

ANALISA PERKERASAN LENTUR TERHADAP LAPISAN PONDASI BAWAH

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar sarjana tekni pada Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun oleh :

IRWAN MASRIADI
NIM : 108110019



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERKERASAN LENTUR
TERHADAP LAPISAN PONDASI BAWAH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Sidang Ujian Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan

Disusun oleh :

IRWAN MASRIADI
NIM : 108110019

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Edy Hermanto, MT)

(Ir. Marwan Lubis, MT)

Diketahui oleh :
Ketua Jurusan Teknik Sipil

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA PERKERASAN LENTUR
TERHADAP LAPISAN PONDASI BAWAH**

SKRIPSI

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar sarjana tekni pada Fakultas Teknik
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun oleh :

IRWAN MASRIADI
NIM : 108110019

Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)

(Ir. Marwan Lubis, MT)

Diketahui oleh :

**Dekan
Fakultas Teknik**

**Ketua
Prodi Teknik Sipil**

(Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc)

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2016**

ABSTRAK

Jalan raya adalah suatu lintasan yang bertujuan untuk melewati lalu lintas darat dari suatu tempat ke tempat yang lain. Mengingat pentingnya peranan jalan, maka pemerintah melaksanakan berbagai upaya. Upaya tersebut adalah pembangunan jalan baru, perbaikan, peningkatan dan pemeliharaan jalan lama. Salah satu upaya tersebut dengan dilaksanakannya Proyek Peningkatan Ruas Jalan Motong-Singkohor di Daerah Aceh Singkil.

Dalam Tugas Akhir ini penyusun mengevaluasi kembali tebal lapis perkerasan pelebaran yang telah direncanakan oleh konsultan perencana dengan menggunakan petunjuk perencanaan tebal perkerasan jalan raya dengan metode analisa komponen (Bina Marga) yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan umum. Penyusun melakukan pengumpulan – pengumpulan data-data yang penting yaitu data teknis, data non teknis serta data pendukung lainnya. Data – data ini diperoleh dengan mengadakan pendekatan kepada pihak yang terkait baik dengan mengadakan diskusi, tanya jawab, dan pengamatan langsung dilapangan.

Dari data didapat ketebalan untuk masing-masing lapisan perkerasan, yaitu pada Sta. 0 + 000 – 2 + 500 tebal lapis pondasi bawah sebesar 20.4 cm, tebal lapis pada pondasi atas sebesar 15 cm dan tebal lapis permukaan sebesar 4 cm, dan pada pondasi Sta. 2 + 500 - 4 + 000 tebal lapis permukaan sebesar 4 cm yang sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan.

Kata kunci : Perkerasan, pondasi

ABSTRACT

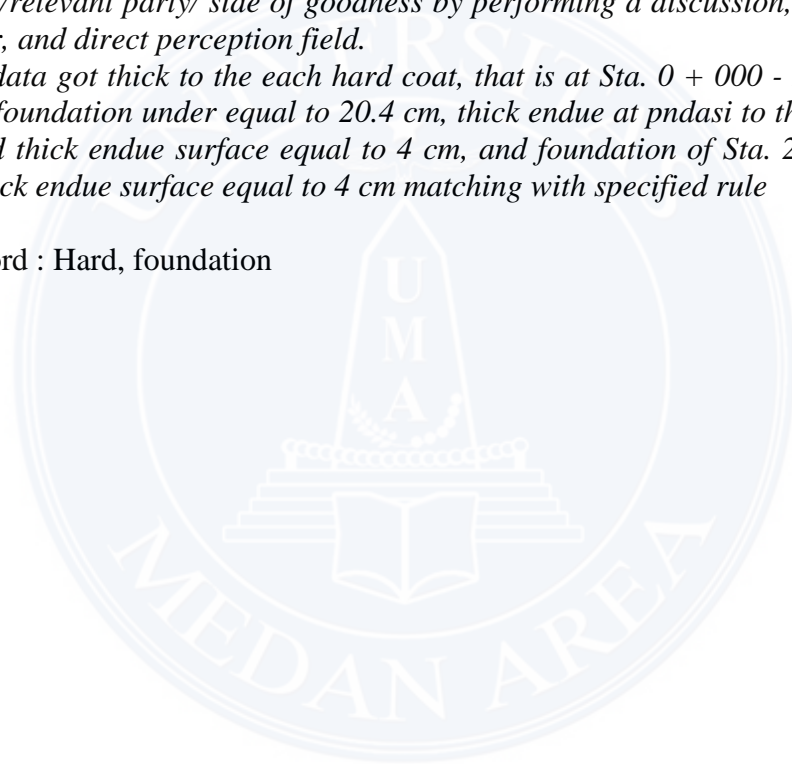
Roadway is an trajectory with aim to to overcome traffic land from an tempt to place which its itshis. Important considering of him role of road;street, hence government execute various effort. The effort is new road-works, repair, improvement and conservancy of old road;street.

One of the the effort with implementation of Project Of the Make-Up of Joint Streets of Motong-Singkohor in Area Acheh of Singkil.

In this Final Duty of compiler evaluate thick to again endue enlargement ossifying which have been planned by planner consultant by using guide of thick planning is roadway ossifying with method analyse component (Construct Clanly) which released by Department Public work. Compiler do/conduct gathering - gathering of important datas that is technical data, data ofis non technical and also its supporter data of him. Data - this data of diperleh by performing a approach to related/relevant party/ side of goodness by performing a discussion, question and answer, and direct perception field.

From data got thick to the each hard coat, that is at Sta. 0 + 000 - 2 + 500 thick endue foundation under equal to 20.4 cm, thick endue at pndasi to the equal to 15 cm and thick endue surface equal to 4 cm, and foundation of Sta. 2 + 500 - 4 + 000 thick endue surface equal to 4 cm matching with specified rule

Keyword : Hard, foundation



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu infrastruktur yang berperan penting dalam berkembangnya suatu Negara adalah infrastruktur jalan. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 Tahun 2004 Tentang J, jalan merpaan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Jalan raya sebagai suatu perhubungan harus memenuhi syarat teknis dan ekonomis sesuai fungsi, volume dan sifat-sifat lalu lintas sehingga lalu lintas tersebut lancar serta aman bagi para penggunannya. Berdasarkan Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970, fungsi jalan terbagi tiga. Fungsi utama yaitu melayani lalu lintas tinggi antar kota-kota penting, sehingga harus direncanakan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Fungsi sekunder yaitu melayani lalu lintas yang cukup tinggi antara kota-kota penting dan kota – kota yang lebih kecil serta sekitarnya. Dan fungsi penghubung yaitu untuk keperluan aktivitas daerah yang juga dipakai sebagai penghubung antara jalan-jalan dari golongan yang sama atau berlainan.

Berdasarkan fungsi jalan di atas dan juga beberapa factor lain seperti volume lalu lintas, kondisi lingkungan, dan kondisi tanah maka dapat ditentukan jenis perkerasan yang sesuai serta tebal setiap lapis perkerasan yang digunakan.

Perkerasan jalan merupakan hal yang paling penting dalam konstruksi jalan raya sehingga perencanaannya harus dilakuakn dengan benar. Jika terjadi suatu masalah atau kerusakan seperti lubang, retak atau licin maka akan berakiabt pada kelancaran lalu lintas. Setiap Negara mempunyai ketentuan perencanaan perkerasan masing-masing. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan Negara Negara tersebut. Di Indonesia perkerasan jalan direncanakan sesuai dengan metode analisa komponen Binar Marga, 1987.

Kerusakan pada jalan diakibatkan oleh beban lalu lintas yang diterima permukaan perkerasan di bawahnya. Setiap lapis struktur perkirasan akan mengalami tegangan dan regangan, nilai tegangan dan regangan maksimal berada tepat di bawah beban kendaraan tersebut. Tegangan dan regangan pada struktur perkerasan tidak hanya dipengaruhi oleh beban lalu lintas yang terjadi di permukaan tetapi juga dipengaruhi oleh tebal setiap lapisan, jenis lapisan dan lain-lain.

1.2. Maksud dan tujuan

Adapun maksud dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk menganalisa kembali perencanaan tebal lapis perkerasan pada ruas jalan.

Adapun tujuandari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan hasil analisa tebal lapis perkerasan pada ruas Jalan dan membandingkan hasil evaluasi perencanaan tebal lapis perkerasaan proyek peningkatan ruas jalan dengan hasil perhitungan tebal lapis perkerasan jalan yang telah direncanakan/dihitung oleh konsultasi perencana.

1.3. Permasalahan

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan raya, banyak hal yang dapat dijadikan suatu topik permasalahan. Untuk merencanakan peningkatan jalan, ada beberapa hasil yang harus diperhatikan antara lain :

1. Umur Rencana
2. Penentuan tebal lapisan perkerasan pada peningkatan jalan
3. Material yang dipergunakan
4. Sistem Drainase atau saluran pembuangan air
5. Pekerjaan pengaspalan jalan

1.4. Batasan Masalah

Luasnya masalah yang menyangkut pelaksanaan Konstruksi jalan raya, baik dari segi perencanaan perkerasan, pengaspalan, sistem drainase maka untuk menghindari penyimpangan pengolahan data yang terlalu jauh dan agar pembahasannya tidak terlalu luas serta sesuai dengan kelengkapan perolehan data, maka batasan tinjauan masalah pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Merencanakan umur rencana
2. Merencanakan Tebal Lapisan Perkerasan

1.5. Metodologi

Penulisan Tugas Akhir ini berbentuk studi kasus dan dievaluasi berdasarkan tahapan –tahapan sebagai berikut :

a. Data Primer

Yaitu melakukan pengamatan langsung kelapangan terhadap proyek yang dilaksanakan.

Data primer tersebut antara lain :

1. L (Panjang jalan efektif /m)
2. B (lebar jalan/m)
3. Kelas jalan
4. Jenis material yang digunakan

Lalu data-data yang didapat diatas diolah dan dimasukkan kedalam perhitungan dengan rumusan yang ada untuk memperoleh nilai tebal lapis perkerasan jalan yang dibutuhkan.

b. Data Sekunder

Yaitu melakukan perbandingan dari berbagai literatur dan instansi terkait dimana penulisan dapat mengambil segala aspek yang menyangkut teori dari rumusan yang diperlukan.

Data primer merupakan rumuan dan teori yang didapat dari berbagai literatur/ buku pedoman antara lain :

1. Lintas Harian rata-rata (LHR_{ur})
2. Angka ekivalen (E)
3. Lintas ekivalen permulaan (LEP)
4. Lintas ekivalen akhir (LEA)
5. Lintas ekivalen tengah (LET)
6. Lintas ekivalen rencana (LER)
7. Daya dukung tanah (DDT)

Lalu data – data yang didapat diatas diolah dan dimasukkan ke dalam perhitungan dengan rumusan yang ada untuk memperoleh nilai tebal lapis perkerasan jalan yang dibutuhkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Konstruksi jalan telah dibuat sejak lama, karena aktivitas pengangkutan merupakan kegiatan dasar manusia. Pada awalnya, konstruksi jalan tanah yang diperkeras dianggap cukup karena beban kendaraan dan arus lalu lintas masih ringan. Dengan perkembangan jaman, jalan tanah dinilai tidak memadai karena jalan tersebut mengalami kerusakan. Selanjutnya dipikirkan teknik untuk memberi lapis tambahan di atas permukaan jalan dalam rangka memperkuat daya dukung jalan terhadap beban. Oleh karena lapis tambahan tersebut perlu diperkeras dengan maksud untuk memperkuat daya dukung terhadap beban lalu lintas maka disebut perkerasan (*pavement*).

Perkerasan yang dibuat untuk konstruksi jalan disebut perkerasan jalan. Hal tersebut dimaksudkan untuk membedakan dengan perkerasan yang dibuat untuk tujuan lain seperti bandar udara, parkir, dan terminal.

2.2.1. Jenis Perkerasan Jalan

Beban kendaraan akan disalurkan roda ke perkerasan jalan di bawahnya. Sebagian besar beban tersebut didukung lapis perkerasan di atas tanah dasar. Batuan butiran/granular yang disusun dengan baik secara alamiah memiliki sifat saling mengunci sehingga cukup stabil mendukung beban roda sampai ukuran berat tertentu. Namun demikian, jika beban yang bekerja di atas permukaan jalan ternyata meningkat dan melebihi kemampuan sifat saling kunci agregat maka susunan butiran tersebut dapat “lari”. Oleh karena itu maka diperlukan bahan ikat agregat yang menyatukan agregat. Pada umumnya jenis perkerasan jalan

dibedakan menurut bahan ikatnya yaitu perkerasan jalan aspal dan perkerasan Jalan semen/beton.

Perkerasan jalan aspal adalah perkerasan jalan yang permukaan bagian atasnya menggunakan campuran agregat-aspal. Struktur perkerasan jalan aspal bersifat relatif lentur karena aspal dapat melunak bila suhu meningkat atau dibebani secara terus menerus. Oleh karena itu maka perkerasan jalan aspal sering juga disebut perkerasan lentur.

Perkerasan jalan beton/semen adalah perkerasan jalan yang permukaan bagian atasnya menggunakan campuran agregat-semen yang dibentuk menjadi pelat-pelat. Struktur perkerasan jalan beton aspal bersifat relatif kaku karena ikatan kimia antara agregat dan semen menghasilkan struktur komposit yang keras dan kuat. Oleh karena itu maka perkerasan jalan beton sering juga disebut perkerasan kaku.

