antara lain :

- a. Pemeriksaan CBR Lapangan dengan Dinamic Cone Penetrometer (DCP),
- b. Pemeriksaan kepadatan lapangan dengan Sand Cone.

Sedangkan pengujian yang dikerjakan di laboratorium antara lain :

- a. Pemeriksaan Ekstraksi Aspal,
- b. Pemeriksaan Analisa Saringan,
- c. Pemeriksaan kepadatan dengan Uji Proctor,
- d. Pemeriksaan CBR (California Bearing Rasio),
- e. Pemeriksaan Batas Cair Tanah,
- f. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah,
- g. Pemeriksaan Berat Jenis Bulk agregat kasar.

5.3.1. Pemeriksaan Ekstraksi Aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan.

A. Alat yang digunakan

1. Mesin ekstraktor lengkap dengan peralatannya.
2. Kertas filter.
3. Timbangan.
4. Loyang.

B. Benda Uji

Benda uji berasal dari hasil Core Drill dan bensin secukupnya.

C. Jalannya Percobaan

1. Benda uji (campuran aspal hasil core drill) dipanaskan dalam oven dengan suhu 110° C.
2. Sampel sebanyak yang diperlukan, ditimbang.
3. Bowl ekstraktor ditimbang, kemudian sampel dimasukkan ke dalam bowl yang sudah ditimbang dan bowl di pasang ke dalam alat ekstraktor.
4. Bensin sebanyak 750 ml dimasukkan ke dalam bowl sampai semua benda uji terendam, kemudian didiamkan selama 10 menit, dan diputar sampai bensin yang ada di bowl ekstraktor keluar semua.
5. Pekerjaan (4) di atas diulangi sampai bensin yang keluar dari ekstraktor warnanya jernih.
6. Sampel dikeluarkan dari bowl ekstraktor kemudian dipindahkan ke dalam loyang dan dikeringkan dengan oven, begitu pula dengan kertas filternya.
7. Setelah kering kemudian sampel beserta kertas filternya ditimbang.

5.3.2. Analisa Saringan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat kasar dengan menggunakan saringan.

A. Alat yang digunakan

1. Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram,
2. Satu set saringan yang sesuai dengan data perencanaan, yaitu ;
3. Mesin pengguncang saringan,
4. Loyang, kuas, sikat, sendok dan alat lainnya

B. Benda uji

Benda uji didapat dari hasil ekstraksi masing-masing sampel.

C. Jalannya percobaan

1. Diambil benda uji dari hasil ekstraksi masing-masing sampel.
2. Saringan disusun sesuai dengan urutan nomornya dan dibersihkan.
3. Benda uji dituang ke saringan yang paling atas dan saringan tersebut ditutup.
4. Kemudian diguncangkan dengan mesin pengguncang selama 15 menit.
5. Benda uji yang tertahan pada masing-masing saringan di ambil dan kemudian ditimbang.
6. Pekerjaan di atas diulangi untuk benda uji yang lain.

5.3.3. Pemeriksaan Kepadatan Tanah dengan Proctor Standard Test

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah di labpratorium.

A. Alat yang digunakan

1. Mold dengan diameter 4 inchi.
2. Penumbuk standar.

3. Extruder.
4. Timbangan.
5. Pisau perata.
6. Saringan no. 4.
7. Satu set alat untuk mencari kadar air.
8. Perlengkapan pencampur tanah.

B. Benda Uji

1. Disiapkan tanah yang telah dikeringkan kemudian dihancurkan gumpalannya dengan palu kayu di atas loyang.
2. Tanah yang sudah dihancurkan kemudian diayak dengan saringan no. 4.
3. Dipisahkan 6 buah sampel tanah masing-masing seberat 2 kg dan 2 buah sampel masing-masing seberat 2,5 kg, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik.
4. Tanah bagian pertama dimasukkan ke dalam loyang dan ditambahkan air 200 ml. Diaduk sampai rata lalu dimasukkan ke dalam plastik dan diikat. Selanjutnya tanah bagian kedua ditambah air 260 ml, bagian ketiga 360 ml, keempat 460 ml, kelima 560 ml dan keenam 700 ml. Tanah tersebut disimpan selama 24 jam agar airnya campur secara merata.

C. Jalannya Percobaan

1. Mold standard ditimbang dengan timbangan ketelitian 1 gram.
2. Collar dipasang lalu dikencangkan mur penjepitnya, dan ditempatkan pada tumpuan yang kokoh.

3. Diambil salah satu sampel yang sudah dipersiapkan kemudian diisikan ke dalam mold sampai kira-kira setengah tinggi lalu ditumbuk dengan palu standard (5,5 lbs) sebanyak 25 kali pukulan secara merata, sehingga setelah memadat tanah tersebut mengisi 1/3 tinggi mold.
4. Dilakukan pekerjaan yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga sehingga lapisan yang terakhir mengisi sebagian collar.
5. Collar dilepas dan diratakan kelebihan tanah dengan pisau perata.
6. Mold ditimbang beserta tanah yang ada di dalamnya dan dicatat beratnya.
7. Contoh tanah dikeluarkan dengan menggunakan extruder lalu sebagian tanah pada bagian atas, tengah dan bawah diambil untuk dicari kadar airnya.
8. Diulangi butir (3) sampai (7) untuk sampel tanah yang lain.

5.3.4. Pemeriksaan kepadatan tanah lapangan (Sand Cone)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kepadatan lapisan tanah di lapangan dengan cara pengukuran volume lubang secara langsung.

A. Alat yang digunakan

1. Corong Sand cone
2. Botol sand cone
3. Plat logam
4. Pasir Ottawa
5. Pahat
6. Palu dan paku
7. Sendok tanah



8. Satu set alat pemeriksaan kadar air.

C. Jalannya percobaan

a. Penentuan berat pasir dalam corong :

1. Botol diisi secara pelan-pelan dengan pasir secukupnya dan ditimbang (W4).
2. Diletakkan alat dengan corong ke bawah pada plat corong pada dasar yang rata dan bersih.
3. Kran dibuka sampai pasir berhenti mengalir.
4. Kran ditutup dan alat yang berisi sisa pasir ditimbang (W5).
5. Dihitung berat pasir dalam corong (W4 - W5).

b. Penentuan berat isi tanah :

1. Botol diisi dengan pasir sampai penuh.
2. Permukaan tanah yang akan diperiksa diratakan, kemudian plat corong diletakkan pada permukaan yang telah rata tersebut dan dikokohkan dengan paku pada keempat sisinya.
3. Digali lubang sedalam lebih kurang 10 cm (tidak melampaui tebal satu hamparan padat).
4. Tanah hasil galian dimasukkan ke dalam kaleng yang tertutup yang telah diketahui beratnya (W9) dan kaleng beserta tanah galian ditimbang (W8).
5. Ditimbang alat + pasir (W6).
6. Diletakkan alat pada tempat galian dengan corong ke bawah dan kran dibuka sehingga pasir masuk ke lubang dan kran tutup setelah pasir berhenti mengalir. lalu alat dengan sisa pasir ditimbang (W7).

7. Tanah diambil sedikit dari kaleng untuk diketahui kadar airnya.

5.3.5. Pemeriksaan CBR lapangan dengan Dinamic Cone Penetrometer

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui harga CBR langsung di tempat.

A. Alat yang digunakan

Satu set peralatan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) dengan pemberat seberat 20 lbs (9,07 kg). Ujung baja berbentuk kerucut dengan luas $1/2 \text{ in}^2$ ($1,61 \text{ cm}^2$) bersudut 30° atau 60° .

B. Jalannya percobaan

1. Peralatan DCP dirangkai sehingga siap digunakan.
2. Tanah digali sampai lapisan yang dikehendaki dan diratakan seluas $15 \times 20 \text{ cm}^2$, untuk permukaan yang tidak ada perkerasan cukup dibersihkan akar rumput dan bahan organik lainnya termasuk tanah humus.
3. Alat diletakkan pada tempat yang sudah dibersihkan dan dicatat kedalaman mistar ukur sebelum pemberat dijatuhkan.
4. Pemberat dijatuhkan dari ketinggian 20 inch (50,8 cm) melalui sebuah tiang berdiameter $5/8 \text{ inch}$ (16 mm), seterusnya dicatat kedalaman yang didapat dari setiap 5 kali tumbukan.
5. Data yang didapat dikorelasikan ke dalam grafik korelasi antara DCP dan CBR lapangan.

5.3.6. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar air pada keadaan peralihan antara cair dan keadaan plastis dengan alat Cassagrande.

A. Alat yang digunakan

1. Satu set alat pemeriksaan batas cair (Cassagrande).
2. Spatel.
3. Mangkok plastik.
4. Botol air.
5. Satu set alat pemeriksaan kadar air.

B. Benda uji

Tanah yang telah dipersiapkan dan lolos saringan no. 40 (0,425 mm) sebanyak 300 gram.

C. Jalannya Percobaan

- a. Contoh tanah dimasukkan ke dalam mangkok porselin.
- b. Air ditambahkan ke dalam mangkok tersebut sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata. Pada ukuran pertama ini supaya tanah agak encer.
- c. Adukan tanah tadi dimasukkan ke dalam mangkok Cassagrande, kemudian spatel digunakan untuk meratakan dan menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam tanah. Permukaan tanah diratakan dengan permukaan mangkok Cassagrande bagian depan dan paling bawah, dan permukaan tanah harus horisontal. Apabila tanah kelebihan dapat diambil dan ditambahkan bila kurang.

kebanyakan air maka ditambah tanah kering sebaliknya kalau belum sampai lebih kurang 3 mm sudah retak-retak maka perlu ditambah air. Bila sudah mencapai keadaan plastis maka diambil lalu ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 105°C , setelah itu ditimbang lagi untuk mengetahui kadar air.