Pertimbangan pemilihan konstruksi perkerasan jalan, apakah perkerasan jalan lentur atukah perkerasan kaku, melibatkan sejumlah faktor sebagai pertimbangannya, antara lain faktor teknis, pendanaan, kenyamanan dan keamanan berkendara bahkan seringkali harus mempertimbangkan aspek politis. Jika rencana perkerasan jalan nantinya melewati permukaan tanah dasar yang sudah keras maka secara teknis cukup digunakan struktur perkerasan lentur. Jika rencana jalan terpaksa melewati daerah yang tanah dasarnya berdaya dukung jelek, maka secara teknis jenis perkerasan kaku lebih stabil dalam mendukung beban. Namun perkerasan lentur pada umumnya memberikan kenyamanan yang lebih baik dibandingkan perkerasan beton. Dilihat dari pembiayaan, terdapat sisi *plus dan minus* masing-masing tipe perkerasan jalan. Perkerasan lentur

membutuhkan perawatan baik rutin atau berkala untuk mempertahankan kinerjanya agar tetap baik, sedangkan perkerasan kaku pada umumnya dianggap tidak memerlukan perawatan rutin atau berkala. Namun, biaya pembangunan konstruksi perkerasan kaku lebih tinggi dari biaya pembangunan konstruksi perkerasan lentur.

Ada juga jenis perkerasan jalan yang menggabungkan konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku, yaitu perkerasan komposit. Perkerasan komposit terdiri dari pelat beton yang berfungsi struktural dan lapis tipis campuran beraspal yang berfungsi non struktural. Dengan demikian dalam perkerasan komposit, pelat beton yang mendukung beban lalu lintas sedangkan lapis tipis campuran beraspal menyediakan kekesatan dan kerataan permukaan jalan. Jenis perkerasan komposit pada umumnya diterapkan pada perkerasan bandara atau jalan raya yang *demand* lalu lintasnya tinggi dan tuntutan persyaratan kinerjanya tinggi.

2.2.2. Susunan Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan dibangun di atas tanah dasar. Lapis perkerasan jalan yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan disebut lapis permukaan (*surface course*). Lapis permukaan berfungsi struktural dan non struktural. Di antara lapis permukaan dan tanah dasar terdapat lapis antara yang disebut lapis pondasi. Lapis pondasi bermanfaat untuk mendukung struktur perkerasan jalan secara struktural dan sebagai rantai kerja untuk pembuatan konstruksi lapis permukaan. Rantai kerja diperlukan karena pelaksanaan pembuatan konstruksi lapis permukaan melibatkan banyak peralatan berat. Lapis pondasi dapat dibuat satu lapisan dengan

jenis bahan yang sarna. Seringkali lapis pondasi juga dibuat menjadi dua lapisan yang berbeda kualitasnya yaitu lapis pondasi atas (LPA) dan lapis pondasi bawah (LPB). Susunan perkerasan akan diuraikan lebih lengkap pada bab-bab berikutnya.

2.2.3. Bahan Susun Perkerasan

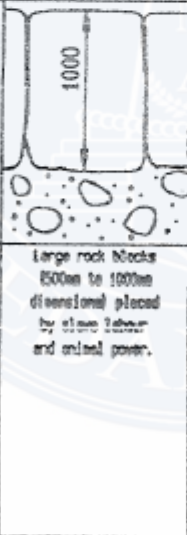
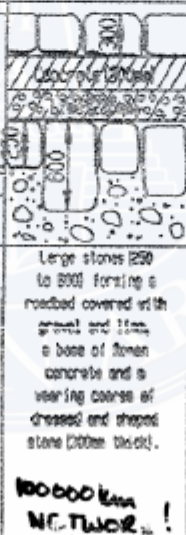


Bahan susun perkerasan terutama berupa agregat, aspal, atau semen. Agregat merupakan komponen pendukung utama terhadap beban lalu lintas. Aspal atau semen merupakan bahan ikat butiran agregat yang menjaga agar agregat tidak “lari” pada saat beban kendaraan bekerja. Penggunaan aspal atau semen tidak hanya terbatas penggunaannya untuk lapis permukaan saja, tetapi juga dapat digunakan untuk LPA, LPB bahkan tanah dasar sebagai bahan stabilisasi.

2.2.4. Perkembangan Konstruksi Perkerasan



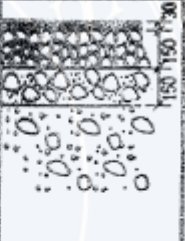
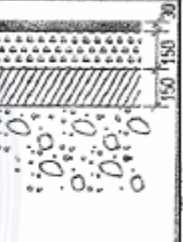
Perkembangan konstruksi perkerasan yang dikenal dalam peradaban manusia, yaitu sejak jaman Persia–Mesopotamia sampai dengan jaman modern. Secara umum, konstruksi perkerasan yang dilaksanakan di lapangan menggunakan bahan-bahan konvensional yaitu aspal minyak dan agregat yang ditambang langsung di alam.

Di masa mendatang, pemanfaatan material inovatif sebagai bahan jalan serta pelaksanaan konstruksi jalan yang ramah lingkungan mulai dipertimbangkan. Beberapa contoh material inovatif yang dapat digunakan sebagai bahan konstruksi jalan adalah tar atau bio-aspal, serat alam, agregat hasil pengolahan limbah, komposit serta *smart/advanced material*. Gambar 1.2

menyajikan beberapa contoh material inovatif bahan jalan. Gambar 1.3 menyajikan contoh konstruksi jalan yang ramah lingkungan.

PERIOD AND ERA	PERSIAN MESAPOTAMIAN ASSIRIAN +/-2000 BC TO +/-500 BC	ROMAN ROAD BUILDING +/-450 BC TO +/-500 AD	TRESAGUET +/-1790 TELFORD +/-1810	WATERBOUND MACADAM +/-1820 TO +/-1860
EQUIPMENT AND TECHNOLOGY BREAKTHROUGHS	Wood, bronz and later iron tools The discovery of the <u>wheel</u> .	Roman cement, iron and bronz digging and shaping tools. Horse-drawn carts and <u>rollers</u> .	Mauls, hammers, spades, horse-drawn carts.	Forks, rakes, spedes, hammers horse-drawn carts/wagons and <u>rollers</u> .
TRAFFIC	Pedestrians, horse-drawn charriots, sledges, light wagons.	Pedestrians, Horse/Ox-drawn carts, wagons and <u>heavy war machinery</u> .	Pedestians, animal-drawn wagons, carts, etc.	Pedestians, animal-drawn wagons, carts, etc.
STRUCTURE				
CONSTRUCTION	Large rock blocks (500mm to 1000mm dimensions) placed by stone labour and animal power.	Large stones (250 to 300) forming a roadbed covered with gravel and lime, a base of Roman concrete and a wearing course of dressed and shaped stone (200mm block). 10000km NETWORK!	Broken stone (100mm) placed on foundation layer of rock (200mm) smaller stone driven into voids and protruding points broken off. • drainage • camber • maintenance	Patenented design. Genesis of Telford layer. Broken stone 50mm to 75mm placed by hand with forks rakes and spades in 75mm layers with stone on stone interlock. Voids filled with filler material and bound with water and horse-drawn roller.

Gambar 2.1 Perkembangan Konstruksi Perkerasan Lentur

PERIOD AND ERA	MACADAM EARLY MECHANISED +/-1860 TO +/-1890	BITUMEN MACADAM EARLY MECHANISED +/-1890 TO +/-1930	SURFACED MACADAM MECHANISED +/-1930 TO +/-1960	HIGH QUALITY CRUSHED STONE BASE +/-1950 TO PRESENT
EQUIPMENT AND TECHNOLOGY BREAKTHROUGHS	Stone crusher 1858 (Blake) Heavy steam roller, 1860 (Avelling and Porter). Dynamite 1867 (Nobel).	Internal combustion engine 1861 (Lenoir) 1865 (Daimler).	Motorised graders, pavers and heavy rollers.	Pneumatic and vibratory rollers.
TRAFFIC	Pedestrians, animal-drawn wagons, carts, etc. Weight of vehicles increased.	Motorised vehicles with increased speed, weight and contact pressure.	Larger volumes of motorised vehicles with increasing weight, speed, and contact pressure.	Larger volumes of motorised vehicles with increasing weight, speed, and contact pressure.
STRUCTURE				
CONSTRUCTION	Crusher facilitated single sized stone production and bigger layer lifts (150mm to 200mm) made possible by steam roller.	Water grading with bitumen and tar placed and sprayed on single stone layers laid-in with smaller stone (50mm to 20mm). Layer thickness 75mm to 100mm.	Practic hot asphalt surfacing placed 20mm to 30mm on top of 150mm to 250mm water-bound macadam base. Rollers, pavers, graders provided mechanization.	Practic hot asphalt surfacing placed 20mm to 30mm on top of crushed stone base with continuous grading max. size 37mm placed by grader or paver. Vibratory rollers enhanced compaction. Oriented subbase construction enhanced structural capacity, too.

Gambar 2.2. Perkembangan Konstruksi Perkerasan Lentur (lanjutan)



(a) Cangkang kelapa sawit sebagai sumber pembuatan aspal hayati



(b) Limbah kulit jagung sebagai sumber aspal hayati



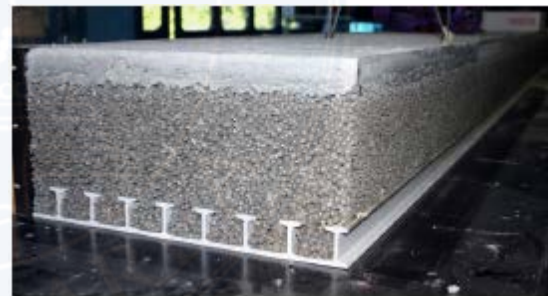
(c) Abu sekam padi sebagai bahan pembuatan batu bata



(d) Komposit aspal dan paving block



(e) Komposit blok semen fotokatalis



(f) Komposit baja profil dan beton ringan

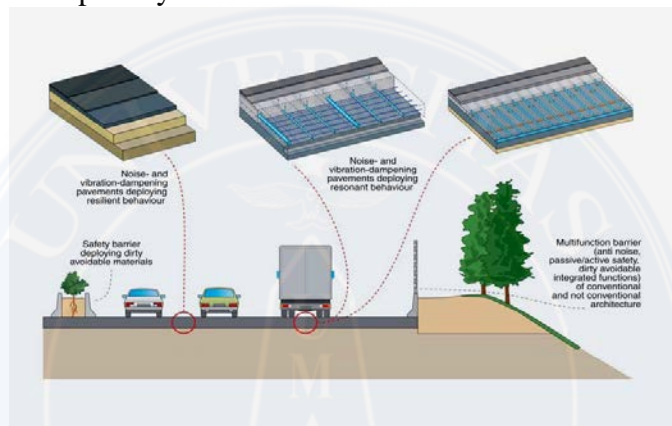
Gambar 2.3. Beberapa material inovatif konstruksi jalan



(a) Konstruksi perkerasan lentur menggunakan bioasphalt vegecol™ aspal hayati



(b) Konstruksi perkerasan modular menggunakan batu bata dari abu sekam padi



(c) Konstruksi perkerasan ramah lingkungan di Eropa

Gambar 2.4 Konstruksi Jalan yang Ramah Lingkungan

2.2.5. Jenis Konstruksi Perkerasan

Bahan pengikat konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas tiga jenis. Ketiga jenis tersebut adalah :

1. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Yaitu perkerasan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan, yang bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan di bawahnya sampai ke tanah dasar.

2. Perkerasan kaku (Rigid Pavement)

Yaitu perkerasan menggunakan semen (Portland Cement) sebagai bahan pengikat. Perkerasan ini terdiri dari pelat beton dengan atau tanpa besi tulangan yang di cor diatas tanah dasar yang telah dipadatkan, baik dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton tersebut.

3. Perkerasan Komposit (Composite Pavement)

Yaitu kombinasi antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku, yaitu perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku dapat dilihat dari tabel 2.1. dibawah ini.

Tabel 2.1. Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

No	Kategori	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi Beban	Jika ada beban roda, pada permukaan perkerasan akan terjadi lendutan dan apabila beban hilang akan kemali ke bentuk semula	Jika ada beban roda, pada permukaan perkerasan akan tetap kaku tetapi lama kelamaan akan timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan akan bergelombang mengikuti tanah dasar	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah, maka timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah, maka timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber : Direktur Jenderal Bina Marga

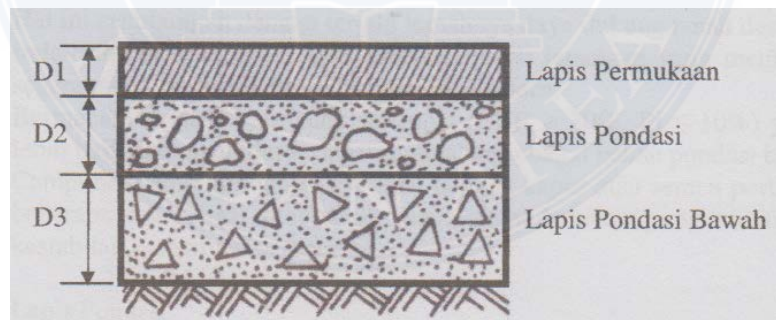
Pada umumnya konstruksi perkerasan jalan meliputi : lapis konstruksi bawah (sub base course), lapis pondasi atas (base course) dan lapis permukaan (surface course).

2.2.6. Fungsi Lapisan Konstruksi Perkerasan Jalan

Fungsi utama lapisan konstruksi perkerasan jalan adalah untuk melindungi tanah dasar (Sub grade) terhadap tekanan dan beban lalu lintas yang menimbulkan gaya-gaya. Gaya – gaya ini muncul sebagai akibat perlawanan dari tanah dasar (sub grade) terhadap beban dari lalu lintas yang diterimanya beban tersebut adalah:

1. Muatan atau berat kendaraan berupa gaya vertikal
2. Gaya gesekan akibat rem berupa gaya horizontal
3. Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1. dibawah ini :



Gambar 2.5. Pembebanan Pada Lapisan – Lapisan Konstruksi Perkerasan

Karena sifat dari gaya-gaya tersebut makin kebawah makin menyebar, maka pengaruhnya makin kebawah makin berkurang sehingga muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda.

Konstruksi yang dibuat seperti gambar 2.1. tersebut dikembangkan dari kenyataan bahwa penerusan gaya-gaya akibat beban lalu lintas dari permukaan

jalan ke bawah merupakan sebuah kerucut (conus) sehingga Konstruksi gaya-gaya persatu satuan luas permukaan sebagai berikut :

Bagian A : lapisan permukaan (surface course)

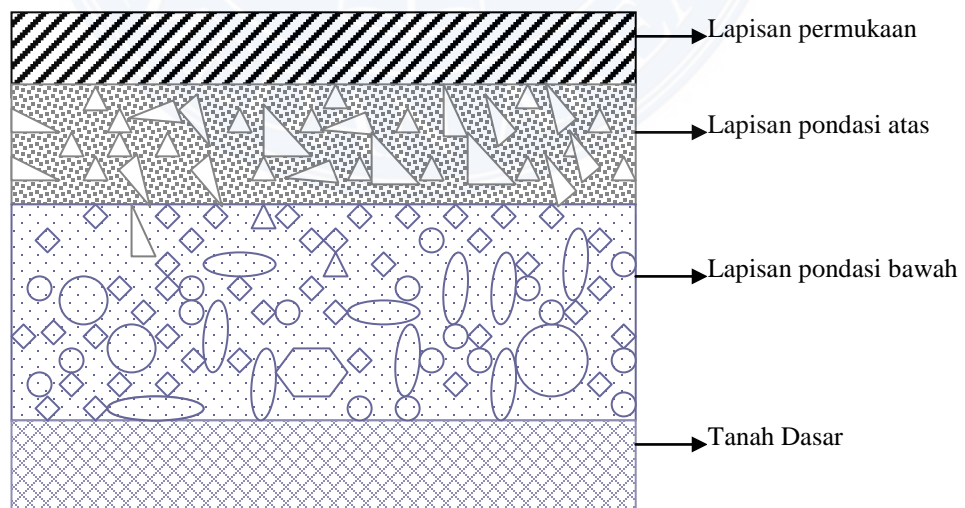
Lapisan permukaan ini menerima gaya-gaya vertikal, gaya horizontal dan getaran - getaran secara penuh, sehingga lapisan ini mempunyai syarat daya dukung yang paling besar.

Bagian B : lapisan produksi (base course dan sub base course)

Lapisan ini hanya meneruskan gaya vertikal dan getaran-getaran hampir penuh sedang gaya-gaya horizontal sudah berkurang, sehingga persyaratan daya dukung untuk ini sudah agak berkurang dibandingkan dengan bagian A yaitu lapisan permukaan.

Bagian C : lapisan tanah dasar (sub grade)

Pada lapisan ini yang diterima adalah gaya-gaya vertikal sedangkan untuk muatan gaya-gaya horizontal dan getaran-getaran sudah tidak diterima lagi sebab penyebaran gaya –gaya makin kebawah makin menyebar.



Gambar 2.6.. Lapisan Konstruksi Perkerasan

2.2.7. Lapisan Permukaan (surface course)

Lapisan permukaan (surface course) adalah lapisan yang menerima keseluruhan beban dan gaya-gaya yang ditimbulkan kendaraan baik itu gaya vertikal, gaya horizontal dan getaran-getaran akibat beban roda.

Lapisan permukaan ini mempunyai fungsi sebagai

1. Lapisan perkerasan yang menerima dan menahan beban roda
2. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak mudah meresap ke lapisan dibawahnya dan dapat mengurnagi kekuatan lapisan tersebut.
3. Lapisan aus (wearing course), yaitu lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan berikutnya yang mempunyai daya dukung yang lebih rendah.

Bahan yang digunakan untuk lapis permukaan ini umumnya sama dengan bahan yang digunakan untuk lapis pondasi tetapi persyaratannya lebih tinggi. Penggunaan bahan aspal pada lapis permukaan ini berfungsi untuk melindungi lapisan pondasi karena aspal bersifat kedap air, disamping aspal juga memberikan bantuan tegangan tarik, yang berarti mempertinggi daya dukung lapisan terhadap beban roda lalu lintas.

Pemilihan bahan yang akan digunakan untuk lapis permukaan perlu dipertimbangkan dari segi kegunaannya dan lalu lintas yang bagaimana yang akan melintas, umur rencana dari jalan yang direncanakan berdasarkan perkembangan jumlah lalu lintas dan juga perlu diperhatikan untuk

pengembangan selanjutnya agar tercapai manfaat yang sebesar-besarnya dari jalan yang direncanakan tersebut.

2.3. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)

Pondasi atas (base course) adalah pondasi yang langsung mendukung lapisan penutup atau aspalan di atasnya, sehingga pengaruh muatan lalu lintas masih sangat besar. Lapisan pondasi atas ini mempunyai fungsi sebagai :

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

Material yang digunakan untuk lapisan base adalah material yang cukup kuat. Untuk lapisan base tanpa pengikat umumnya digunakan material dengan nilai CBR > 50 % dan indeks plastisitas $PI < 4.5$. Bahan – bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dan kapur dapat digunakan sebagai lapisan base.

Oleh karena itu persyaratan untuk base ini akan lebih berat dari pada persyaratan untuk lapisan pondasi bawah (sub base course). Adapun persyaratan untuk lapisan base adalah sebagai berikut :

1. Kualitas bahan harus baik
 - a. Mengenai kekerasan atau kekuatan
 - b. Mengenai bentuk butir
2. Gradasi butir-butir harus merupakan susunan yang rapat.

3. Kandungan filter harus cukup, tetapi tidak melampaui batas maksimum atau minimum.
4. Homogenitas harus sesempurna mungkin.

Tebal lapisan base ini tergantung kepada kepadatan lalu lintas (kelas jalan) dan tebal lapisan aspal di atasnya.

Tabel 2.2. Batas Tebal Minimum Untuk Pondasi Atas (Base Course)

No	Keadaan lalu lintas	Tebal Aspal Minimum
1	Lalu lintas sangat padat	25 cm
2	Lalu lintas padat	20 cm
3	Lalu lintas sedang	15 cm
4	Lalu lintas rendah	12.5 cm

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

Adapun persyaratan lainnya dari material base adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3. Persyaratan Fisik Agregat Base course

No	Pengujian	Persyaratan
1	Percobaan Abrasi (Abration Test)	Max 40 %
2	Kehilangan berat akibat pelapukan Sodium / Natrium Sulfat dalam 5 kali putaran	Max 15 %
3	Indeks Plastisitas	Max 4 5
4	Nilai CBR pada kepadatan max	Max 80 %
5	Agregat yang tertahan saringan no. 4 mempunyai bidang pecah (fractus face)	Max 75 %

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

Tabel 2.4. Persyaratan Gradasi agregat Base Course

Ukuran Saringan		Persentase berat Lolos Saringan	
ASTM (mm)	Inchi	Kelas A	Kelas B
50	2	100	100
25	1	65 – 90	65 – 100
9.5	3/8	40 – 60	35 – 65

4.75	No.4	25 – 45	20 – 50
2	No. 10	12 – 30	10 – 40
0.425	No. 40	6 – 16	5 - 25
0.075	No. 100	0 – 8	2 – 15

Sumber : Direktorat enderal Bina marga No. 01/PD/B/1983

Berdasarkan gradasi agregat, lapisan base dapat dibagi dalam dua jenis konstruksi yaitu sebagai berikut :

1. Gradasi Menerus (Continuous Grading)

Jenis konstruksi ini adalah lapisan konstruksi perkerasan yang menggunakan bahan agregat pecah atau kerikil pecah yang ukuran butirannya menerus (Continuous grading) mulai dari ukuran butiran maksimum sampai butiran yang paling halus. Contoh : Soil Agregat Material

2. Gradasi Senjang (Segregasi Grading)

Segregasi grading adalah lapisan konstruksi perkerasan yang menggunakan bahan agregat pecah yang terdiri dari agregat pokok, agregat pengunci dan penutup, gradasinya dibuat secara terpisah satu sama lainnya.

Contoh : perkerasan Mac Adam

2.3.1. Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Pondasi bawah (sub base course) adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar, biasanya mempunyai ketebalan 20-30 cm yang terdiri dari material berbutir kasar (granular material) yang merupakan campuran pasir dan batu.

Lapis pondasi bawah ini merupakan fungsi sebagai berikut :

1. Bagian dari Konstruksi perkerasan yang mendukung dan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
2. Sebagai lapisan peresap, sehingga air pada tanah tidak berkumpul di pondasi.
3. Sebagai lapis pertama karena tanah dasar yang tidak mendukung terhadap berat roda-roda alat-alat berat atau dikarenakan kondisi lapangan yang masih lembek.
4. Lapisan yang mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

Pada umumnya bahan base terdiri dari campuran alami (natural) atau buatan, diantaranya :

1. Soil Agregat Material
2. Natural Sandy Gravel (pasir batu atau pitrun)
3. Tanah pilihan
4. Stabilitas tanah

Mutu bahan sangat mempengaruhi masa pelayanan perkerasan maka untuk itu sebelum bahan tersebut digunakan perlu diadakan pemeriksaan terlebih dahulu. Semua material harus bersih dari kotoran-kotoran, bahan-bahan organik dan bahan-bahan lainnya yang mempengaruhi buruknya perkerasan.

Material yang digunakan harus memenuhi persyaratan kelas A, B atau C tergantung dari persyaratan yang dibutuhkan, dengan nilai $CBR \geq 20 \%$ dan indeks plastisitas $PI \leq 10 \%$.

Agregat untuk sub base kelas A terdiri dari batu pecah, kerikil pecah atau kerikil dengan kualitas seperti dalam AASHTO M₁₄₇ sebagai berikut :

Tabel 2.5 Persyaratan Gradasi Kelas A

ASTM Standard Sieves	Persen berat yang lewat
3"	100
1 ^{1/2} "	60 – 90
3/4 "	47 – 70
3/8"	24 – 56
No. 4	13 – 45
No. 8	6 – 36
No. 30	2 – 22
No. 40	2 – 8
No. 200	0 – 100

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

Agregat untuk sub base kelas B terdiri dari campuran kerikil, pecahan batu yang mempunyai berat jenis yang seragam dengan pasir lanau atau lempung yang memenuhi persyaratan di bawah ini ;

Tabel 2.6. persyaratan Gradasi kelas B

ASTM Standard Sieves	% Berat yang lewat
3"	100
1 ^{1/2} "	75 – 100
3/4 "	55 – 85
3/8"	50 – 80
No. 4	40 – 70
No. 8	30 – 60
No. 30	20 – 50
No. 40	10 – 30
No. 200	5 – 15

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

Agregat untuk sub base kelas C terdiri dari pasir dan kerikil dengan gradasi baik menurut persyaratan di bawah ini ;

Tabel 2.7. Persyaratan gradasi Kelas C

ASTM Standard Sieves	% Berat yang lewat
1 ^{1/2"}	100 max
No. 10	80 max
No. 200	15 max

Sumber : Spesifikasi Proyek transportasi Kota Medan Volume III

2.4. Tanah Dasar (Sub Grade)

Tanah dasar (sub grade) adalah permukaan tanah aspal, permukaan galian atau permukaan timbunan yang dipadatkan untuk mencapai kestabilan yang tinggi. Terhadap perubahan volume dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan elemen-elemen perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat – sifat dan daya dukung tanah dasar.

Untuk menyatakan kualitas dari setiap bahan untuk tanah dasar (sub grade) biasanya dipakai cara California Bearing Ratio (CBR). Yang dimaksud dengan CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standard dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Harga CBR dapat dikorelasikan dengan nomogram yang ada terhadap Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) seperti yang terlihat pada gambar 2.3. dibawah ini :



Gambar 2.7. Koeralsi DDt dan CBR

Untuk tanah dasar ini American association Society Highway and Transport Organization (AASHTO) memberikan beberapa kategori tanah dasar sebagai berikut antara lain :

- Tanah dasar dengan CBR 2 % - 5 5 adalah jelek
- Tanah dasar dengan CBR 5 % - 9 % adalah sedang
- Tanah dasar dengan CBR lebih besar 9 % adalah baik.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

1. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas. Perubahan bentuk yang besar akan mengakibatkan jalan menjadi rusak

2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat adanya perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan memadatkan tanah pada kadar air optimum sehingga mencapai kepadatan tertentu sehingga perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi.
3. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, sehingga perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda-beda dengan membagi jalan atas segmen-segmen.
4. Tamabahn pemadatan akibat lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (granular soil) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.
5. Perbedaan penurunan (differential settlement) akibat terdapatnya lapisan-lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar. Pemeriksaan dengan alat bor akan dapat memberikan gambaran yang jelas tentang lapisan tanah dibawah tanah dasar.

Untuk sedapat mungkin mencegah timbulnya persoalan diatas maka tanah dasar harus dikerjakan sesuai dengan “Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya”.

2.5. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Perhitungan Konstruksi Perkerasan

Seperti dijelaskan sebelumnya bahwa lapisan-lapisan konstruksi perkerasan adalah lapisan yang tersusun dari agregat yang disusun diatas tanah,

dimana lapisan tersebut berfungsi memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke tanah dasar.

Tebal dari pada lapis perkerasan perlu ditentukan dengan perhitungan sedemikian rupa yang melintas nantinya, ketebalan dari lapis konstruksi jalan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah :

- Peranan dan tingkat pelayanan
- Struktur tanah dasar
- Data lalu lintas
- Sifat bahan dan jenis konstruksi perkerasan
- Faktor lingkungan

2.5.1. Peranan dan Tingkat pelayanan

Pada umumnya peranan dan tingkat pelayanan pada suatu jalan mempengaruhi perencanaan ruas jalan. Semakin penting peranan jalan yang bersangkutan dan semakin tinggi intensitas lalu lintasnya, maka semakin besar ruas jalan yang direncanakan. Jika dilihat dari peranannya maka ruas jalan Sidourip- Limbong mempunyai peranan sebagai jalan penghubung.