5.3.8. Analisa Saringan No. 200

Bertujuan untuk mengetahui prosentase agregat yang lolos saringan no. 200.

A. Benda Uji

Tanah dasar yang lolos saringan no. 50 sebanyak 500 gram.

B. Peralatan yang digunakan

1. Saringan no. 50 dan no.200.
2. Kuas.
3. Mesin penggetar.
4. Timbangan.

C. Jalannya percobaan

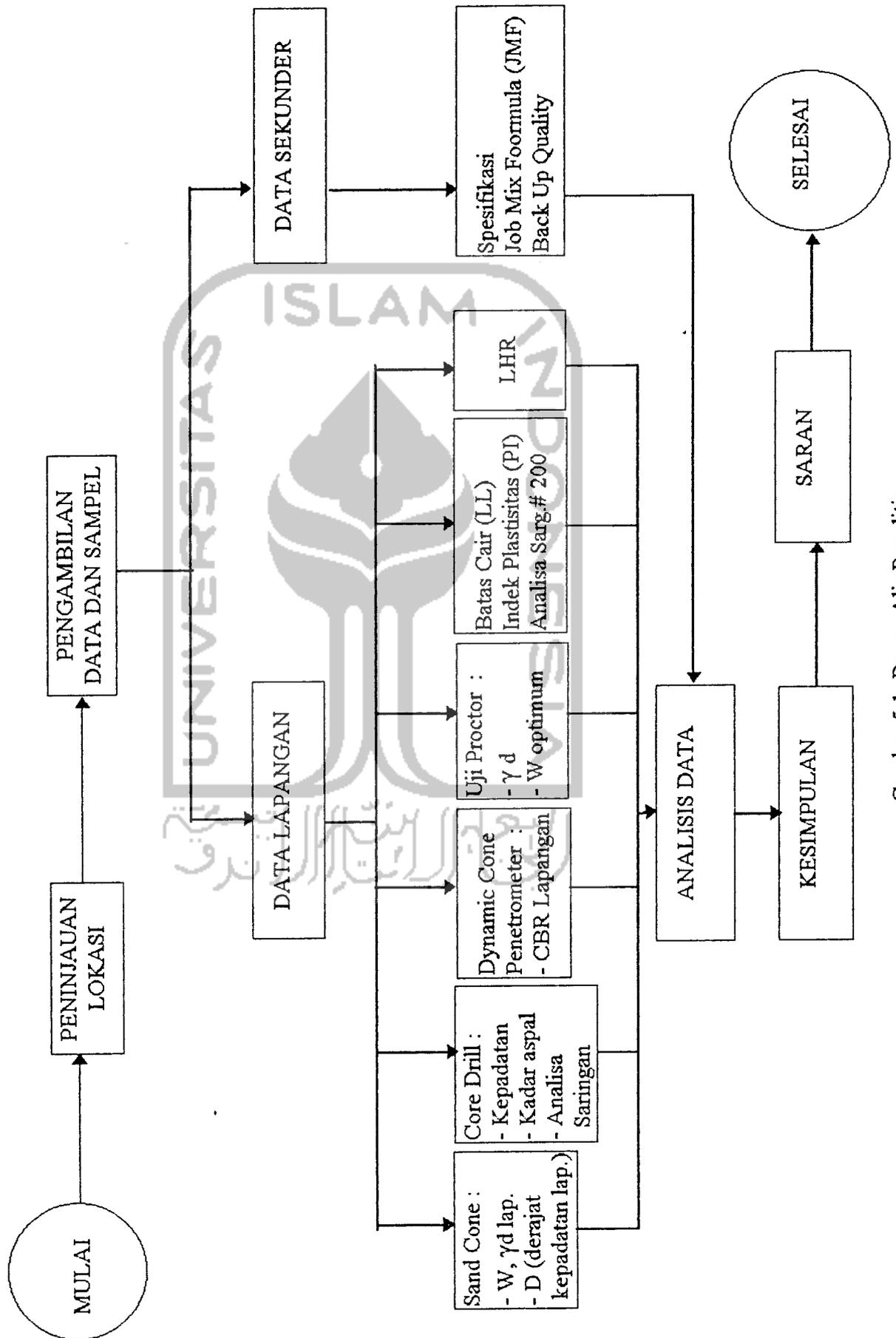
1. Tanah dasar yang lolos saringan no. 50 ditimbang sebanyak 500 gram (W1).
2. Benda uji dimasukkan ke dalam saringan no. 200 yang sudah beralaskan pan, kemudian saringan tersebut ditutup.
3. Diletakkan pada mesin penggetar, dijepit dengan mur dan digetarkan dengan mesin penggetar selama lebih kurang 15 menit.
4. Benda uji yang lolos saringan no. 200 ditimbang (W2).
5. Dihitung prosentase benda uji yang lolos saringan no. 200 dengan rumus :

f Benda uji diletakkan dalam keranjang, dan digoncangkan batunya untuk mengeluarkan udara dan ditentukan beratnya dalam air (Ba). Diukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar 25°C.

5.4. Analisis Data

Setelah data yang diperlukan cukup maka dilakukan analisis data dari masing-masing pengujian dengan cara membandingkan hasil pengujian dengan data yang ada. Kemudian dilakukan penarikan kesimpulan dan dicari jalan keluar pemecahannya.





Gambar 5.1. Bagan Alir Penelitian

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan dilapangan dan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta adalah : ekstraksi aspal, analisa saringan, pemeriksaan berat jenis agregat kasar dan analisa saringan no. 4, pengujian kepadatan (standar proctor), sand cone lapis pondasi bawah, CBR lapangan dengan DCP, pemeriksaan batas cair tanah, pemeriksaan batas plastis tanah, klasifikasi tanah dasar, dan perencanaan perkuatan jalan lama (pelapisan tambahan) dengan metoda analisa komponen 1987.

6.1. Ekstraksi

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1 - 6) diperoleh data kadar aspal material perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Hasil uji ekstraksi aspal

No	Stasiun	Kadar Aspal (%)	
		Hasil Penelitian	Spesifikasi (JMF)
1	2 + 300 R	3,755	6,700
2	2 + 300 L	4,234	6,700
3	3 + 350 R	4,843	6,700
4	3 + 350 L	3,478	6,700
5	4 + 000 R	4,966	6,700
6	4 + 000 L	5,377	6,700
Rata - rata		4,442	6,700

Keterangan :

R = sisi kanan

L = sisi kiri

Dari hasil penelitian di atas terlihat bahwa kadar aspal campuran lebih kecil (33,70 %) dari pada aspal menurut job mix formulanya.

6.2. Analisa Saringan

Bermanfaat untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan (lampiran 1 - 6). Hasil penelitian analisa saringan adalah sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.2.

Tabel 6.2. Hasil analisa saringan agregat setelah di ekstraksi

Nomor Saringan	Hasil penelitian (% lolos)						JMF
	Stasiun 2+300 R	Stasiun 2+300 L	Stasiun 3+350 R	Stasiun 3+350 L	Stasiun 4+000 R	Stasiun 4+000 L	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
3/4"	100	100	100	100	97,613	100	100
1/2"	88,925	95,032	98,480	90,727	91,738	96,353	89,8
3/8"	85,265	87,469	92,179	86,640	87,882	92,171	82,9
no. 4	68,689	72,182	75,529	73,516	74,343	79,581	64,1
no. 8	56,735	60,534	57,938	58,829	58,858	66,151	55,6
no. 30	29,387	26,470	28,856	28,852	28,958	38,078	27,2
no. 50	18,388	14,823	18,679	18,116	18,562	20,216	18,7
no. 100	9,199	6,441	9,933	9,253	9,901	8,478	11,4
no. 200	5,020	3,221	5,570	5,029	5,695	4,358	5,5

Keterangan :

R = sisi kanan

L = sisi kiri

Berdasarkan data yang diperoleh dari dinas Pekerjaan Umum dalam laporan pengendalian mutu, terjadi degradasi pada saringan 1/2", 3/8", no. 4, no.8, dan no. 30 sebagaimana terdapat pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3. Prosentase degradasi agregat

Nomor Saringan	% Degradasi Agregat					
	Stasiun 2+300 R	Stasiun 2+300 L	Stasiun 3+350 R	Stasiun 3+350 L	Stasiun 4+000 R	Stasiun 4+000 L
1/2"	-	5,8198	9,6659	1,0323	2,1581	7,2973
3/8"	2,8528	5,5115	11,1930	4,5115	5,3685	11,1834
no. 4	7,1591	12,6084	17,8300	14,6895	15,9797	24,1513
no. 8	2,0414	8,8741	4,2050	5,8076	5,8597	18,9766
no. 30	8,0404	-	6,0882	6,0735	6,4632	39,9926
no. 50	-	-	-	-	-	8,1070

Keterangan :

R = sisi kanan

L = sisi kiri

Dari tabel terlihat bahwa degradasi tertinggi terjadi pada stasiun 4 + 000 L pada saringan no. 30, tetapi secara keseluruhan dari masing-masing stasiun, degradasi tertinggi terjadi pada saringan no. 4. Hal ini dikarenakan adanya proses pengausan agregat kasar selama masa pelayanan.