2.5.2. Struktur tanah dasar

Struktur dari pada tanah dasar sangat berpengaruh dalam perencanaan suatu konstruksi perkerasan jalan raya. Untuk mengetahui struktur lapisan tanah dasar serta sifat-sifat fisik maupun teknik dari tanah dasar maka diperlukan data tanah dasar yang meliputi :

- Klasifikasi tanah dasar
- Kedap air
- Berat jenis
- Daya dukung tanah

2.53. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas sangat dibutuhkan dalam perencanaan suatu konstruksi jalan raya. Adapun variabel yang dapat mempengaruhi suatu atbel perkerasan jalan raya adalah :

- Volume lalu lintas
- Susunan sumbu dan roda
- Beban sumbu
- Pertumbuhan lalu lintas
- Jumlah jalur dan arah lalu lintas

Volume Lalu Lintas

Dalam perencanaan jalan raya faktor volume lalu lintas perlu diketahui yang berguna untuk menentukan kelas dari pada kelas jalan tersebut. Volume lalu lintas tersebut untuk jalan kabupaten dipengaruhi oleh faktor penyesuaian (koefisien) yang berpengaruh terhadap data perhitungan LHR.

Untuk penilaian setiap kendaraan dengan faktor penyesuaian tersebut digunakan seperti yang terdapat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8. Faktor Penyesuaian Terhadap Data LHR

Tipe Pemakai Jalan	Faktor Penyesuaian
Pejalan Kaki/ Pikulan / Gendongan	0.05
Sepeda / Sepeda + barang	0.11
Becak	0.4
Sepeda Motor	0.2
Pickup Penumpang	1.24
Pickup Barang	0.94
Bis	1.92
Truk Ringan	1.45
Truk Sedang	2.17
Truk Berat	2.48
Sedan/ Jeep	1.35

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

Untuk didaerah perbukitan dan pegunungan, koefisien diatas dapat dinaikkan khusus untuk daerah bermotor, sedangkan untuk kendaraan tak bermotor tidak perlu dihitung.

Susunan Sumbu Pada Roda

Susunan dari pada sumbu roda perlu diketahui untuk perencanaan tebal perkerasan pada jalan raya, hal ini perlu diketahui karena apakah nantinya kendaraan yang akan melintas bersumbu tunggal atau sumbu ganda, sehingga agar dapat diketahui berapakah beban yang dapat dipikul oleh jalan tersebut sesuai dengan kebutuhannya.

Beban sumbu

Beban dari pada sumbu kendaraan perlu diketahui, agar dapat diketahui ekivalennya sesuai dengan sumbu apakah sumbu tunggal atau sumbu ganda.

Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas perlu diketahui agar perencanaan dari pada jalan tersebut dapat sesuai dengan perkembangan lalu lintas dimasa yang akan datang, setelah kita ketahui perkembangan lalu lintas pertahunnya maka kita dapat merencanakan tebal perkerasan dari pada jalan tersebut dengan tidak mengakibatkan persyaratan lainnya.

Jumlah Jalur dan Arah Lalu lintas

Dengan mengetahui perkembangan lalu lintas maka kita akan dapat merencanakan jumlah jalur dan arah dari lalu lintas tersebut dan juga dapat merencanakan lebar dari jalan tersebut.

Sifat bahan dan jenis perkerasan ini berkaitan dengan yang telah diuraikan pada bentuk susunan konstruksi perkerasan, sehingga kita mendapat koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya. Adapun jenis-jenis lapisan konstruksi perkerasan pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Pada umumnya surface ini adalah konstruksi peraspalan dan konstruksi ini terbagi atas 2 (dua) golongan besar ;

a. Penyiraman dan peleburan aspal (Spraying and Coating)

- Penyiraman pendahuluan (Prime Coating)
- Penyiraman aspal untuk jalan lama yang telah beraspal (Tack Coating)
- Surface Treatment baik single maupun double.

b. Pra Campuran (Premix)

Suatu campuran agregat dengan aspal yang dicampur terlebih dahulu pada suatu pan kemudian baru dihampar di jalan raya.

Contohnya :

- Percampuran panas (Hotmix)
- Menggunakan aspal panas
- Pra campuran hangat (Warm mix)
- Menggunakan aspal cair
- Menggunakan aspal emulsi

2. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)

a. Material yang tidak diikat bahan pengikat

- Agregat Batu pecah
- Agregat sirtu atau pitrun pecah

b. Material yang terikat bahan terikat

- Cement Treated Base (CTB)
- Lime Treated Base (LTB)
- Asphalt Treated Base (ATB)

3. Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course)

a. Material yang tidak diikat oleh suatu bahan pengikat (Un Bound material)

- Agregat Batu pecah
- Agregat Sirtu (Pasir Batu)
- Pitrun (Tanah pasir batu)

1. Jumlah Jalur Rencana

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas terbesar. Jumlah jalur rencanan dapat ditentukan dengan lebar dari perkerasan jalan tersebut, hal ini dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Jalur (n)
$L < 5.50 \text{ m}$	1 jalur
$5.50 \text{ m} \leq L \leq 8.25 \text{ m}$	2 jalur
$8.25 \text{ m} \leq L \leq 11.25 \text{ m}$	3 jalur
$11.25 \text{ m} \leq L \leq 15.00 \text{ m}$	4 jalur
$15.00 \text{ m} \leq L \leq 18.75 \text{ m}$	5 jalur
$18.75 \text{ m} \leq L \leq 22.00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

2. Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi dari suatu kendaraan perlu ditentukan dengan cara mengklarifikasi jenis kendaraan, kendaraan ringan atau kendaraan berat yang akan melintas pada jalur rencan jalan, untuk koefiisen distribusi tersebut dapat dilihat pada tabel 2.,10.

Tabel 2.10. Koefisien Distribusi Kendaraan

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat **	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Jalur	1.00	1.00	1.00	1.00
2 Jalur	0.60	0.50	0.70	0.50
3 Jalur	0.40	0.40	0.50	0.475
4 Jalur		0.30		0.45
5 Jalur		0.25		0.425
6 Jalur		0.20		0.40

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/pd/1983

Keterangan :

* Berat total < 5 ton, misalnya : mobil penumpang, pick up, dll

** berat total > 5 ton, misalnya : bus, truk, traktor, semi trailer, trailer

3. Angka Ekuivalen (E)

Dalam perencanaan jalan raya, angka ekuivalen perlu diketahui dengan membagi kendaraan kedalam dua jenis sumbu tunggal ataupun sumbu ganda. Dalam hal ini Bina Marga membuat rumus untuk sumbu tunggal dan sumbu ganda sebagai berikut :

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left[\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right]^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} = 0.0860 \times \left[\frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right]^4$$

Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.11.

Tabel 2.11 Angka Ekuivalen (E) Untuk Beban Sumbu Kendaraan

Beban Satu Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lbs	Sumbu tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6614	0.0183	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
6000	13228	0.2923	0.0251
7000	15432	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794
8160	18000	1.0000	0.0860
9000	19841	1.4798	0.1273
10000	22046	2.2555	0.1940
11000	24251	3.3022	0.2840
12000	26455	4.6770	0.4022
13000	28660	6.4419	0.5540
14000	30864	8.6647	0.7452
15000	33069	11.4184	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

Sumber : Direkorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/1983

4. Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan landasan utama dalam perencanaan jalan raya. Perencanaan ini meliputi geometrik dan tebal konstruksi perkerasan. Data mengenai jumlah lalu lintas di didapat dari perhitungan kendaraan yang lewat perharinya kedu arah.

a. Lalu lintas Harian rata-rata (HR)

Lalu lintas harian rata-rata setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana, untuk setiap jenis kendaraan dihitung untuk kedua jurusan pada jalan

tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median, menurut Bina Marga Hr dapat dihitung dengan rumus :

$$LHR = LHRp \times (1 + I)^{UR}$$

Dimana :

LHRp = LHR untuk masing-masing jenis kendaraan

UR = Umur rencana

I = Pertumbuhan Lalu lintas rata-rata

b. Lintas Ekivalen Permulaan(LEP)

LEP adalah jumlah lintas ekivalen rata-rata dari sumbu tunggal sebesar 8.16 ton pada jalur rencana, yang diduga terjadi pada awal umur rencana. LEP dihtuung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{Mobil\ Penumpang}^{Trailer} LHR \times C \times E$$

Dimana :

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEA = \sum_{Mobil\ Penumpang}^{Trailer} LHR \times (1 + i)^{UR} \times C \times E$$

Dimana ;

C = Koefisien distribusi kendaraan

E = Angka ekivalen

UR = umur rencana

d. Lintas Ekivalen tengah (LET)

Untuk lintas ekivalen tengah dipergunakan rumus sebagai berikut :

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

e. Lintas Ekuivalen rencana (LER)

Lintas ekuivalen rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{LEP}$$

Dimana :

FP = faktor penyesuaian

FP = UR / 10

5. Daya Dukung tanah Dasar

Daya dukung tanah adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal lapis perkerasan. Karena adanya dukung tanah dasar pada suatu trase jalan terdiri dari sejumlah CBR maka diambil harga CBR rata-rata.

Harga CBR rata-rata tersebut dapat ditentukan sebagai berikut :

- Tentukan harga CBR terendah
- Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR
- Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100 %, jumlah lainnya merupakan persentase dari 10 %.
- Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah tadi
- Nilai CBR rata-rata adalah di dapat dari angka persentase 90 %.

Untuk mendapatkan CBR rata-rata yang tidak terlalu merugikan maka disarankan agar dalam merencanakan perkerasan suatu ruas jalan, perlu dibuat segmen-segmen dimana benda atau variasi CBR dari suatu segmen tidak besar.

6. Faktor Regional (FR)

Rumus-rumus dasar dari pedoman perencanaan perkerasan ini diambil dari hasil percobaan AASHTO Road Test dengan kondisi percobaan tertentu. Dalam kenyataan dilapangan ada yang tidak sama dengan kondisi yang ada pada AASHTO Road Test maka perlu dibuat suatu faktor yang disebut faktor regional yang berfungsi mengkoreksi perbedaan yang ada hubungan dengan perbedaan kondisi dan daerah. Adapun perbedaan kondisi yang dimaksud disini adalah perbedaan lapangan dan iklim.

Faktor regional dalam suatu perencanaan tebal perkerasan hanya dipengaruhi oleh bentuk alignment (kelandaian), persentase kendaraan berat dan yang terhenti serta iklim atau curah hujan, hal ini dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12. Faktor Regional (FR)

Curah hujan	Kelandaian I (< 6%)		Kelandaian II (6%- 10%)		Kelandaian III (10%)	
	% Kendaraan berat		% Kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 (mm/th)	0.5	1.0	1.0	1.5-2.0	1.5	2.0-2.5
Iklim I < 900 (mm/th)	1.5	2.0-2.5	2.0	2.5-3.0	2.5	3.0-3

Catatan : pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan taam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0.5. pada daerah rawa-rawa FR ditambah 1.0.

7. Indeks Permukaan (IP)

Untuk menentukan ukuran dasar dalam menentukan nilai perkerasan ditentukan berdasarkan kepentingan lalu lintas maka dibuatlah suatu indeks permukaan. Indeks permukaan ini menyatakan nilai dari pada kerataan dan

kehalusan serta kekokohan permukaan yang berlainan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai indeks permukaan beserta artinya ditentukan sebagai berikut :

IP = 1.0 menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5 adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin atau jalan tidak terputus.

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

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

Untuk menapatkan indeks permukaan pada akhir umur rencana perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional dan jumlah lalu lintas ekivalen rencana (LER) hal ini dapat dilihat pada tabel 2.13.

Tabel 2.13. Indeks Permukaan Akhir Umur rencana (IP)

LER=Lintas Ekivalen rencana*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 2.	-
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

Sumber : Direktorat Jenderalk Bina Marga no. 01/PD/B/1983

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8.16 ton beban sumbu tunggal

Catatan : Pada proyek-proyek penunjangan jalan JAPT/jalan murah, atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1.0.

Untuk dapat menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (Ipo) perlu diperhatikan lapisan permukaan jalan yang meliputi kerataan, kehalusan dan kekokohan pada awal umur rencana, untuk menentukan hal tersebut dapat dilihat pada tabel 2.14

Tabel 2.14. Indeks Permukaan Awal umur rencana (Ipo)

Jenis Lapis Perkerasan	Ipo	Roughness (mm/km)*)
LASTON	>4	≤ 1000
	3.9 – 3.5	> 1000
BURDA	3.9 – 3.5	≤ 2000
	3.4 – 3.0	> 2000
BURTU	3.9 – 3.5	≤ 2000
	3.4 – 3.0	> 2000
LAPEN	2.9 – 2.5	≤ 3000
	Lapisan Pelindung	>3000
Jalan tanah	≤ 2.4	
Jalan Kerikil	≤ 2.4	

Sumber ; Direktorat Jenderal Bina Marga no. 01/PD/B/1983

*) Alat pengukur roughness yang dipakai adalah roughometer NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standart Datsun 1500 Station Wagon, dengan kecepatan kendaraan + 32 km/jm. Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat roughometer melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui “flexible drive”. Setiap putaran counter adalah sama dengan 15.2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat pengukur roughness type lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap roughmeter NAASRA.

8. Struktur Konstruksi Tebal Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan secara lentur dapat ditentukan dengan suatu indeks Tebal Perkerasan (ITP). Indeks tebal perkerasan ini ditentukan berdasarkan suatu rumus ;

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

Dimana :

a_1, a_2, a_3 = koefisien kekuatan relatif bahan-bahan perkerasan

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

Angka 1, 2, 3, masing-masing menunjukkan lapis permukaan, lapisan pondasi atas dan lapisan pondasi bawah. Besarnya nilai koefisien relatif (a) untuk masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapisan permukaan, lapisan pondasi atas dan dan lapisan pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai dengan nilai Marshall test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur) dan CBR (untu bahan lapis pondasi atas atau pondasi bawah). Hal ni ditunjukkan pada tabel 2.15.

Tabel 2.15. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relati			Kekuatan bahan			Jenis bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt	CBR	
0.40			744			LASTON
0.35			590			
0.32			454			
0.30			340			
0.35			744			Asbuton
0.31			590			
0.28			454			
0.26			340			
0.30			340			Hot Rolled Asphalt

0.26	340	Aspal Mac Adam
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. Anah dengan sem
0.13	18	
0.15	22	Stab. Anah dengan kap
0.13	18	Pondasi Mac Adam (basah)
0.14	100	Pondasi Mac Adam (kering)
0.12	60	Batu pecah (Kelas A)
0.14	100	Batu pecah (Kelas A)
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		Tanah/ Lempung Kepasiran

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/B/1983

Catatan : Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke -7
Kuat Tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke -21

9. Lapis Pondasi Bawah (Sub Base Course)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang berfungsi :

- Mendukung dan menyebarkan muatan roda
- Mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi
- Sebagai lapisan pertama agar pelaksanaan dapat berjalan lancar

- Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).

Material yang digunakan untuk lapis pondasi bawah harus memenuhi syarat yang telah ditentukan diantaranya :

- Material harus bersih dari kotoran-kotoran, bahan-bahan organik dan bahan-bahan lainnya yang tidak dikehendaki.
- Memenuhi salah satu persyaratan material untuk pondasi.

Adapun persyaratan untuk tebal perkerasan (ITP) bila digunakan lapis pondasi bawah dari setiap jenis yang akan digunakan, tebal minimum perkerasan diambil 10 cm.

Tabel 2.16. Persyaratan gradasi Lapisan Pondasi Bawah Kelas A

ASTM Standard Sieves	Persentase Berat Butir Yang Lewat
3"	100
1 ½"	60 – 100
¾"	60 – 100
3/8"	60 – 100
No. 4	60 – 100
No. 8	60 – 100
No 30	60 – 100
No. 40	60 – 100
No. 400	60 – 100

Sand Ekivalen (AASHTO T 176)

Kehilangan berat akibat Abrasi dari partikel yang Tertinggal pada ayakan.

25 Min – 40 Max

ASTM No. 12 (AASHTO T 96)

Sumber : Direktora Jenderal Bina Marga, No. 01/ST/BM/1972

2.4.10. Lapis Pondasi Atas (Base Course)

Lapis pondasi atas adalah lapisan yang terletak antara lapis pondasi bawah dengan permukaan dan merupakan lapisan yang langsung mendukung permukaan, dengan demikian muatan yang diterima masih sangat besar jika dibandingkan dengan lapisan pondasi bawah.

Dalam perencanaan tebal lapis pondasi atas, Bina Marga telah menentukan batas minimum untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan yang menggunakan lapis pondasi atas. Adapun tebal minimum lapis pondasi atas tersebut dapat dilihat pada tabel 2.17 dan untuk persyaratan gradasi material lapisan pondasi atas dapat dilihat pada tabel 2.18.

Tabel 2.17. Batas Minimum Tebal Lapis pondasi Atas

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stab. Tanah dengan semen Stab. Tanah dengan kapur
3.00 – 7.49	20*)	Batu pecah, stab. Tanah dengan semen, stab Tanah dengan kapur
	10	LASTON ATAS
7.50 -9.99	20	Batu pecah, stab. Tanah dengan semen, stab Tanah dengan kapur Pondasi Mac Adam
	15	LASTON ATAS
10.00 – 12.24	20	Batu pecah, stab. Tanah dengan semen, stab Tanah dengan kapur LASTON ATAS
≥ 12.25	25	Batu pecah, stab. Tanah dengan semen, stab Tanah dengan kapur LASTON ATAS

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/B/1983

*) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar

Tabel 2.18. Persyaratan Gradasi Lapis Pondasi Atas Kelas B

ASTM Standard Sieve`	Prosentase Berat Butir yang Lewat
1 1/2"	100
1"	60 – 100
3/4"	55 – 85
No. 4	35 – 60
No. 10	25 – 60
No 4	15 – 30
No. 200	8 – 15

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/b/1983

Lapis Permukaan (Surface Course)

Lapis permukaan merupakan bagian perkerasan yang berada pada bagian atas konstruksi lapis perkerasan jalan yang secara langsung menerima beban dari pada lalu lintas. Lapisan permukaan ini berfungsi :

- Bagian perkerasan yang menerima beban – beban dari lalu lintas baik itu gaya vertikal dan gaya-gaya lainnya.
- Untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca
- Sebagai lapis aus.

Material yang digunakan untuk lapis permukaan pada umumnya sama dengan yang digunakan untuk lapis pondasi, tetapi dengan persyaratan yang lebih tinggi. Pada lapisan ini pengaruh aspal sangat diperlukan agar lapis permukaan dapat bersifat kedap air disamping bahan aspal tersebut dapat menimbulkan tegangan tarik sehingga mempertinggi daya dukung lapisan permukaan terhadap roda kendaraan.

Persyaratan tebal minimum permukaan untuk setiap nilai indeks tebal perkerasan (ITP) untuk setiap material yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2.19. Batas Minimum tebal Lapis perkerasan

ITP	Tebal minimum (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapis pelindung, BURAS/BURTU/BURDA
3.00 – 6.70	5	LAPEN/Aspal Mac Adanm, HRA, Asbuton, LASTON
6.71 – 7.49	7.5	LAPEN/Aspal Mac Adanm, HRA, Asbuton, LASTON
7.50 – 9.99	7.5	Asbuton, LASTON
≥ 10.00	10	LASTON

Sumber : Direktorat Jenderal Bina Marga No. 01/PD/B/1983

Untuk perencanaan jalan kabupaten persyaratan tebal minimum lapis permukaan dapat dilihat pada tabel 2.20.

Tabel 2.20. Batasan-Batasan Mengenai Lapis permukaan Beraspal

Jenis Permukaan	Tebal yang disarankan	Komentar
Penetrasi Mac. Adam	5 cm	Harus diletakkan sesuai dengan spesifikasi mutakhir. Harus diberi lapisan penutup
Laburan permukaan Beraspal	Lapisan agregat saja	BURAS.BURTU/BURDA
Laston (HRS)	3 cm	Laston disuplai dari peralatan campuran sentral, (AMP) DPUP. Tersedia untuk Kabupaten-kabupaten didekatnya, menggunakan kontraktor yang berpengalaman.
Asapal Beton	4 – 5 cm	Pelapisan permukaan mutu tinggi dikirim dari peralatan campur sentral (AMP) DPUP

Aspal Dicampur Dingin	4 – 5 cm	Dapat dicampur dilokasi dengan menggunakan Grader atau mesin aduk dan dirawat
Asbuton Campun dingin	3 cm	Lasbutag Granuler yang dicampur dilokasi dengan menggunakan mesin aduk paddie untuk memperbaiki spesifikasi

Sumber ; direktorat jenderal Bina marga, No. 01/PD/B/1983

1) Peranan Aspal pada Perkerasan Jalan

Kendaraan yang melaju di atas permukaan jalan aspal akan membebani struktur perkerasan di bawahnya. Secara umum ada tiga komponen/lapis pada struktur jalan yaitu lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi (*road foundation*) dan tanah dasar (*sub grades*).

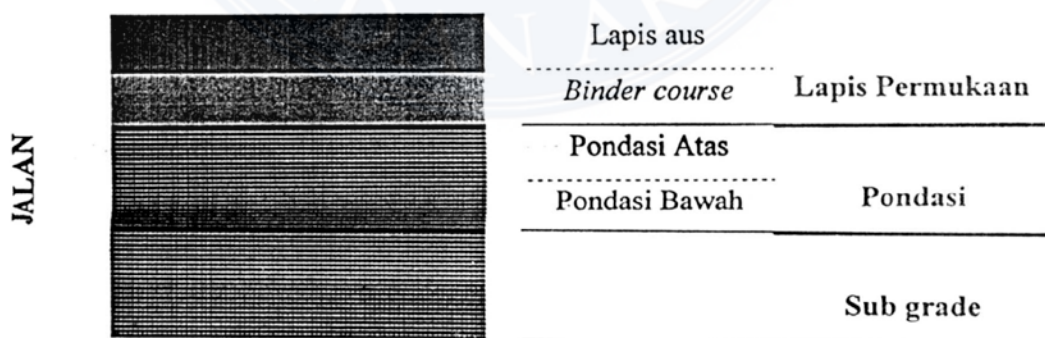
Lapis permukaan jalan aspal merupakan bagian yang langsung bersentuhan dengan roda kendaraan. Lapis permukaan jalan aspal dapat dibuat satu lapis saja atau dua lapis. Jika dibuat satu lapis saja maka seluruh lapisan tersebut berfungsi struktural artinya harus mampu mendukung beban roda kendaraan. Namun, apabila dibuat menjadi dua lapis maka lapis permukaan terdiri dari lapis aus (*wearing course*) dan lapis struktural (*binder course*). Lapis aus dirancang untuk membentuk permukaan jalan yang rata dan kesat (tidak licin) sehingga tidak memiliki kekuatan struktural. Sedangkan *binder course* memang dirancang untuk mendukung beban lalu lintas yang membebani jalan. Tetapi baik lapis aus maupun *binder course* tersusun dari agregat dan aspal. Beban lalu lintas terutama didukung oleh agregat. Agar agregat tidak “lari” pada saat beban kendaraan bekerja maka diperlukan bahan ikat. Bahan ikat yang dapat digunakan

adalah aspal. Meskipun kontributor utama kekuatan jalan aspal berasal dari agregat, tetapi aspal juga memberi kontribusi terhadap daya dukung jalan aspal yaitu dalam bentuk kekuatan tarik.

Lapis pondasi juga dapat dibuat dengan menambahkan aspal pada campuran bahan untuk pondasi jalan. Penambahan tersebut dapat memperbaiki kekuatan struktural lapis pondasi, karena munculnya kekuatan tarik bahan aspal.

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan dipengaruhi faktor-faktor lingkungan. Contohnya, pada saat hujan turun, maka pekerjaan penghamparan dan pemadatan aspal harus dihentikan. Hal tersebut disebabkan butiran air hujan dapat mendinginkan suhu campuran beraspal sehingga di bawah persyaratan suhu pemadatan. Selain itu masuknya air hujan diantara campuran aspal-agregat yang belum padat dapat merusak kekuatan ikatan antara aspal-agregat. Oleh karena itu, pengetahuan perihal karakteristik aspal perlu dipahami dan dikuasai, sehingga pelaksanaan pekerjaan pengaspalan dapat dibuat sebaik-baiknya untuk menghasilkan kinerja jalan yang optimal selama masa pelayanan.

Gambaran umum konstruksi jalan aspal disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.8 Konstruksi Perkerasan Lentur

Produksi beragam jenis aspal buatan dimaksudkan untuk kemudahan pelaksanaan di lapangan. Pelaksanaan pengaspalan dimungkinkan mengalami kendala-kendala lapangan atau kondisi pekerjaan yang spesifik antara lain

disebabkan skala pekerjaan, cuaca dan fungsi jalan. Ada pekerjaan pembuatan konstruksi jalan baru, tetapi ada pula pekerjaan perawatan rutin. pekerjaan pembuatan konstruksi baru pada umumnya mengharuskan pembuatan lapis struktural, sedangkan pekerjaan perawatan rutin seringkali hanya berupa pembuatan lapisan non struktural. Kadangkala pekerjaan jalan juga harus segera dilaksanakan karena fungsi jalan tersebut yang sangat penting sehingga campuran beraspal yang digunakan harus dipertimbangkan untuk memungkinkan pengikatan agregat secara cepat. Pelaksanaan pengaspalan di musim penghujan membutuhkan aspal yang mampu tetap mengikat agregat walaupun keadaan agregatnya relatif basah. Oleh karena itu pemahaman terhadap jenis-jenis aspal sangat bermanfaat untuk pemilihan jenis aspal ataupun cara pelaksanaan pengaspalan.

1. Peranan Agregat pada Perkerasan Jalan

Agregat adalah bahan keras dan kaku yang digunakan sebagai bahan campuran beraspal. Agregat terdiri dari butiran-butiran dan dapat berupa pasir, kerikil, agregat pecah, dan abu batu.

Kendaraan yang melaju di atas permukaan jalan akan membebani struktur perkerasan di bawahnya. Beban kendaraan akan disalurkan oleh lapis-lapis perkerasan jalan sehingga pada saat mencapai *subgrade*, tegangan yang terjadi sudah mengecil. Pada perkerasan *lentur*, penyaluran beban berlangsung pada setiap lapisan melalui mekanisme kontak antar batuan, gesekan (*friction*) dan kuncian (*interlocking*) antar butiran agregat dan dibantu oleh ikatan antar butiran yang ditimbulkan oleh aspal. Pada perkerasan *kaku*, beban kendaraan terutama akan didukung oleh pelat betonnya, sedangkan lapis pondasi di bawahnya dianggap sedikit saja memberikan sumbangan dukungan daya dukung.

2. Klasifikasi Agregat

Klasifikasi agregat terkait dengan identifikasi dan penggolongan jenis agregat. Ada agregat yang kualitasnya baik untuk bahan jalan, tetapi ada pula agregat yang jelek untuk bahan jalan. Ada beberapa cara penggolongan agregat sebagai bahan jalan yaitu menurut asalnya, gradasi, bentuk butiran dan tekstur.

Menurut asalnya ada tiga jenis batuan yaitu :

- a. Batuan alami, terdiri tiga jenis : batuan beku (*igneous rock*), batuan sedimen (*sedimentary rock*), batuan metamorf (*metamorphic rock*)
- b. Batuan buatan (*artificial rock*), biasanya untuk *filler*
- c. Batuan sisa/bekas (*waste material*), contohnya *slag* (limbah pengolahan besi, baja, nikel, emas), abu terbang (*fly ash*).

Pada dasarnya semua batuan tersebut baik untuk bahan jalan sepanjang memenuhi persyaratan sifat teknis agregat.

Gradasi adalah sebaran ukuran butiran dan dianalisis dengan uji saringan.

Menurut gradasinya asalnya ada tiga jenis gradasi yaitu :

- a. Gradasi rapat (*dense grading*), yaitu sebaran ukuran butiran yang relatif “merata” untuk seluruh ukuran saringan.
- b. Gradasi terbuka (*open grading*) atau gradasi seragam (*uniform grading*), yaitu sebaran ukuran butiran yang relatif seragam sehingga cukup banyak mengandung rongga-rongga di antara butirannya.
- c. Gradasi timpang (*gap grading*), yaitu sebaran ukuran butiran yang mengalami kekurangan pada salah satu atau dua nomor saringan.