6.3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Analisa Saringan No. 4

Pemeriksaan ini dilakukan pada lapisan pondasi bawah dengan maksud untuk mengetahui berat jenis bulk dan prosentase agregat kasar yang tertahan saringan no. 4 (lampiran 7).

Tabel 6.4. Hasil pemeriksaan agregat kasar.

Berat benda uji kering oven (Bk)	789,500 gram
Berat benda uji SSD (Bj)	967,000 gram
Berat benda uji di dalam air (Ba)	610,000 gram
Berjat jenis Bulk	2,215 gr/cm ³

Tabel 6.5. Hasil pemeriksaan analisa saringan no.4

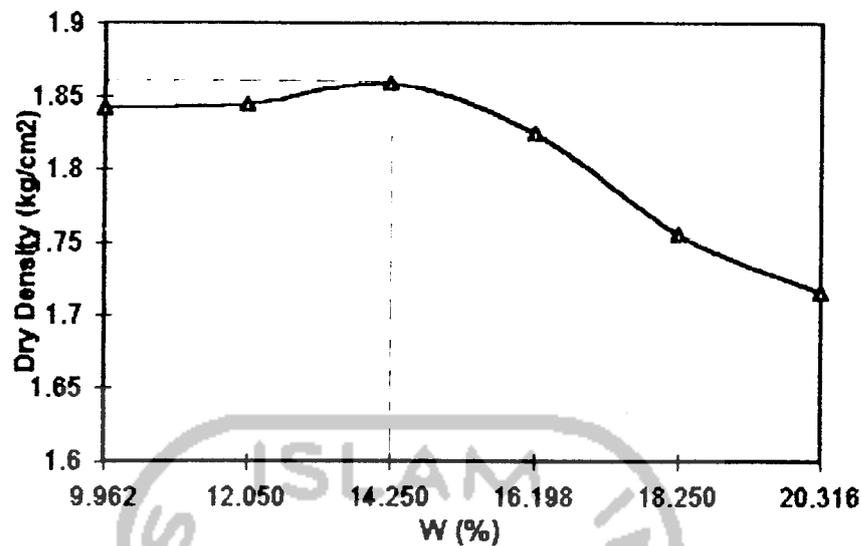
Berat benda uji (W_1)	1500 gram
Berat tertahan saringan no. 4 (W_2)	744.325 gram
Prosentase tertahan saringan no. 4 $= \frac{W_1}{W_2} \times 100\%$	49,622 %

6.4. Pengujian Kepadatan (Standar Proctor)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui hubungan kadar air dengan kepadatan tanah yang dikerjakan di laboratorium. Penelitian ini terdiri atas pengujian proctor standar terhadap pondasi bawah (lampiran 8) dan pengujian proctor standar terhadap tanah dasar (lampiran 9). Hasilnya sebagaimana terdapat pada Tabel 6.6 dan Gambar 6.1. berikut ini.

Tabel 6.6. Hasil uji kepadatan standar proctor untuk lapis pondasi bawah.

Nomor Sampel	Hasil Penelitian	
	γ_d (gr/cm ³)	W (%)
I	1,842	9,962
II	1,844	12,050
III	1,859	14,250
IV	1,824	16,198
V	1,755	18,250
VI	1,716	20,316



Gambar 6.1. Hubungan kadar air dengan kepadatan lapis pondasi bawah

Dari grafik di atas diperoleh data :

$$\text{OMC} = 14,250 \%$$

$$\text{MDD} = 1,859 \text{ gr/cm}^3$$

Karena agregat kasar maka harus dikoreksi dengan grafik koreksi kepadatan dengan data :

$$\text{Prosentase tertahan \# 4} = 49.622 \%$$

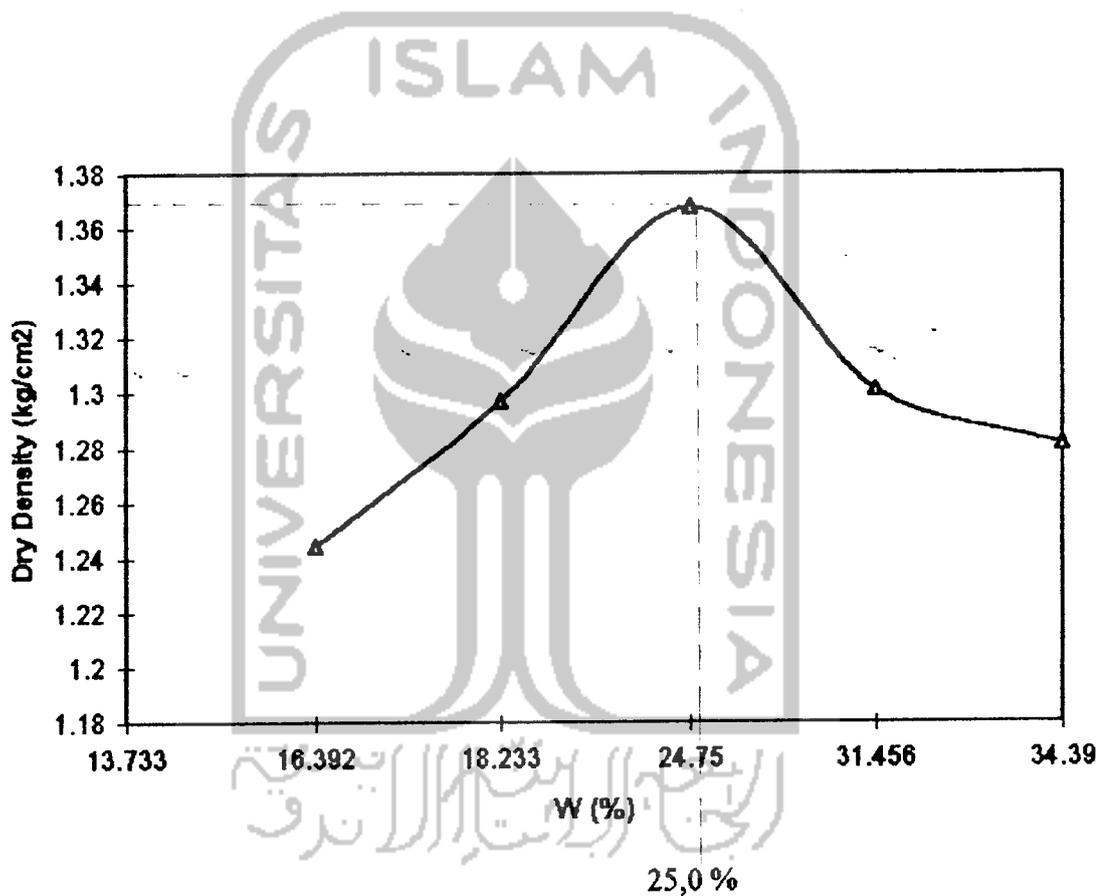
$$\text{Bulk specific gravity} = 2,215 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{MDD} = 1,859 \text{ diperoleh MDD terkoreksi sebesar } 1,696 \text{ gr/cm}^3.$$

Hasil pengujian proctor standar terhadap tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 6.7. dan Gambar 6.2. Pada Gambar 6.2 titik pada kadar air 13,733 % tidak diplot dalam gambar, sehingga diperoleh grafik hubungan kadar air dan kepadatan kering yang dimulai pada kadar air 16,392 %.

Tabel 6.7. Hasil penelitian proctor standard test untuk tanah dasar.

Nomor Sampel	Hasil Penelitian	
	γ_d (gr/cm ³)	W (%)
I	1,282	13,733
II	1,244	16,392
III	1,297	18,233
IV	1,368	24,750
V	1,301	31,456
VI	1,281	34,390



Gambar 6.2 Hubungan kadar air dengan kepadatan tanah dasar

Dari grafik di atas diperoleh data :

OMC = 25,00 %

MDD = 1,370 gr/cm³

6.5. Pengujian Kepadatan (Sand Cone) Lapis Pondasi Bawah

Berguna untuk mengetahui derajat kepadatan tanah di lapangan secara langsung (lampiran 10 - 11). Hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8. Hasil pemeriksaan sand cone lapis pondasi bawah.

Stasiun	γ_d lapangan (gr/cm ³)	γ_d laboratorium (gr/cm ³)	Derajat Kepadatan Lapangan (%)	Spesifikasi (%)
2 + 300	1,8921	1,696	111,563	100
3 + 350	1,5038	1,696	88,667	100
4 + 000	1,7334	1,696	102,205	100
Rerata	1,7097	1,696	100,812	100

Dari tabel terlihat harga rata-rata dari derajat kepadatan adalah sebesar 100,812 % yang berarti memenuhi syarat spesifikasi.