Semua gradasi tersebut dapat digunakan untuk konstruksi jalan sepanjang dirancang dengan baik untuk menemukan kadar aspal optimumnya. Masing-

masing gradasi memiliki karakteristik teknik tertentu karena perbedaan perilaku gradasi tersebut. Gradasi rapat lazim digunakan pada perancangan campuran beraspal atau beton. Gradasi terbuka lazim untuk perancangan campuran beraspal jenis *porous asphalt* atau beton non pasir. Gradasi tersebut lazim digunakan di campuran beraspal jenis *Hot Rolled Asphalt* atau *lataston*.

Berdasarkan ragam bentuknya ada agregat berbentuk bulat, kubikal, tak teratur, pipih dan lonjong. Agregat bulat pada umumnya mudah dipadatkan namun kekuatan yang dihasilkannya relatif rendah. Agregat kubikal pada umumnya dapat menghasilkan campuran beraspal yang memiliki stabilitas/kekuatan yang tinggi namun relatif sulit dipadatkan selama tahap konstruksi. Agregat pipih dan lonjong pada umumnya relatif berkekuatan rendah dan mempersulit pemadatan campuran beraspal. Oleh karena itu penggunaan agregat pipih atau lonjong dibatasi sebesar 25 %.

Agregat juga dapat dibedakan berdasarkan teksturnya menjadi tiga yaitu kasar, sedang dan halus. Agregat bertekstur kasar memberikan sifat *interlocking* yang lebih baik dari agregat lainnya.

3. Sifat-sifat Teknis Agregat

Sifat-sifat teknis agregat adalah sifat-sifat fisik, mekanis dan volumetrik agregat yang harus dipenuhi agregat sebelum digunakan sebagai bahan jalan. Jenis dan persyaratan sifat teknis agregat untuk perkerasan lentur dan perkerasan kaku sedikit berbeda.

Sifat-sifat teknis agregat untuk perkerasan lentur. Sifat-sifat fisik meliputi gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, pelekatan, bentuk butiran dan tekstur serta kesetaraan pasir (selanjutnya dapat disebut SE atau *sand equivalent*). Sifat

mekanis berupa ketahanan abrasi, pelekatan, Sifat volumetrik berupa berat jenis (BJ) dan penyerapan air. Sifat-sifat tersebut akan mempengaruhi kinerja kekuatan dan keawetan.

Gradasia ialah sebaran ukuran butiran dan dianalisis dengan uji saringan. Gradasi agregat mempengaruhi stabilitas/kekuatan, sifat kedap air dan berat volume. Gradasi mempengaruhi *stabilitas/kekuatan* karena stabilitas dan kekuatan lapis permukaan dan lapis pondasi terutama dihasilkan oleh kontak antar batuan, gesekan (*friction*) dan kuncian (*interlocking*) antar butiran agregat. Jumlah bidang kontak dipengaruhi oleh sebaran butiran menurut gradasinya. Semakin merata sebaran ukurannya maka semakin banyak bidang kontak antar butirannya sehingga makin besar tahanan gesekan dan saling kuncian agregatnya. Gradasi mempengaruhi kedap campuran karena makin merata sebaran butirannya makin rapat suatu gradasi sehingga sifat kedapannya terhadap fluida akan meningkat. Gradasi mempengaruhi berat volume karena makin merata sebaran butirannya makin rapat suatu gradasi sehingga rongga udara yang tersisa dalam suatu campuran kompak. Makin tinggi berat volume maka kebutuhan bahan ikatnya semakin sedikit dan biasanya makin murah biaya konstruksinya. Namun kelemahannya, campuran beraspal hanya memiliki lapisan aspal yang tipis sehingga kurang awet.

Gradasi rapat memiliki hampir semua ukuran butiran sehingga mampu mengisi rongga antar butiran. Hal tersebut mengakibatkan jumlah rongga dalam mineral agregat relatif sedikit. Sifat perkerasan yang dihasilkannya adalah stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainasi jelek dan berat volume besar. Stabilitas yang tinggi diperoleh dari gaya gesek dan sifat saling mengunci yang

relatif sempurna di antara butiran agregat. Sifat drainase jelek berakibat jika terdapat butiran air yang terperangkap di antara ikatan aspal dan agregat maka air tersebut akan susah mengalir keluar sehingga lama kelamaan daya adhesi antara aspal dan batuan rusak.

Gradasi seragam memiliki cukup banyak rongga antar agregat, karena agregat halus sedikit sehingga menghasilkan campuran beraspal yang memiliki permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil. Kelebihan agregat ini adalah sifat drainasenya yang relatif baik sehingga cocok digunakan pada lapis permukaan. Hal tersebut disebabkan limpasan air di atas permukaan jalan dapat segera di-drain dari permukaan jalan agar tidak menimbulkan genangan. Genangan air di atas permukaan jalan berbahaya karena dapat mengakibatkan slip roda kendaraan.

Ukuran nominal butiran adalah ukuran maksimum butiran agregat pada suatu gradasi yang ditinjau. Ukuran nominal butiran ditentukan oleh tebal lapis perkerasan yang akan dikerjakan. Ukuran nominal butiran harus *lebih kecil* dari tebal lapis perkerasan rencana. Penggunaan agregat dengan ukuran semakin besar dapat memberi keuntungan berupa biaya produksi agregat semakin murah dan luas permukaan agregat yang diselimuti aspal semakin kecil. Namun kerugiannya adalah kemudahan pelaksanaan pekerjaan menjadi berkurang, segregasi bertambah besar dan kemungkinan terjadi gelombang melintang (*ravelling*). Ada tiga kategori agregat dilihat dari ukuran butiran yaitu agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi. Agregat kasar adalah agregat tertahan saringan nomor 8. Agregat halus adalah agregat lolos saringan nomor 8 dan tertahan saringan nomor 200. Bahan pengisi adalah bahan yang minimum 85 % lolos saringan no. 200.

Sand Equivalent terkait dengan kebersihan agregat halus saringan nomor 4 dari material pengotor seperti debu atau tanah liat. Kadar lempung harus dibatasi karena :

1. Lempung membungkus butir-butir agregat menyebabkan ikatan dengan aspal atau semen berkurang.
2. Luas permukaan yang harus diselimuti aspal atau semen bertambah. Pada campuran beraspal hal tersebut berakibat bahwa pada kadar aspal yang sama mengakibatkan lapisan aspal jadi tipis (*stripping*, lepasnya ikatan antara aspal dengan agregat).
3. Lapisan aspal tipis, mengakibatkan mudah teroksidasi, hal ini mengakibatkan campuran menjadi rapuh/getas.
4. Lempung menyerap air, sehingga dapat menghancurkan aspal.

Untuk campuran beraspal, dibatasi nilai SE minimal sebesar 40 %.

Sifat pelekatan agregat adalah kemampuan agregat mempertahankan adhesi dengan aspal atau ketahanan agregat terhadap pengelupasan (*stripping*). Persyaratan nilai pelekatan terhadap aspal adalah minimum 95 %.

Sifat-sifat mekanis meliputi ketahanan terhadap abrasi. Sifat tersebut juga mempengaruhi kinerja kekuatan dan keawetan. Abrasi terkait dengan kekuatan agregat terhadap keausan. Sifat abrasi diuji dengan uji *Los Angeles Abrasion* (selanjutnya dapat disebut LAA). Persyaratan nilai LAA adalah maksimum 40 %. Semakin tinggi nilai LAA, berarti semakin banyak material yang terabrasi sehingga material tersebut semakin rendah kualitas mekanisnya dan tidak awet.

Sifat-sifat volumetrik terkait berupa berat jenis (BJ) dan penyerapan. Sifat-sifat tersebut akan mempengaruhi kebutuhan jumlah bahan ikat (aspal). Hal tersebut disebabkan perancangan campuran beraspal didasarkan pada perbandingan berat. Penyerapan air mencerminkan jumlah rongga yang tembus air. Semakin tinggi penyerapan lazimnya semakin banyak kebutuhan aspal atau mortar.

Berat jenis atau BJ agregat (selanjutnya dapat disimbolkan dengan G_s) diperlukan dalam perencanaan campuran beraspal. Pengujian BJ agregat dilakukan terhadap agregat kasar, halus dan bahan pengisi. Ada tiga jenis BJ agregat yaitu BJ padat agregat (G_{sb}), BJ semu agregat (G_{sa}) dan BJ efektif agregat (G_{se}). Definisi dari beberapa jenis BJ adalah (Asphalt Institute, 1993):

- 1) G_{sb} adalah perbandingan berat di udara antara satu unit volume material yang lolos air pada suhu tertentu dengan berat di udara satu unit volume air distilasi pada suhu yang sama.
- 2) G_{sa} adalah perbandingan berat di udara antara satu unit volume material yang kedap air pada suhu tertentu dengan berat di udara satu unit volume air distilasi pada suhu yang sama.
- 3) G_{se} adalah perbandingan berat di udara antara satu unit volume material yang lolos air (tetapi kedap aspal) pada suhu tertentu dengan berat di udara satu unit volume air distilasi pada suhu yang sama.

Persyaratan G_{sb} agregat kasar dan halus adalah minimum 2,5. Perhitungan Penyerapan adalah persentase berat air terserap pori terhadap berat agregat kering. Penyerapan terkait dengan jumlah pori agregat. Agregat dengan kadar pori besar menyerap aspal dengan jumlah banyak, sehingga tebal selimut aspalnya

relatif tipis. Persyaratan nilai penyerapan agregat untuk campuran beraspal adalah maksimal 3 %.

Sifat-sifat teknis agregat untuk perkerasan kaku. Agregat yang digunakan untuk pembuatan beton harus memenuhi persyaratan teknis tertentu. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghasilkan beton yang tahan terhadap pengausan, stabil terhadap reaksi kimia dan awet. Untuk komponen agregat halus jenis persyaratannya adalah gradasi, *fineness modulus* (2,2 – 3,1), bersih dari bahanorganik, kehilangan pada uji *soundness* (<10 %), kadar lumpur (< 3 %), kadar agregat yang BJ rendah (< 0,5 %). Untuk komponen agregat kasarnya jenis persyaratannya adalah gradasi, maksimum kehilangan pada uji LAA 35 %, kadar agregat halus (<1 %) dan kadar bahan pengotor (< 3%), dan kehilangan pada uji *soundness* (<18%). Penjelasan yang lebih lengkap terkait dengan persyaratan agregat untuk beton dapat diperoleh dari mata kuliah Bahan Bangunan dan Praktikum Bahan Bangunan.

4. Cara Pencampuran Agregat

Agregat yang akan digunakan pada pembuatan campuran beraspal dan beton harus memenuhi persyaratan gradasi. Namun ketersediaan gradasi yang sesuai dengan spesifikasi tersebut tidak selalu dapat ditemui di lapangan. Oleh karena itu maka perlu dilakukan pencampuran antara beberapa fraksi agregat sehingga menghasilkan gradasi yang disyaratkan. Metode sederhana untuk melakukan pencampuran agregat adalah dengan metode *trial and error*. Dinamakan metode tersebut sesuai dengan cara perhitungannya yaitu melakukan perhitungan iterasi sampai diperoleh hasil yang diharapkan. Berikut ini adalah contoh perhitungan pencampuran agregat dengan metode *trial and error*.

Lolos saringan	Agregat A	Agregat B	Agregat C	Spesifikasi
12,5 mm	100%	100%	100%	100%
9,5 mm	62 %	100%	100 %	72-88 %
4,75 mm	8%	100 %	78 %	45-65 %
2,36 mm	2%	91 %	52 %	30-60%
1,18 mm	0%	73%	36%	25-55%
600 μm		51 %	29 %	16-40 %
300 μm		24 %	24 %	8-25 %
150 μm		4%	20 %	4-12 %
75 μm		1 %	18 %	3-6 %

Penyelesaian :

Sebagian besar agregat kasar ($> 4,75$ mm) akan didapat dari agregat A, sedangkan sebagian besar *filler* akan diperoleh dari agregat C. Spesifikasi untuk agregat kasar adalah 45 % - 65 % sehingga nilai tengahnya 55 %. Hal itu berarti bahwa 45 % gradasi harus tertahan saringan 4,75 %. Spesifikasi untuk *filler* adalah 3 % - 6 % sehingga nilai tengahnya 5 %.

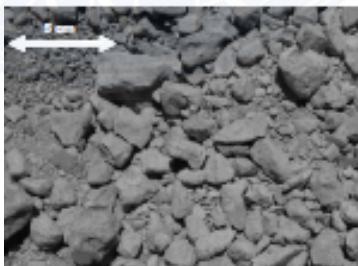
Agregat kasar = 45 % ($> 4,75$ mm) akan dicoba dipenuhi dari agregat A yaitu dengan *mencoba* proporsi agregat A sebesar 45 %. *Filler* sebanyak 5 % akan dipenuhi dari agregat C. Karena agregat C memiliki 18 % bahan *filler* sedangkan kebutuhan *filler* hanya 5 % maka proporsi perkiraan agregat C adalah $5/18 = 28$ %. Namun perlu diingat bahwa agregat B juga memiliki *filler*, sehingga sebaiknya nilai proporsi agregat C diturunkan menjadi 25 % saja. Oleh karena proporsi agregat A = 45 %, agregat C = 25 % maka proporsi agregat B = 30 %. Selanjutnya dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Lolos saringan	Agregat A (x 45 %)		Agregat B (x 30 %)		Agregat C (x 25 %)		Kombinasi Gradasi
12,5 mm	100 %	45 %	100 %	30 %	100%	25 %	100 %
9,5 mm	62 %	27,9 %	100 %	30 %	100 %	25 %	82,9%
4,75 mm	8 %	3,6 %	100 %	30 %	78 %	19,5 %	53,1%
2,36 mm	2%	0,9%	91 %	27,3 %	52 %	13,0 %	41,2%
1,18 mm	0%	0%	73 %	21,9 %	36 %	9,0 %	30,9%
600 μ m	0%	0%	51 %	15,3 %	29 %	7,2 %	22,5%
300 μ m	0%	0%	24 %	7,2 %	24 %	6,0 %	13,2%
150 μ m	0%	0%	4%	1,2 %	20 %	5,0 %	6,2%
75 μ m	0%	0%	1 %	0,3 %	18 %	4,0 %	4,8%

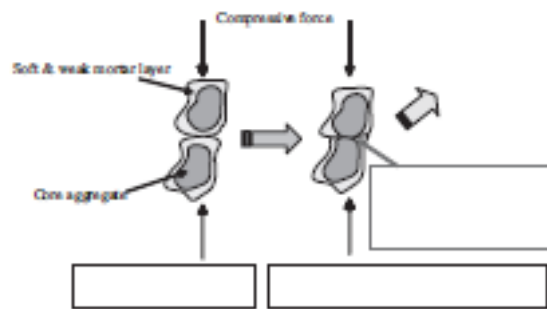
Hasil kombinasi gradasi yang diperoleh masih *memenuhi* spesifikasi yang ditentukan sehingga proporsi percobaan yang dilakukan dapat digunakan.

5. Pemanfaatan Agregat Alternatif untuk Konstruksi Perkerasan

Ada dua jenis agregat alternatif yang dapat digunakan untuk konstruksi perkerasan yaitu agregat daur ulang dan agregat sisa proses industri (*by products*). Contoh agregat daur ulang yang dapat digunakan adalah agregat limbah beton. Gambar 3.1 menyajikan contoh butiran agregat limbah beton. Gambar 3.2 menyajikan mekanisme *interlocking* antar butiran agregat limbah beton yang digunakan sebagai konstruksi perkerasan (baik sebagai lapis permukaan maupun lapis pondasi).



Gambar 2.9 Contoh butiran agregat limbah beton



Gambar 2.10. Mekanisme *interlocking* antar butiran agregat limbah beton yang dipadatkan dalam konstruksi perkerasan

1. Pengertian Resep Campuran Kerja

Campuran beraspal atau beton dibuat dengan material yang tersedia di lapangan. Variasi sifat-sifat teknik agregat, aspal, dan semen cukup luas sesuai lokasi proyek dan tidak selalu dapat langsung memenuhi persyaratan teknis yang ditetapkan. Oleh karena itu perlu dilakukan tahap coba-coba untuk menemukan komposisi campuran beraspal atau beton yang memenuhi persyaratan teknik. Komposisi campuran beraspal atau beton yang telah memenuhi persyaratan teknik disebut resep campuran kerja. Proses perencanaan resep campuran kerja disebut perencanaan campuran. Resep campuran kerja berupa komposisi fraksi-fraksi agregat yang menghasilkan spesifikasi gradasi dan proporsi bahan ikat, dalam hal ini % aspal atau rasio semen-air.

2. Sifat-sifat Teknis Campuran Beraspal

Campuran beraspal yang lazim digunakan untuk perkerasan jalan di Indonesia adalah campuran beraspal panas (*hot mixed asphalt*). Campuran beraspal panas diperoleh dari pencampuran agregat panas dan aspal keras yang dipanaskan sehingga kondisinya cair dengan kekentalan tertentu. Agregat perlu dipanaskan agar benar-benar kering dari air. Persyaratan kering dari air penting sekali karena ikatan antara aspal-agregat dapat terganggu dengan adanya air.

Persyaratan kekentalan, aspal harus dipenuhi supaya diperoleh aspal dapat melapisi agregat selama pencampuran dan pemadatan berlangsung.

Perencanaan rumus campuran kerja dilaksanakan di laboratorium dan selanjutnya diadakan simulasi di pabrik (*asphalt mixing plant*). Simulasi di pabrik harus dilakukan karena pencampuran di dalam pabrik tidak sama persis dengan pencampuran beraspal yang dilakukan di laboratorium. Setelah pencampuran agregat dan aspal di *mixing plant* selesai dilakukan selanjutnya diangkut ke lokasi pekerjaan dan segera dihamparkan sampai didapat lapisan yang seragam. Dalam kondisi masih panas, lapisan tersebut segera dipadatkan untuk mendapatkan lapisan yang rata dan padat. Mula-mula dilaksanakan percobaan pemadatan (*trial mix*) untuk menentukan jumlah putaran pemadatan mesin pemadat yang diperlukan untuk mencapai persyaratan kepadatan. Selama persyaratan suhu pemadatan masih terpenuhi, uji coba pemadatan terhadap resep campuran kerja biasanya dapat memenuhi persyaratan teknis. Jika persyaratan kepadatan terpenuhi maka resep campuran kerja dapat diterima sehingga produksi campuran beraspal di *asphalt mixing plant* dan pekerjaan pemadatan dapat dilanjutkan. Namun apabila ternyata uji coba tersebut tidak berhasil memenuhi persyaratan kepadatan, maka mau tidak mau resep campuran kerja harus diubah atau dikoreksi lagi.

Perencanaan campuran beraspal dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan teknis, sehingga campuran beraspal yang dihasilkan memiliki kecukupan stabilitas (*stability*), keawetan (*durability*), kecukupan kelenturan (*flexibility*), kecukupan kedap (*impermeability*), mudah dikerjakan (*workability*), tahan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan yang cukup (*skid resistance*).

Stability, yaitu kemampuan untuk menahan deformasi akibat beban yang diderita. Ketidakstabilan perkerasan ditandai dengan adanya alur (*rutting*) dan keriting (*corrugation*). *Stability* perkerasan tergantung pada kohesi dan *internal friction*.

Durability, yaitu kemampuan untuk menahan disintegrasi oleh perubahan cuaca maupun beban lalu lintas. Perubahan cuaca bisa mengakibatkan perubahan karakteristik aspal, antara lain karena oksidasi, kerusakan oleh air dan lain-lain.

Flexibility, yaitu kemampuan untuk dapat mengikuti perubahan bentuk akibat beban berulang yang diterima.

Fatigue resistance, yaitu ketahanan lapis perkerasan untuk menahan beban roda yang berulang. *Skid resistance*, yaitu kemampuan perkerasan dalam kondisi basah untuk menghindari terjadinya *slipping*. *Impermeability*, yaitu kemampuan lapis perkerasan untuk menahan masuknya air atau udara ke dalam perkerasan.

Workability, yaitu kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi, meliputi pencampuran, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan.

Sifat-sifat teknis tersebut bernilai kualitatif. Agar kualitas sifat-sifat tersebut dapat dipenuhi dalam perencanaan campuran beraspal maka dikeluarkan spesifikasi teknik. Spesifikasi teknik berisi nilai-nilai parameter-parameter yang ditinjau. Bina Marga (sekarang menjadi bagian Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah) menetapkan *sifat-sifat Marshall* sebagai parameter dalam spesifikasi teknik. Dinamakan sifat-sifat Marshall karena sifat-sifat tersebut diperoleh dari sampel yang disiapkan dengan prosedur dan peralatan pemadatan serta kemudian diuji dengan mesin yang dikembangkan oleh Bruce Marshall dari USA. Secara rinci persyaratan teknik campuran terdiri dari stabilitas, kelelahan,

dan parameter volumetrik (yaitu *Voids In the Mixtures (VIM)*, *Voids in Mineral Aggregates (VMA)* dan *Voids Filled with Bitumens (VFB)*). Di USA sendiri telah dikembangkan spesifikasi baru yang disusun oleh SHRP (*Strategic Highway Research Project*). Spesifikasi tersebut tidak lagi mendasarkan pada sifat-sifat Marshall tetapi parameter volumetrik dan parameter mekanis misalnya kekakuan.

3. Prosedur Pencampuran Aspal di Laboratorium

Tahap Penyiapan dan Pengujian Material serta Penyiapan Peralatan.

Tahap penyiapan dan pengujian material dimaksudkan untuk mengevaluasi agregat dan bitumen. Prosedur pengujian material mengikuti SNI. Apabila standaryang diperlukan ternyata belum terdapat pada SNI maka penelitian dirujukkanpada ASTM atau AASHTO. Material yang tidak memenuhi persyaratan, tidak digunakan untuk penibuatan briket.

- a) Evaluasi agregat yang terdiri dari : fraksi kasar, agregat halus dan bahan pengisi. Sifat-sifat teknis agregat yang diuji adalah :

Tabel 5.1. Sifat-sifat teknis agregat dan persyaratannya

Sifat (Satuan)	Metoda Uji	Nilai
Ketahanan agregat dengan alat tumbuk (%)	SNI 03-4426-1997	Maksimum 30
Keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles (%)	SNI –03-2417-1991	Maksimum 40
BJ agregat kasar	SNI 03-1969-1990	Minimum
Penyerapan (%)	SNI 03-1969-1990	Maksimum
<i>BJ agregat halus</i>	SNI 03-1970-1990	Minimum
<i>Nilai SE abu batu (%)</i>	SNI 03-4428-1997	Minimum 60
BJ bahan pengisi	SNI 15-2531-1991	-

Pemilihan agregat harus mempertimbangkan

- Ketersediaan (lokal)
- Ekononlis
- Kualitas

Setelah dievaluasi sifat-sifat teknis per fraksi agregat, selanjutnya dilakukan pencampuran agregat. Campuran fraksi-fraksi agregat kemudian dihitung nilai BJ campuran agregat. Rumus untuk menghitung BJ campuran agregat adalah :

$$G_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots\dots\dots (5.1)$$

dengan

G_{sb} : berat jenis *bulk* campuran agregat

P_1, P_2, \dots, P_n : persentase berat dari komponen agr. 1, 2, ... n

G_1, G_2, \dots, G_n : berat jenis *bulk* dari masing-masing agr. 1, 2, ..., n

b) Evaluasi bitumen. Sifat-sifat teknis aspal yang dinilai adalah :

Tabel 5.2. Sifat-sifat teknis aspal dan persyaratannya

Jenis Pengujian (Satuan)	Metoda Uji	Nilai Spesifikasi pen 60/70
Penetrasi : 25°C, 5 detik, 100gram(dmm)	SNI-06-2456-1991	60-79
Titik lembek, (°C)	SNI-06-2434-1991	48-58
Titik nyala, (°C)	SNI-06-2433-1991	Minimum 200
Kehilangan berat :163 °C, 5 jam, (%berat)	SNI-06-2440-1991	Maksimum SO
Kelarutan dalam C,HC1 ₃ (%)	ASTM D 2041	Minimum 99
Daktilitas : 25°C, 5 cm/menit,	SNI-06-2432-1991	Minimum 100
Penetrasi dari residu, (% semula)	SNI-06-2456-1991	Minimum 54

Tabel 5.2. Sifat-sifat teknis aspal dan persyaratannya (lanjutan)

Jenis Pengujian (Satuan)	Metoda Uji	Mai Spesifikasi Pen 60/70
Berat jenis (25°C)	SNI-06-2441-1991	Minimum 1
Daktilitas setelah kehilangan berat 25°C, 5 cm/menit, (cm)	SNI-06-2432-1991	Minimum 50
Viskositas	AASHTO T 72-90	-

Uji viskositas dirnaksudkan untuk mencari suhu pencampuran dan suhu pemadatan. Suhu pencampuran adalah suhu pada saat viskositas aspal mencapai 170 ± 20 cSt. Suhu pemadatan adalah suhu pada saat viskositas aspal mencapai 280 ± 30 cSt.

- c) Peralatan utamaberupa alas pemadat dan mesin uji marshall untuk mengukur nilai stabilitas dan kelelahan briket yang telah dipadatkan.

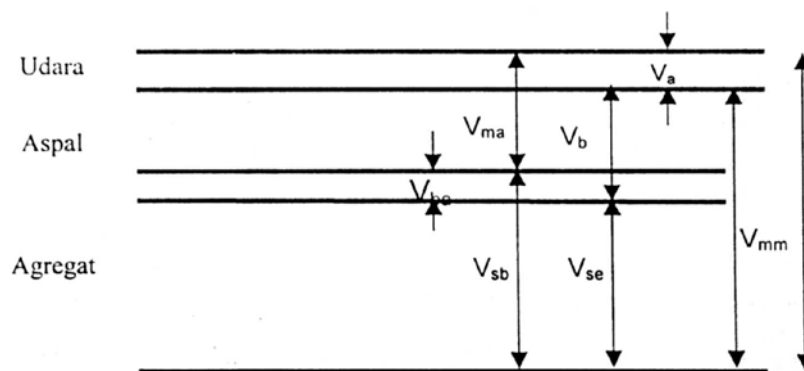
Pengujian Campuran Beraspal yang terdiri dari :

- a) Pencampuran agregat panas dan aspal cair panas.
- b) Pemadatan Marshall sejumlah jumlah tumbukan Marshall yang sesuai kategori lalulintas rencananya. Variasi tumbukan Marshall terdiri dari 2×35 , 2×50 , 2×75 tumbukan.
- c) Jumlah benda uji yang dipersiapkan sesuai dengan jumlah variasi kadaraspal. Untuk campuran beraspal jenis *Hot Rolled Asphalt (FIRA)* biasanya dilakukan uji coba terhadap enam variasi kadar aspal sesuai tipe HRA yang dipilih. Untuk jenis aspal beton, jumlah uji coba sampel adalah enam variasi kadar aspal, yaitu P_{est} , $P_{est} \pm 0,5 \%$, $P_{est} \pm 1 \%$ dan $P_{est} - 1,5 \%$. Nilai P_{est} , dihitung dari persamaan berikut :

$$P_{est} = 0,035 \times CA + 0,045 \times FA + 0,18 \times FF + \text{Konstanta} \dots\dots\dots(5.2)$$

Nilai konstanta untuk laston adalah 0,5 – 1.