6.6. CBR Lapangan dengan DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

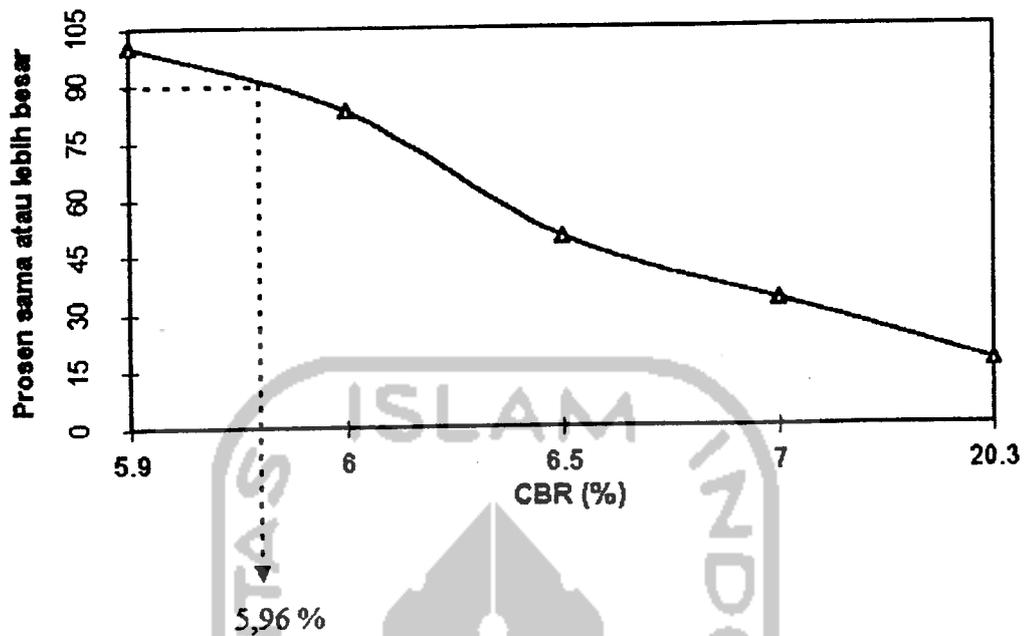
Berguna untuk memeriksa harga CBR secara langsung di tempat (lampiran 12 dan 13). Hasil pemeriksaan CBR (%) sebagai berikut :

5,9; 6,0; 6,0; 6,5; 7,0; 20,3.

Harga CBR yang mewakili dihitung pada Tabel 6.9 dan Gambar 6.3. berikut ini.

Tabel 6.9. Perhitungan harga CBR dengan DCP

CBR (%)	Jumlah yang sama atau lebih besar	Prosen yang sama atau lebih besar
5,9	6	$6/6 \times 100 \% = 100 \%$
6,0	5	$5/6 \times 100 \% = 83,333 \%$
6,0	-	-
6,5	3	$3/6 \times 100 \% = 50 \%$
7,0	2	$2/6 \times 100 \% = 33,333 \%$
20,3	1	$1/6 \times 100 \% = 16,667 \%$



Gambar 6.3. Cara Penentuan CBR

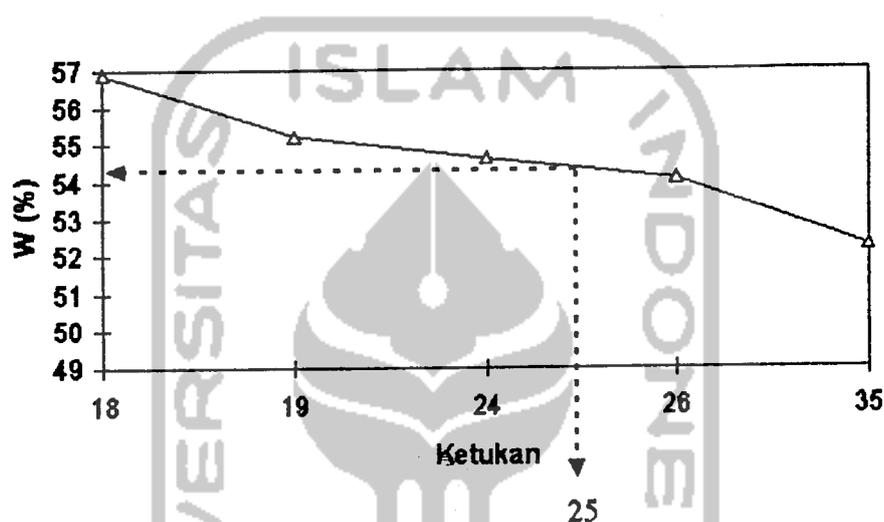
Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari grafik pada angka prosentase 90 % yaitu sebesar 5,96 %. Dari grafik korelasi daya dukung tanah diperoleh nilai DDT sebesar 4,96 kg/cm². Untuk perencanaan jalan baru nilai CBR tanah dasar yang umum digunakan minimal sebesar 5 % sehingga diperoleh daya dukung tanah sebesar 4,75 kg/cm².

6.7. Pemeriksaan Batas Cair Tanah

Berfungsi untuk menentukan batas cair tanah, yaitu kadar air pada peralihan antara keadaan cair ke keadaan plastis (lampiran 14). Hasil pemeriksaan batas cair tanah ini dapat dilihat pada Tabel 6.10 dan Gambar 6.4.

Tabel 6.10. Hasil penelitian batas cair tanah dasar.

No	Jumlah Ketukan	Kadar Air (%)
1	18	56,890
2	19	55,206
3	24	54,625
4	26	54,103
5	35	52,256



Gambar 6.4. Hubungan jumlah ketukan dengan kadar air (W)

Dari grafik terlihat bahwa batas cair tanah tersebut sebesar 54,20 % (> 50 %), yang berarti bahwa tanah tersebut berplastisitas tinggi (Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1992)[10].

6.8. Pemeriksaan Batas Plastis Tanah Dasar

Tabel 6.11. Hasil penelitian batas plastis tanah dasar.

Sampel	Batas Plastis (%)
A	35,897
B	40,984
C	35,052
D	28,972
E	32,143
F	30,918
Kadar air rata-rata sebagai batas plastis adalah 33.994 %	

Batas plastis tanah didapat sebesar 33,994 %, sehingga indek plastisnya adalah :

$$IP = LL - PL$$

$$= 54,200 - 33,994$$

$$= 20,206 \%$$

Semakin tinggi IP suatu tanah (maksimal 10) maka tanah tersebut semakin jelek untuk bahan tanah dasar, karena jumlah mineral lempung yang dikandungnya semakin besar sehingga sifat kembang susutnya akan semakin besar pula (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, 1988)[2].

6.9. Klasifikasi Tanah Dasar .

Bertujuan untuk mengetahui jenis tanah dasar dan klasifikasinya dengan memperhitungkan prosentase tanah lolos saringan no. 200 dan batas-batas Atterberg.

Tabel 6.12. Hasil pemeriksaan analisa saringan no. 200.

Berat benda uji	500,0 gram
Berat lolos # 200	260,5 gram
Prosentase lolos # 200	52,10 %

Berdasarkan penelitian batas-batas Atterberg diperoleh :

$$\text{Batas cair (LL)} = 54,200 \%$$

$$\text{Indek plastis (PI)} = 20,206 \%$$

Menurut Unified dengan prosentase lolos saringan # 200 > 50 % dan dengan LL > 50 % maka tanah tersebut termasuk dalam kelompok tanah berbutir halus masuk sub kelompok MH (moam high liquid limit) yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis. Tanah ini kurang baik bila digunakan

sebagai tanah dasar karena sifat kembang susutnya besar, namun bila dipadatkan dapat mencapai nilai CBR 5,96 %.

6.10. Perencanaan Perkuatan Jalan Lama (Pelapisan Tambahan/Overlay) dengan Metode Analisa Komponen 1987.

Metode analisa komponen merupakan metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan untuk jalan raya yang disyaratkan oleh Bina Marga. Beberapa parameter yang penting dan sangat berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan adalah :

1. Jumlah jalur,
2. Koefisien distribusi kendaraan (C),
3. Angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E),
4. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR),
5. Lintas ekivalen,
6. Daya Dukung Tanah dasar (DDT),
7. Faktor Regional (FR),
8. Indek Permukaan (IP),
9. Koefisien kekuatan relatif (a),
10. Indek Tebal Perkerasan (ITP),
11. Nilai kondisi perkerasan jalan lama.

6.10.1. Data Perencanaan

1. Data lalu-lintas harian rata-rata tahun 1996 :

Kendaraan ringan 3119

Bus 8 ton	17
Truck 2 as 13 ton	271
Truck 3 as 20 ton	2

2. Pertumbuhan lalu-lintas (i) sebesar 6 %

3. Susunan perkerasan jalan yang dievaluasi :

HRS = 3 cm

Lapis penetrasi Macadam = 10 cm

Base (sirtu CBR 50) = 20 cm

Subbase (sirtu CBR 50) = 24 cm

Hasil penelitian lapangan menunjukkan kondisi jalan lapis HRS banyak terjadi retak, adanya deformasi pada jalur roda serta menunjukkan gejala ketidakstabilan sehingga nilai kondisi perkerasan jalan diambil 50 %; lapisan macadam menunjukkan adanya retak banyak, adanya deformasi pada jalur roda, menunjukkan gejala ketidakstabilan sehingga kondisi perkerasan jalan di ambil 30 % dan faktor regional (FR) = 1,0.

4. Lalu-lintas harian rata-rata pada saat jalan dibuka (diasumsikan 1 tahun yang lalu) :

$$P = \frac{F}{(1+i)^{UR}}$$

Kendaraan ringan	2942,5
Bus 8 ton	16,04
Truck 2 as 13 ton	255,7
Truck 3 as 20 ton	1,9

6.10.2. Angka ekivalen (E)

Dihitung berdasarkan distribusi beban sumbu berbagai jenis kendaraan.

a. Kendaraan ringan (50 % as depan + 50 % as belakang)

$$E = \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 = 0,0005$$

b. Bus 8 ton (34 % as depan + 66 % as belakang)

$$E = \left[\frac{8 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{8 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,187$$

c. Truck 2 as 13 ton (25 % as depan + 75 % as belakang)

$$E = \left[\frac{13 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{13 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 2,063$$

d. Truck 3 as 20 ton (25 % as depan + 75 % as belakang)

$$E = \left[\frac{20 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{20 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 1,123$$

6.10.3. Faktor distribusi kendaraan (C)

Ruas jalan Karang Nongko-Nagung merupakan jalan 2 lajur 2 arah, sehingga menurut tabel distribusi kendaraan yang ditetapkan oleh Bina Marga mempunyai nilai

$C = 0,50$.

6.10.4. Menghitung Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$\text{Kendaraan ringan} = 2942,5 \times 0,5 \times 0,0005 = 0,7356$$

$$\text{Bus 8 ton} = 16,04 \times 0,5 \times 0,1870 = 1,4997$$

$$\text{Truck 2 as 13 ton} = 255,7 \times 0,5 \times 2,0630 = 263,7545$$

6.10.9. Menetapkan tebal lapis tambahan

Mencari faktor kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan :

$$\text{Lapis HRS} = 0,30$$

$$\text{Lapis penetrasi macadam} = 0,20$$

$$\text{Base (sirtu CBR 50)} = 0,12$$

$$\text{Subbase (sirtu CBR 50)} = 0,12$$

Kekuatan jalan lama :

$$\text{Lapis HRS 3 cm} = 50 \% \times 3 \times 0,30 = 0,45$$

$$\text{Lapis penetrasi macadam 10 cm} = 30 \% \times 10 \times 0,20 = 0,60$$

$$\text{Base (sirtu CBR 50) 20 cm} = 100 \% \times 20 \times 0,12 = 2,400$$

$$\text{Subbase (sirtu CBR 50) 24 cm} = \frac{100 \% \times 24 \times 0,12}{100} = 2,880 +$$

$$\text{ITP}_{\text{ada}} = 6,330$$

Umur rencana 1 tahun :

$\Delta \text{ITP} = \text{ITP}_1 - \text{ITP}_{\text{ada}} = 5,20 - 6,330 = (-1,13)$, artinya ketebalan lapisan cukup sehingga secara struktural tidak perlu dilakukan pelapisan tambahan.

Pelapisan tambahan dengan HRS pada jalan Karang Nongko - Nagung, Wates, Kabupaten Kulon Progo dilakukan untuk menambah daya tahan perkerasan yang telah ada terhadap penurunan mutu, sehingga secara keseluruhan menambah masa layan dari struktur perkerasan.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan data-data perencanaan maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terjadi pengausan agregat kasar (abrasion) selama masa layan.
2. Penggunaan kadar aspal yang kurang dari kadar aspal optimum (6,7 %) yang disyarat-kan.
3. Tanah dasar pada lokasi penelitian bila dipadatkan akan mempunyai nilai CBR sebesar 5,96 % sehingga layak untuk dijadikan sebagai bahan subgrade jalan raya.
4. Tanah dasar berplastisitas tinggi dengan nilai batas cair 54,20 %.

Dengan demikian penyebab kerusakan jalan Karang Nongko - Nagung, Wates, Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah terjadinya pengausan agregat kasar selama masa layan dan penggunaan kadar aspal yang kurang dari kadar aspal optimum yang disyaratkan.

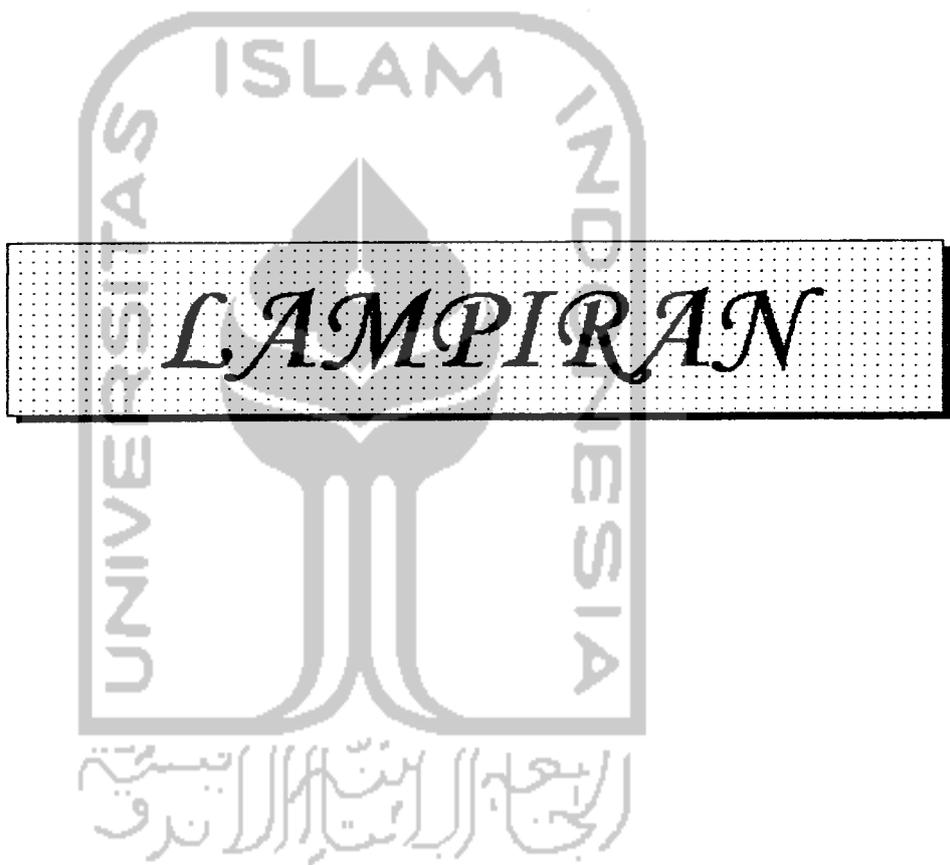
7.2. Saran

Melihat hasil kesimpulan tersebut, diajukan saran sebagai berikut ini.

1. Guna mendapatkan struktur perkerasan yang baik maka diperlukan adanya pengawasan dalam pengujian bahan dan pelaksanaan pekerjaan secara terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO, Guide For Design of Pavement Structures, Washington D.C, 1986.
2. Braja M. Das, 1988, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Ditjen Bina Marga, Buku Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan (Fleksibel) Jalan Raya No. 04/PD/BM/1974, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
4. Ditjen Bina Marga, Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
5. Direktorat Jenderal Bina Marga, Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Komponen SKBI - 2.3.26.1987 UDC: 625.73(02), Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum.
6. Hobbs, 1995, Perencanaan dan teknik Lalu Lintas, Gadjah Mada University Press Yogyakarta.
7. Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, Panduan Praktikum Jalan Raya IV.
8. Laboratorium Mekanika Tanah FTSP UII, Pedoman Praktikum Mekanika Tanah.
9. Soedarsono, D.U, 1979, Konstruksi Jalan Raya, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
10. Sukirman, Silvia, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova Bandung.
11. Suprpto TM, 1991, Bahan Kuliah Jalan Raya IV, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.



LAMPIRAN



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 24/11/1996

NOMOR CONTOH : 4 + 000 L

1. Berat BOWL EKSTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 719 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh aspal beton : 1769 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 678.2 gram
5. Berat kertas filter bersih : 12.250 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 12.890 gram
7. Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.640 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 157.5 gram
9. Berat tempat + endapan : 159.0 gram
10. Berat endapan (9-8) : 1.500 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 5.377 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	TOTAL
Berat Tertahan	0	21.02	20.645	76.015	77.400	161.795	102.945	67.65	23.765	576.330
K u m	Berat tertahan	0	21.02	41.665	117.680	195.08	356.875	459.820	527.470	576.330
	% Tertahan	0	3.647	7.229	20.419	33.849	61.922	79.784	91.552	100
	% Lolos	100	96.353	92.771	79.581	66.151	38.078	20.216	8.478	0
Job Mix Formula	100	89.8	82.9	64.1	55.6	27.2	18.7	11.4	5.5	
Spesifikasi	100	78/100	67/86	60/71	54/72	18/70	10/52	4/30	2/9	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 24/11/1996

NOMOR CONTOH : 4 + 000 R

1. Berat BOWL EXTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 366.5 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh aspal beton : 1416.5 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 347.0 gram
5. Berat kertas filter bersih : 12.075 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 12.875 gram
7. Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.800 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 160.5 gram
9. Berat tempat + endapan : 161.0 gram
10. Berat endapan (9-8) : 0.500 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 4.966 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	TOTAL
Berat Tertahan	8.33	20.502	13.450	47.250	54.040	104.350	36.280	30.225	14.680	348.992
K u m	Berat tertahan	8.33	28.832	42.292	89.542	143.582	247.932	314.437	329.117	348.992
	% Tertahan	2.387	8.262	12.118	25.657	41.142	71.042	81.438	90.099	94.305
	% Lolos	97.613	91.738	87.882	74.343	58.858	28.958	18.562	9.901	5.695
Job Mix Formula	100	89.8	82.9	64.1	55.6	27.2	18.7	11.4	5.5	
Spesifikasi	100	78/100	67/86	60/71	54/72	18/70	10/52	4/30	2/9	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 24/11/1996