- d) Perhitungan sifat-sifat volumetrik campuran beraspal yang terdiri dari kepadatan, kadar aspal terserap, VMA, VIM dan VFA. Konsep perhitungan campuran beraspal disajikan pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 2.11. campuran Aspal Beton setelah Dipadatkan

Keterangan :

V_a : volume udara/pori = VIM

V_{ma} : volume pori antar butir agregat

V_{mb} : volume bulk campuran yg telah dipadatkan

V_{mm} : volume campuran tanpa volume udara

V_b : volume aspal

V_{ba} : volume aspal yang terabsorpsi

V_{sb} : volume *bulk* agregat

V_{se} : volume agregat efektif

1) Jenis jenis campuran beraspal

1.1 Lapisan perekat

Ada dua jenis lapis perekat, yaitu *primary coating* dan *tack coating*. *Primary coating* dimaksudkan untuk penyiapan suatu lapisan pondasi atas tanpa lapis penutup. Perhatian harus diberikan kepada tingkat kepadatan, bentuk dan tekstur permukaan. Takaran aspal dari lapis perekat *primary coating* adalah 0,5 – 1,1 lt/m² untuk lapis pondasi bergradasi rapat dan 0,8 – 1,4 lt/m² untuk lapis pondasi bergradasi terbuka.

Tack coating dimaksudkan untuk mempersiapkan suatu perkerasan dengan lapis penutup agar siap untuk perawatan lapis ulang (overlay). Takaran aspal dari lapis perekat *tack coating* adalah :

Jenis aspal	Takaran penyemprotan	
	Permukaan baru	Permukaan lama-lapuk
Aspal cair	0,15	0,15-0,35
Aspal emulsi	0,20	0,20-0,50

Pada pelaksanaan kedua jenis lapis perekat tersebut semua jenis kerusakan dari lapisan yang lama harus sudah diperbaiki.

1.2 Laburan aspal satu lapis (BURTU)

Burtu digunakan sebagai lapis penutup ulang pada perkerasan yang ada atau sebagai rawatan pada tahap pertama pada bagian lapis perkerasan yang direkonstruksi.

Bahan BURTU berupa :

1. Agregat berukuran tunggal yang disaring dan ukuran yang dicuci 19 mm atau 12 mm.
2. Aspal keras jenis AC 80-100 atau aspal emulsi jenis CRS1 dan CRS2.
3. Minyak cutter (kadar kerosen 5 %).

Tingkat pemakaiannya disajikan berikut ini.

	19 mm	12 mm	Satuan
Agregat	50–65	65–80	m ² /m ³
Aspal AC 85/100	2,4–1,8	1,9–1,6	lt/m ²

Batas suhu 135 ° – 176 ° C

Bahan BURDA berupa :

1. Agregat dengan dua variasi yaitu variasi 1 (berukuran 19 mm dan 9 mm) atau variasi 2 (12 mm dan 6 mm).
2. Aspal keras jenis AC 80-100 atau aspal emulsi jenis CRS1 dan CRS2.
3. Minyak cutter (kadar kerosen 5 %).

Tingkat pemakaiannya disajikan berikut ini.

	19 mm	12 mm	9 mm	6 mm	Satuan
Agregat	50–65	65–80	100–125	200–250	m ² /m ³
Aspal AC 85/100	2,4–1,8	1,9–1,6	1,2–1,0	1,0–0,8	lt/m ²

1.3 Lapisan tipis aspal pasir (LATASIR)

Latasir digunakan sebagai lapis penutup ulang pada pemakaian jangka pendek pada perkerasan dengan penutup yang ada atau pada bagian perkerasan yang direkonstruksi.

Bahan latasir berupa :

1. Agregat halus terdiri dari semua butiran yang lolos saringan 9,5 mm, batas ukuran terutama 2,38 mm – 2,75 mm dan tertahan saringan 0,075 = 90 %.
2. Aspal keras jenis AC 80-100 atau aspal emulsi jenis CRS1 dan CRS2, atau jenis aspal cair jenis RC 250.

Tingkat pemakaiannya disajikan berikut ini.

Lapis permukaan	Aspal (Lt/m ²)	Agregat (Kg/m ²)
Tanpa lapis penutup	0,6– 1,5	5 –8
Dengan lapis penutup	0,5– 1,0	5 –8

1.4 Lapis penetrasi makadam (LAPEN)

Lapen digunakan sebagai lapis permukaan yang tebalnya dari 4 cm sampai dengan 8 mm dari agregat pecah dan bergradasi serta bersih dilapisi dengan penetrasi aspal panas. Diletakkan di atas bagian lapis pondasi atas yang padat atau permukaan lapis permukaan perkerasan yang ada sebagai penutup akhir.

Lapen menggunakan agregat yang bergradasi sebagai berikut :

	Tebal lapis permukaan	
	5 – 8 cm (maks. 50 mm)	4 – 5 cm (maks. 40 mm)
Lolos saringan	% Lolos	% Lolos
Agregat kasar		
50 mm	95– 100	100
40 mm	35– 70	95– 70
25 mm	0– 15	–
19 mm	0– 5	0– 5
Agregat kunci		
25 mm	100	100
19 mm	95– 100	95– 100
9,5 mm	0– 5	0– 5
Lapis penutup		
12,5 mm	100	
9,5 mm	85– 100	
4,75 mm	10– 30	
2,36 mm	0– 10	

Tingkat pemakaiannya disajikan berikut ini.

Untuk lapis permukaan utama lapen :

	Tebal lapisan		
	6 cm	5 cm	Batu pengunci
Agregat	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)
Maks. 50 mm	114	105	25
Maks. 40 mm	–	80	25
Aspal pengikat	(lt/m ²)	(lt/m ²)	
Maks. 50 mm	4,4	3,7	
Maks. 40 mm	–	2,5	

Untuk lapis penutup lapen :

	12 mm	10 mm	7,5 mm	Satuan
Agregat	40	60	80	m ² /m ³
Aspal cair RC	1,5 sampai 1,7 liter/m ²			

1.5 Lapis pondasi atas aspal beton untuk perataan (ATBL)

ATBL merupakan lapis perata dari agregat yang dimantapkan dengan aspal dan digunakan untuk memperbaiki dan memperkuat ketidakrataan permukaan perkerasan setempat dan membentuk ulang permukaan yang ada sampai kemiringan yang dikehendaki. Penentuan ketebalan harus dihitung tetapi tidak boleh melebihi 12 cm.

Aspal yang digunakan pada ATBL biasanya aspal keras penetrasi 80 – 100 dengan kandungan efektif minimum yang diperlukan sekitar 5,5 %. Gradasi agregat yang ditetapkan untuk jenis campuran beraspal ATBL adalah :

Saringan (mm)	% Lolos (berdasarkan berat)
19,00	100
13,00	98–100
9,50	52–100
4,75	47–57
2,36	42–56
0,60	13–54
0,15	4–31

Penerapan ATBL dilapangan harus didahului dengan rencana campuran beraspal sesuai prosedur Marshall. Spesifikasi teknik yang ditetapkan untuk ATBL adalah :

1. Stabilitas minimum 750 kg.
2. Nilai bagi Marshall 4 kN/mm.
3. VIM = 4 % – 8%.

Aspal yang digunakan pada lataston biasanya aspal keras penetrasi 80 – 100 dengan kandungan efektif minimum yang diperlukan sekitar 6,8 %. Gradasi agregat yang ditetapkan untuk jenis campuran beraspal lataston adalah :

Fraksi agregat	Saringan	% Lolos	Komponen campuran
Agregat kasar	19,00	100	
	13,00	30 – 100	
	9,50	0 – 55	20% – 40%
	4,75	0 – 10	
	2,36	0 – 1	
Agregat halus	9,50	100	
	4,75	90 – 100	47% – 67%
	2,36	80 – 100	
	0,60	25 – 100	
Bahan pengisi	0,075	3 – 11	5% – 9%

Konstruksi Jalan dengan *Self-Healing Asphalt*

Self healing asphalt adalah aspal yang dapat memperbaiki sendiri kerusakan retak (*crack*) dan pelepasan butiran (*ravelling*) yang terjadi di dalam lapis permukaan jalan. Gambar 9.1 berikut ini menyajikan contoh *ravelling*.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini secara umum dilaksanakan di dalam Kota Aceh, dengan mengambil lokasi penelitian di jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil sebagai bahan studi kasus dalam spesifikasi pengambilan data penelitian. Penentuan lokasi penelitian di jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil sebagai bahan studi kasus Dengan beberapa pertimbangan tersebut, maka jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil dianggap signifikan dan representatif untuk dijadikan pilihan lokasi sebagai bahan studi kasus dalam melakukan penelitian ini. Penelitian yang dilaksanakan di jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil ini, yaitu dimulai dari bagian persimpangan jalan jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil

3.2. Populasi

Menurut Sugiyono (1999 : 55) populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian diambil kesimpulan. Sejalan dengan pendapat tersebut, Arikunto (2013 : 115) mengemukakan bahwa populasi adalah keseluruhan subjek penelitian. Adapun yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah orang-orang (para pengguna jalur trotoar) yang

melintas atau menempuh perjalanan dengan berjalan kaki di sepanjang jalan Motong-Singkohor Aceh Singkil.

3.3. Sampel dan Teknik Sampling

Menurut Arikunto (2013 : 109) sampel adalah sebagian atau wakilpopulasi yang diteliti. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel bertujuan atau *purposive sample* dalam metode pengumpulan data melalui wawancara. Sampel bertujuan dilakukan dengan cara mengambil subjek bukan didasarkan atas strata, random, atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu (Suharsimi Arikunto, 1991 : 127). Selain itu juga teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan cara *accidental sampling*, yakni pengambilan sampel secara kebetulan dalam metode data melalui kuesioner penelitian.

Menurut Hadi (1986 : 73) dalam menentukan besarnya sampel tidak ada ketentuan ataupun ketetapan yang mutlak berapa persen sampel harus diambil dari populasi. Untuk itu diperlukan sebuah prosedur tertentu yang bisa dijadikan kepastian rata-rata untuk mengambil besar sampel yang dibutuhkan bagi seorang peneliti. Arikunto (2013 : 112) berpendapat bahwa jika jumlah subjek besar dapat diambil antara 10 – 15% atau 20 – 25%, dan bila populasi kurang dari 100 dapat diambil semua. Oleh karena penentuan jumlah sampel tidak ada parameter yang pasti, maka dalam penelitian ini teknik sampling yang digunakan adalah *nonprobability*, yaitu dengan cara *accidental sampling* (pengambilan sampel

secara kebetulan, untuk metode kuesioner) dan *purposive sampling* (pengambilan sampel cara bertujuan, untuk metode wawancara penelitian).

3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah cara yang ditempuh untuk memperoleh data sesuai dengan data yang dibutuhkan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui teknik dokumentasi, angket atau kuesioner, dan teknik wawancara (*interview*).

a. Dokumentasi

Dokumentasi adalah upaya mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, buku, surat kabar, majalah, agenda, foto, dan lain sebagainya (Arikunto, 2013 : 206). Data yang diambil untuk penelitian ini adalah berupa : 1) dokumentasi foto, 2) data kondisi fisik prasarana jalan, 3) kondisi jalur trotoar yang berhubungan dengan tingkat kenyamanan pejalan kaki, dan 4) data peta lokasi penelitian Jalan Brigjen Katamsa Medan.

3.5. Metode Analisa Data

Analisa data merupakan langkah yang sangat penting dalam suatu penelitian, karena analisis data berfungsi untuk mengambil kesimpulan dari sebuah penelitian. Analisa data dilakukan setelah data-data penelitian terkumpul secara lengkap kemudian data tersebut diolah dan dianalisis untuk menghasilkan kesimpulan yang benar sehingga dapat menjawab persoalan yang sedang diteliti serta mampu dipertanggung jawabkan kebenarannya. Tujuan analisa dalam penelitian ini adalah untuk menyempitkan dan membatasi penemuan sehingga

menjadi data yang tersusun lebih teratur. Dalam penelitian ini analisis yang digunakan adalah analisa data deskriptif persentase yang didasarkan untuk mengetahui keadaan sesuatu yang bersifat kualitatif dengan penafsiran persentase data kuantitatif .



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan maka penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut :

1. Analisa yang dilakukan pada proyek umur rencana adalah 5 Tahun, dengan melakukan perhitunga maka Lintas hrian Rata-rata Awal rencana untuk kendaraan ringan 2 ton $(1 + 1) = 272$ kendar/ hari dengan 2 arah, untuk truk 2 As 13 ton $(5 + 8) = 122$ kend/hari untuk 2 arah sedangkan pada lintasan harian rata-rata pada akhir rencana dengan kendaraan ringan 2 ton $(1 + 1) = 272$ $(1 + 0.05) = 285.5$ kenda dan truk 2 As 13 ton $(5 + 8) = 122$ $(1 + 0.05) = 128,1$ kendaraan. Perhitungan dilakukan berdasarkan (Sta. 0 + 000 - 2 + 500).
2. Lapis pondasi Atas Batu Pecah Kelas A dan Lapis Pondasi Bawah Sirtu Kelas C (data ini didapat dan pihak perencana) dengan Kelandaian Jalan $< 6\%$ (data didapat dan pihak perencana) dan Curah Hujan Rata-Rata Pertahun Didaerah Sidounip dan Didaerah Desa Limbong Daerah Aceh < 900 mm/tahun.
3. diperoleh angka ekivalen untuk masing-masing jenis kenderaan adalah sebagai berikut:

- Kenderaan Ringan 2 ton $(1 + 1) 0,0004$
- Truk 2 As 13 ton $(5 + 8) 1,0648$

Nilai Lintas Ekivalen Perrnulaan (LEP): = 130.0144 dihitung berdasarkan jumlagh kendaraan ringan dan Truk 2 As 13 ton, nilai lintas ekivalsin akhir (LEA) adalah 165,9389 kendaraan, lintas ekivalen tengah = 147,9767 kend

untuk Lintas ekivalen rencana sebesar 66.63238 kendaraan. Nilai Lintas Ekivalen dihitung berdasarkan (Sta. 0 + 000 - 2 + 500).

4. Jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru

5.2. Saran

Dengan menganalisa perkerasan lentur terhadap lapisan pondasi bawah maka dalam melaksanakan pengaspalan hendaknya perlu diperhatikan keselamatan kerja bagi pekerja sendiri dan keselamatan bagi masyarakat yang akan melewati jalan tersebut.