NOMOR CONTOH : 3 + 350 R

1. Berat BOWL EKSTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 372.0 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh aspal beton : 1422.0 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 352.2 gram
5. Berat kertas filter bersih : 12.235 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 13.220 gram
7. Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.985 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 88.0 gram
9. Berat tempat + endapan : 88.80 gram
10. Berat endapan (9-8) : 0.800 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 4.843 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	TOTAL
Berat Tertahan	0	15.955	11.650	58.770	62.090	102.650	35.920	30.870	15.400	352.196
K u m	Berat tertahan	0	15.955	27.605	86.375	148.465	251.115	287.035	317.905	352.196
	% Tertahan	0	4.520	7.821	24.471	42.062	71.144	81.321	90.067	100
	% Lolos	100	95.480	92.179	75.529	57.938	28.856	18.679	9.933	0
Job Mix Formula	100	89.8	82.9	64.1	55.6	27.2	18.7	11.4	5.5	
Spesifikasi	100	78/100	67/86	60/71	54/72	18/70	10/52	4/30	2/9	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 24/11/1996

NOMOR CONTOH : 2 + 300 L

1. Berat BOWL EKSTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 247.5 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh aspal beton : 1297.5 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 236.7 gram
5. Berat kertas filter bersih : 12.350 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 12.570 gram
7. Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.220 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 122.0 gram
9. Berat tempat + endapan : 122.1 gram
10. Berat endapan (9-8) : 0.100 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 4.234 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	TOTAL
Berat Tertahan	0	11.760	17.900	36.185	27.570	80.630	27.570	19.840	7.620	236.700
K u m	Berat tertahan	0	11.760	29.660	65.845	93.415	174.045	201.615	221.455	236.700
	% Tertahan	0	4.968	12.531	27.818	39.466	73.530	85.177	93.559	100
	% Lolos	100	95.032	87.469	72.182	60.534	26.470	14.823	6.441	0
Job Mix Formula	100	89.8	82.9	64.1	55.6	27.2	18.7	11.4	5.5	
Spesifikasi	100	78/100	67/86	60/71	54/72	18/70	10/52	4/30	2/9	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

EKSTRAKSI ASPAL

CONTOH DIAMBIL TANGGAL : 24/11/1996

NOMOR CONTOH : 2 + 300 R

1. Berat BOWL EKSTRAKTOR : 1050 gram
2. Berat contoh aspal beton : 206.5 gram
3. Berat Bowl Extraktor + contoh aspal beton : 1256.5 gram
4. Berat batuan yang terekstraksi : 197.5 gram
5. Berat kertas filter bersih : 11.485 gram
6. Berat kertas filter dan mineral : 12.430 gram
7. Berat mineral terlarut yang menempel endapan (6-5) pada kertas filter : 0.945 gram
8. Berat tempat kosong untuk menampung endapan : 70.5 gram
9. Berat tempat + endapan : 70.8 gram
10. Berat endapan (9-8) : 0.300 gram
11. Kadar bitumen = $\frac{2 - (4 + 7 + 10)}{2} \times 100\%$: 3.755 %

GRADASI AGREGAT SETELAH EKSTRAKSI

Ukuran Saringan	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8	No.30	No.50	No.100	No.200	TOTAL
Berat Tertahan	0	21.810	7.325	32.525	23.540	53.855	21.660	18.095	8.230	196.925
K u m	Berat tertahan	0	21.810	29.135	61.660	85.200	139.055	160.715	178.810	196.925
	% Tertahan	0	11.075	14.795	31.311	43.265	70.613	81.612	94.980	100
	% Lolos	100	88.925	85.205	68.689	56.735	29.387	18.388	9.199	5.020
Job Mix Formula	100	89.8	82.9	64.1	55.6	27.2	18.7	11.4	5.5	
Spesifikasi	100	78/100	67/86	60/71	54/72	18/70	10/52	4/30	2/9	



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PERCOBAAN PEMADATAN STANDART

PB-0111-76/PB-0112-76

Material : Lapis pondasi

Data Alat :

MOLD

Diameter : 10.115 cm

Tinggi : 11.645 cm

Volume : 935.75 cm³

Berat : 1824.5 gram

PENUMBUK

Diameter : 5 cm

Tinggi Jatuh : 30.50 cm

Jml. Lapis : 3

Berat : 2492 gram

Jml tumbukan tiap lapis : 25

No. Percobaan	1	2	3	4	5	6
Berat tanah basah (gr)	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air mula-mula (%)	0.287	0.287	0.287	0.287	0.287	0.287
Penambahan air (%)	10	12	14	16	18	20
Penambahan air (Cc)	250	300	350	400	450	500

Berat Isi :

Berat tanah + cetakan	3720.3	3758.2	3812.4	3807.4	3765.8	3758.9
Berat tanah W (gr)	1895.8	1933.7	1987.9	1982.9	1941.3	1934.4
Brt. volume tanah basah $\gamma_b = W/V$ (gr/cc)	2.026	2.066	2.124	2.119	2.075	2.067
Brt. volume tanah kering $\gamma_d = \gamma_b/(1+w)$	1.842	1.844	1.859	1.824	1.755	1.716
ZAV = $\frac{\gamma_w \cdot G}{(1 + w \cdot G)}$	-	-	-	-	-	-

Kadar air :

Brt cawan + tanah basah W ₁	21.73	20.81	18.20	19.02	21.41	23.37	23.43	21.10	17.42	15.90	26.62	22.14
Brt cawan + tanah kering W ₂	20.65	19.80	17.31	18.00	19.25	21.00	20.80	18.60	16.20	14.90	23.60	20.10
Berat cawan	9.69	9.71	9.92	9.54	4.18	4.29	4.20	3.49	9.61	9.35	9.21	9.71
Kadar air $w = \frac{(W_1 - W_2) \times 100 \%}{(W_2 - W_3)}$	9.892	10.03	12.02	12.08	14.30	14.20	15.87	16.52	18.52	17.98	21.01	19.62
Rata-rata kadar air	9.962	12.050	14.250	16.198	18.250	20.316						



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PERCOBAAN PEMADATAN STANDART

PB-0111-76/PB-0112-76

Material : Tanah Dasar

Data Alat :

MOLD

Diameter : 10.115 cm

Tinggi : 11.645 cm

Volume : 935.75 cm³

Berat : 1824.5 gram

PENUMBUK

Diameter : 5 cm

Tinggi Jatuh : 30.50 cm

Jml. Lapis : 3

Berat : 2492 gram

Jml tumbukan tiap lapis : 25

No. Percobaan	1	2	3	4	5	6
Berat tanah basah (gr)	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Kadar air mula-mula (%)	1.265	1.265	1.265	1.265	1.265	1.265
Penambahan air (%)	10	13	18	22	28	35
Penambahan air (Cc)	200	260	360	460	560	700

Berat Isi :

Berat tanah + cetakan	3189	3179.2	3259	3421	3425	3435
Berat tanah W (gr)	1364.5	1354.7	1434.5	1596.5	1600.5	1610.5
Brt. volume tanah basah $\gamma_b = W/V$ (gr/cc)	1.458	1.448	1.533	1.706	1.710	1.721
Brt. volume tanah kering $\gamma_d = \gamma_b / (1+w)$	1.282	1.244	1.297	1.368	1.301	1.281
ZAV = $\frac{(\gamma_w \cdot G)}{(1 + w \cdot G)}$	-	-	-	-	-	-

Kadar air :

Brt cawan + tanah basah W ₁	20.56	24.85	21.08	19.88	15.92	15.06	17.30	18.60	27.11	22.60	15.02	12.01
Brt cawan + tanah kering W ₂	19.25	23.00	19.50	18.41	14.96	14.24	15.77	16.82	23.48	19.53	12.23	10.00
Berat cawan	9.635	9.59	9.67	9.67	9.69	9.72	9.50	9.75	12.08	9.67	4.19	4.12
Kadar air $w = \frac{(W_1 - W_2) \times 100 \%}{(W_2 - W_3)}$	13.68	13.79	16.02	16.76	18.32	18.15	24.32	25.18	31.81	31.11	34.60	34.18
Rata-rata kadar air	13.733	16.392	18.233	24.750	31.456	34.390						



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEPADATAN LAPANGAN DENGAN SAND CONE

(PB - 0103 - 76)

STA	4 + 000	3 + 350
Berat pasir + gelas + corong W_6	6965	6965
Berat sisa pasir + gelas + corong W_7	2056	3387.5
Berat pasir di dalam corong + lubang $W_6 - W_7$	4909	3577.5
Berat pasir di dalam corong $W_4 - W_5$	1531	1531
Berat pasir di dalam lubang $W_{10} = (W_6 - W_7) - (W_4 - W_5)$	3378	2046.5
γ Pasir = $\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$	1.5586	1.5586
Volume tanah/pasir di dalam lubang $V = W_{10} / \gamma_p$	2167.3397	1313.0373
Berat tanah basah $W_8 - W_9$	4266.5	2555.5
Berat isi tanah basah, $\gamma_b = W_8 - W_9 / V$	1.9685	1.9463
Kadar air $W \%$	13.5649	29.4295
Berat isi kering, $\gamma_d = \{ \gamma / (100 + W) \} \times 100 \%$	1.7334	1.5038
Derajat kepadatan di lapangan $D = \frac{\gamma_d \text{ Lap.}}{\gamma_d \text{ Lab.}} \times 100 \%$	102.205	88.667

Keterangan :

1. W_1 = Berat gelas + corong = 807 gram
2. W_2 = Berat air penuh di gelas + corong = 4758 gram
3. W_3 = Berat pasir penuh di gelas + corong = 6965 gram
4. W_4 = Berat pasir secukupnya + gelas + corong
5. W_5 = Berat sisa pasir di gelas + corong
6. W_8 = Berat tanah + tempat
7. W_9 = Berat tempat
8. $\gamma_d \text{ Lab.} = 1.696$



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN KEPADATAN LAPANGAN DENGAN SAND CONE
(PB - 0103 - 76)

STA	2 + 300	
Berat pasir + gelas + corong W_6	6965	
Berat sisa pasir + gelas + corong W_7	3229.5	
Berat pasir di dalam corong + lubang $W_6 - W_7$	3735.5	
Berat pasir di dalam corong $W_4 - W_5$	1531	
Berat pasir di dalam lubang $W_{10} = (W_6 - W_7) - (W_4 - W_5)$	3378	
γ Pasir = $\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$	1.5586	
Volume tanah/pasir di dalam lubang $V = W_{10} / \gamma_p$	1414.4169	
Berat tanah basah $W_8 - W_9$	3067.5	
Berat isi tanah basah, $\gamma_b = W_8 - W_9 / V$	2.1687	
Kadar air $W \%$	14.6167	
Berat isi kering, $\gamma_d = \{ \gamma / (100 + W) \} \times 100 \%$	1.8921	
Derajat kepadatan di lapangan $D = \frac{\gamma_d \text{ Lap.}}{\gamma_d \text{ Lab.}} \times 100 \%$	111.563	

Keterangan :

1. W_1 = Berat gelas + corong = 807 gram
2. W_2 = Berat air penuh di gelas + corong = 4758 gram
3. W_3 = Berat pasir penuh di gelas + corong = 6965 gram
4. W_4 = Berat pasir secukupnya + gelas + corong
5. W_5 = Berat sisa pasir di gelas + corong
6. W_8 = Berat tanah + tempat
7. W_9 = Berat tempat
8. $\gamma_d \text{ Lab.} = 1.696$

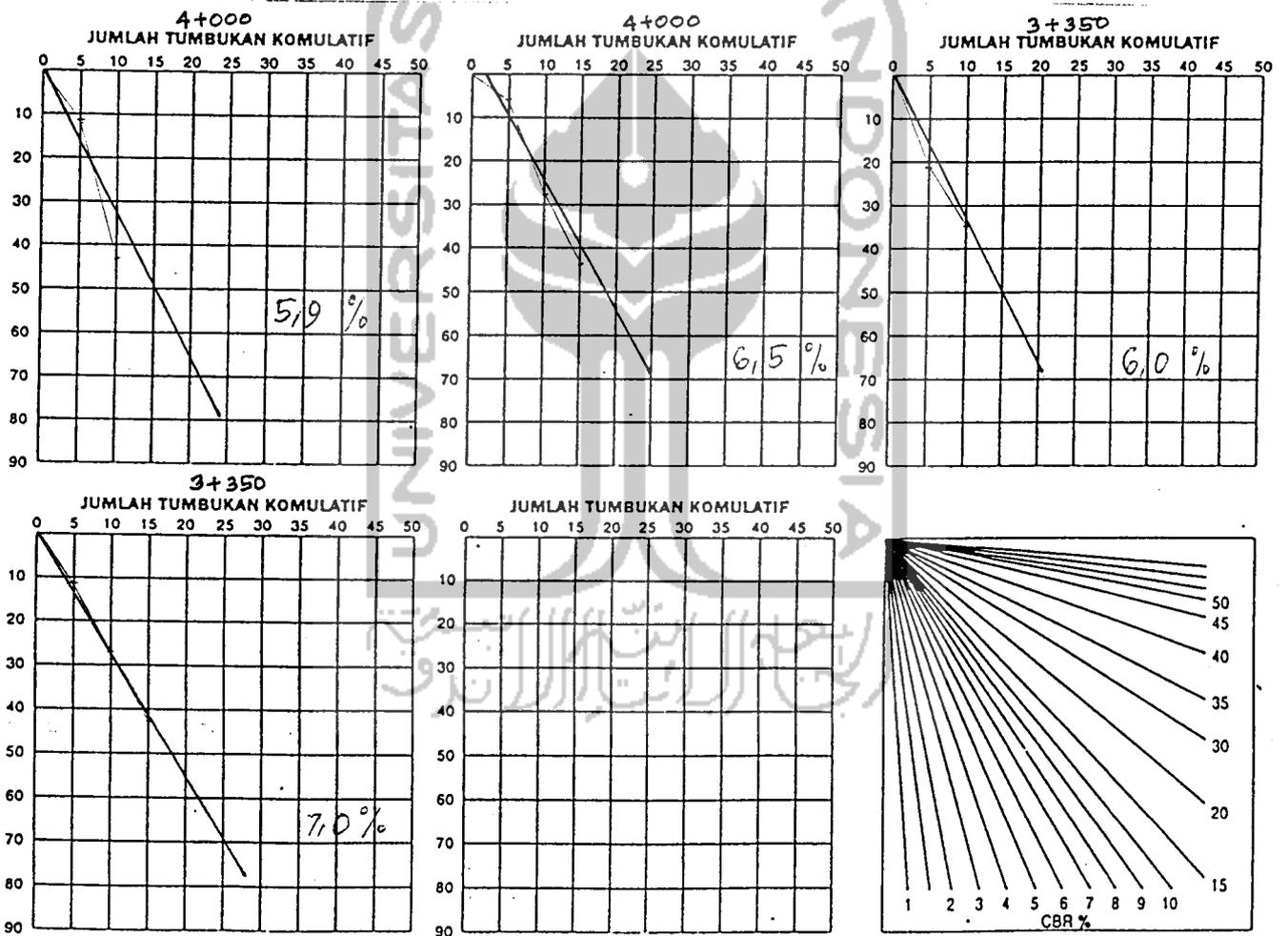


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SCALA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

Nama Ruas : Karang Nongko - Nagung, Wates Kulon Progo

Diuji tanggal : 24/11/1996



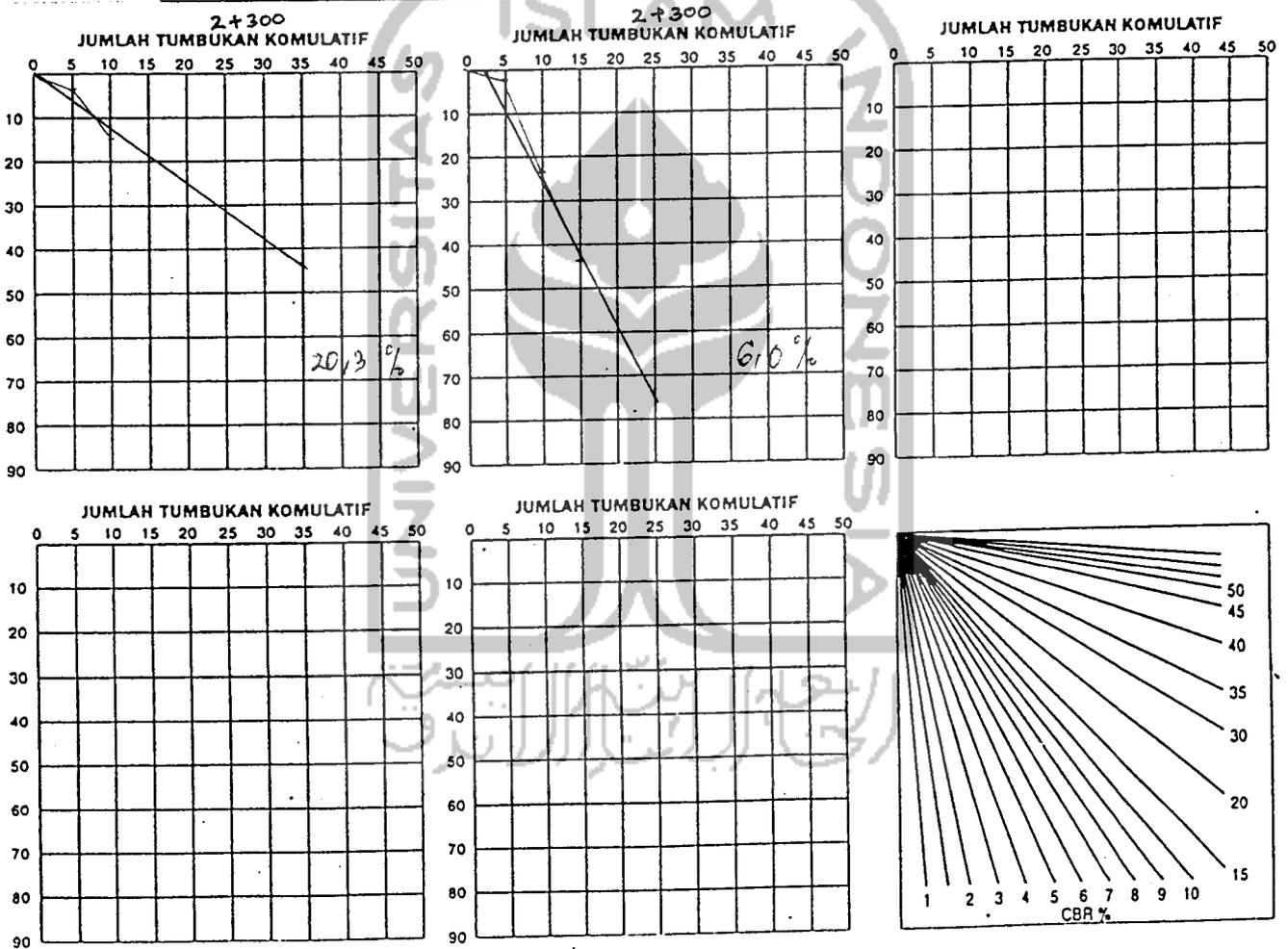


LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SCALA DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST

Nama Ruas : Karang Nongko - Nagung, Wates Kulon Progo

Diuji tanggal : 24/11/1996





LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km. 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN BATAS CAIR TANAH

PB-0109-76 / PB-0110-76

Lokasi : Jalan Karang Nongko - Nagung, Wates Kulonprogo

No. Titik : Tanah Dasar

Tanggal : 24/11/1996

1	No. Percobaan	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	Batas Plastis						
												A	B	C	D	E	F	
2	Banyaknya ketukan	18	18	19	19	24	24	26	26	35	35	35	4.22	4.14	4.15	4.29	4.11	4.14
3	Berat cawan timbang	12.132	9.805	9.69	9.705	4.18	4.285	4.185	3.49	9.92	9.548	4.22	4.14	4.15	4.29	4.11	4.14	
4	Berat cawan + tanah basah	211.24	22.04	20.855	18.664	13.136	12.026	12.978	13.034	19.485	17.541	5.28	5.00	5.460	5.67	5.59	5.495	
5	Berat cawan + tanah kering	17.935	17.610	16.915	15.452	9.95	9.31	9.885	9.69	16.26	14.750	5.00	4.75	5.12	5.36	5.23	5.175	
6	Berat air	3.301	4.430	3.940	3.212	3.186	2.716	3.093	3.344	3.225	2.791	0.28	0.25	0.34	0.31	0.36		
7	Berat tanah kering	5.803	7.805	7.225	5.747	5.77	5.025	5.70	6.20	6.34	5.202	0.78	0.61	0.97	1.07	1.12		
	$W_2 - W_3$	57.026	56.754	54.540	55.88	55.210	54.04	54.266	53.94	50.867	53.645	35.897	40.984	35.052	28.972	32.143	30.918	
8	Kadar air (w) = $\frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$																	
9	Kadar air rata-rata w	56.890	55.206	54.625	54.103	52.256	33.994											



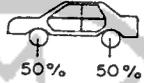
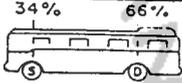
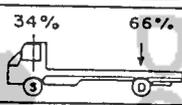
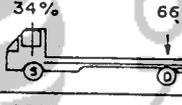
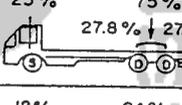
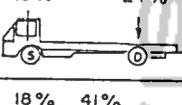
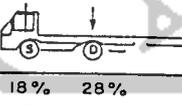
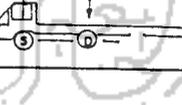
LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km.14.4 Telp 95330 Yogyakarta 55584

Nama Jalan : Karang Nongko - Nagung
 Lokasi : Wates, Kulon Progo
 Dites Tanggal : 26 November 1996

PEMERIKSAAN CORE DRILL

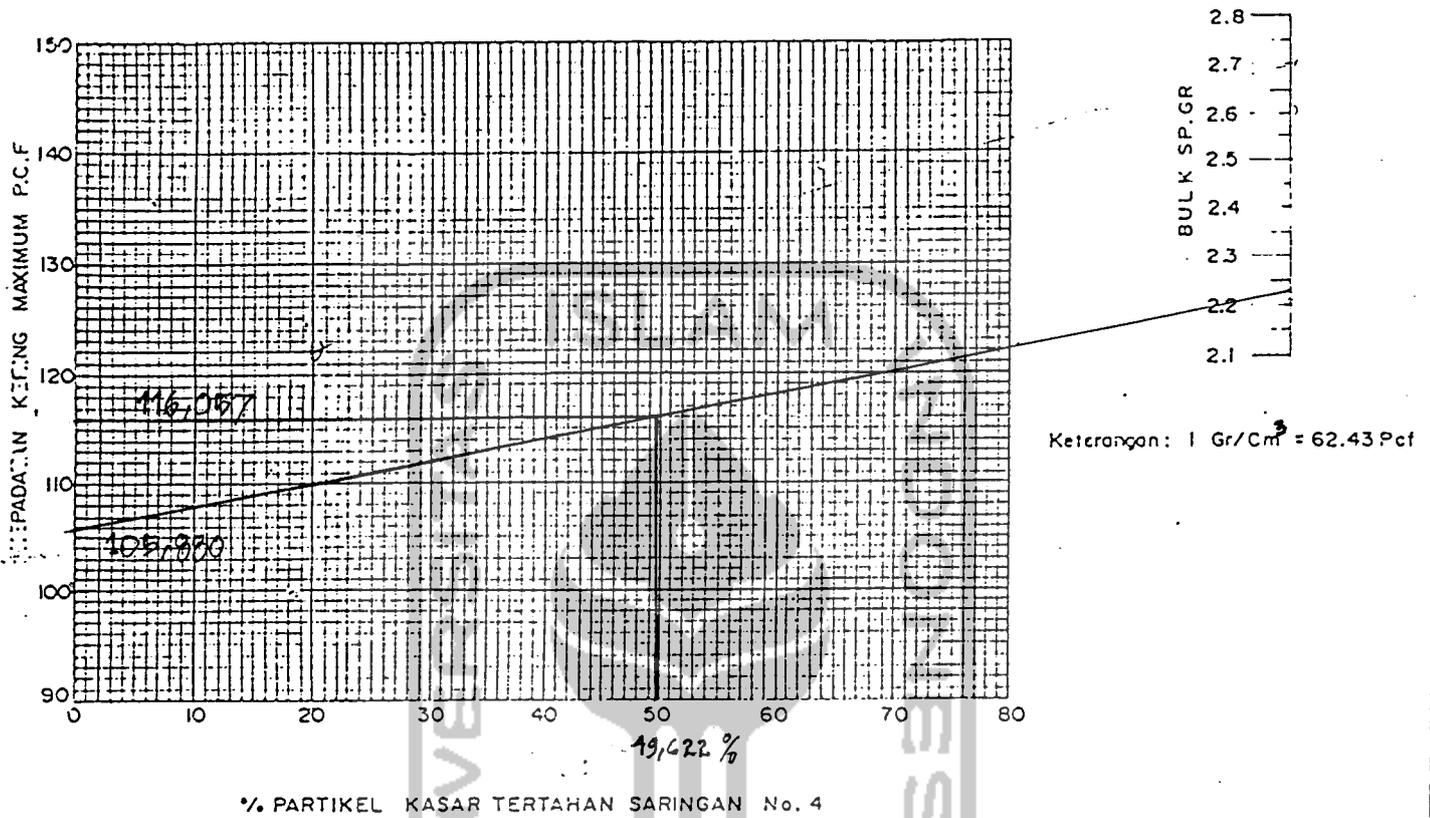
No	Date	Station (STA)	CL (m)	Tebal (cm)	Berat (Gram)			Volum		Bulk Lab. F	% Kepadatan		Keterangan (Selt. ke Utr.)
					Kering A	Dalam Air(B)	SSD C	C - B D	E		E/F	Spec	
1	24 /11/1996	4 + 000	1.25	4.5	733.5	398.5	736.5	338.0	2.1701	2.28	95.179	98	L (ringan)
2	24 /11/1996	4 + 000	1.80	1.5	374.5	206.5	380.0	173.5	2.1585	2.28	94.671	98	R (ringan)
3	24 /11/1996	3 + 350	0.60	2.5	380.5	207.5	386.5	179.0	2.1257	2.28	93.095	98	R (parah)
4	24 /11/1996	3 + 350	0.60	2.0	341.0	186.5	349.0	162.5	2.0985	2.28	92.039	98	L (parah)
5	24 /11/1996	2 + 300	1.34	1.5	253.0	134.5	256.7	122.2	2.0704	2.28	90.807	98	L (sedang)
6	24 /11/1996	2 + 300	1.80	1.5	210.5	117.5	214.5	97.0	2.1701	2.28	95.179	98	R (sedang)

DISTRIBUSI BEBAN SUMBU BERBAGAI JENIS KENDARAAN

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 1B KSAL KOSONG	UE 1B KSAL MAKSIMUM	
1.1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0004	
1.2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1.2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1.2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1.22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1.2+2.2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	4,9283	
1.2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1.2-22 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Ⓢ RODA TUNGGAL PADA UJUNG SUMBU
Ⓣ RODA GANDA PADA UJUNG SUMBU

GRAFIK KOREKSI KEPADATAN TANAH



% PARTIKEL KASAR TERTAHAN SARINGAN No. 4

- A — Bulk Specific Gravity . 2,215 Gr/CC .
- B — % Tertahan No.4 (Waktu pematangan Lab.) %
- C — Kepadatan Kering Max . T 180 C/D 1,859 Gr/Cm³
- D — % Tertahan No.4 (Dilapangan) 49,622 %
- E — Kepadatan Kering Max. setelah diloreksi 1,696 Gr/Cm³

TUGAS AKHIR
STUDI KASUS
KERUSAKAN STRUKTUR JALAN SEPANJANG JALAN
KARANG NONGKO - NAGUNG, WATES,
KABUPATEN KULON PROGO

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

Nama : Agus Sofan
No. Mhs. : 91 310 086
Nirm. : 91 0051013114120 092

Nama : Wiji Utomo
No. Mhs. : 91 310 040
Nirm. : 91 0051013114120 038

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Balya Umar, Msc
Dosen Pembimbing I

Tanggal :

Ir. Subarkah, MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal :

Acc. 22-97
4
Dapat dipinjam dan semua kebutuhan
Pemb. II *Subarkah* 22/4/97