

# **PENGENDALIAN AIR TANAH PADA KEMIRINGAN JALAN ( STUDY KASUS )**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk memenuhi syarat dalam  
sidang ujian sarjana Teknik Sipil**

Oleh

**WILSON. H. SIMANJUNTAK  
NO STB : 938110027**



**JURUSAN TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
M E D A N  
2 0 0 1**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
  2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
  3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRAK.....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1. URAIAN UMUM.....	1
I.2. LATAR BELAKANG STUDI.....	4
I.3. PEMBatasan MASALAH.....	6
I.4. METODOLOGI.....	6
<b>BAB II AIR TANAH</b>	
II.1. ASAL AIR TANAH.....	7
II.2. TERJADINYA AIR TANAH.....	9
II.2.1. Air diatas permukaan tanah.....	9
II.2.1.1. Presipitasi.....	10
II.2.1.2. Evaporasi.....	11
II.2.1.3. Transpirasi.....	11
II.2.1.4. Infiltrasi.....	12
II.2.2. Air dibawah permukaan tanah.....	13
II.3. DISTRIBUSI VERTIKAL AIR TANAH	
II.3.1. Zone air dangkal.....	15
II.3.2. Zone antara.....	16
II.3.3. Zone kapiler.....	16
II.3.4. Zone jenuh.....	17
II.4. GERAKAN AIR TANAH.....	17
II.4.1. Daya pembesaran air.....	18
II.4.2. Rembesan air (Seepage).....	20

### BAB III PENGARUH AIR PADA KONTRUKSI JALAN RAYA

III.1. PENGERTIAN KONTRUKSI PERKERASAN .....	23
III.1.1. Perkerasan Rigid.....	24
III.1.2. Perkerasan fleksibel.....	24
III.2. PENGARUH AIR PADA TANAH DASAR ( SUBGRADE ).....	29
III.2.1. Klasifikasi tanah.....	30
III.2.1.1. Sistem klasifikasi tanah USC .....	32
III.2.1.2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO .....	36
III.2.1.3. Batas air dan batas platis .....	39
III.2.1.4. Hubungan kadar air dan karakteristik tanah.....	41
III.2.3. Kemampuan dan konsolidasi tanah.....	45
III.3. PENGARUH AIR PADA LAPISAN PERKERASAN .....	45
III.3.1. Agregat lapisan perkerasan .....	46
III.3.1.1. Ukuran dan gradasi.....	47
III.3.1.2. Kekuatan dan ketahanan .....	47
III.3.1.3. Bentuk partikel .....	47
III.3.1.4. Porosity dan absorbtion .....	48
III.3.1.5. Surface tekstur .....	48
III.3.2. Pengikat lapisan perkerasan .....	48
III.3.2.1. Fungsi aspal .....	49
III.3.2.2. Kualitas aspal .....	50
III.3.2.3. Kandungan aspal dalam campuran perkerasan .....	51
III.4. KERUSAKAN-KERUSAKAN PERKERASAN .....	52
III.4.1. Retakan (Cracking) .....	52
III.4.2. Konsolidasi dan keruntuhan geser .....	52
III.4.3. Pumping .....	53
BAB IV PENGENDALIAN AIR TANAH PADA KEMIRINGAN JALAN	
IV.1. PERBAIKAN STABILITAS TANAH .....	54
IV.1.1. Peningkatan stabilitas dengan pemadatan .....	55

IV.1.2. Perbaikan stabilitas dengan penyesuain gradasi .....	58
IV.1.3. Perbaikan stabilitas dengan kapur atau semen .....	60
IV.1.4. Perbaikan stabilitas dengan grouting .....	63
IV.1.5. Perbaikan stabilitas dengan aspal .....	67
IV.2. PERBAIKAN TANAH DASAR YANG LUNAK .....	67
IV.2.1. Perbaikan permukaan .....	69
IV.2.2. Perpindahan lapisan .....	70
IV.2.3. Penurunan muka air tanah .....	71
IV.3. DRAINASE .....	73
IV.3.1. Saluran peresapan .....	74
IV.3.2. Pengontrolan aliran karena rembesan (control of seepage flow) .....	75
IV.3.3. Pengontrolan muka air yang tinggi .....	76
IV.3.4. Pengontrolan air yang masuk kedalam subgrade melalui Permukaan jalan yang kepad air .....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	
V.1. KESIMPULAN .....	78
V.2. SARAN .....	78
DAFTAR PUSTAKA .....	80

## ABSTRAK

Indonesia secara umum mengalami dua musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Kedua musim ini akan mempengaruhi pelaksanaan dan pembangunan jalan raya .

Dalam perencanaan konstruksi perkerasan suatu jalan, juga sangat dipengaruhi oleh keadaan atau sifat dari lapisan tanah dasar, yaitu kekuatan (strength), kepadatan, tingkat pengeringannya.

Tanah merupakan material yang sangat beraneka ragam, hubungan antara tekstur tanah, density, kadar air dan tegangan tanah sangat kompleks sehingga sulit menghitungnya untuk segala macam kasus.

Kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada masing-masing komposisi bahan lapisannya. Tingkat keadaan dari bahan material perkerasan jalan sangat tergantung pada ukuran dan gradasi, kekuatan dan ketahanan, bentuk partikel, porosity, dan absorbtion (penghisapan), surface texture serta surface chemistry.

Untuk mendapatkan kekuatan dan mengurangi pengaruh air terhadap konstruksi perkerasan pada pembangunan jalan dapat dilakukan suatu sistem pengendalian air tanah yaitu dengan sistem stabilisasi tanah, pembuatan drainase air tanah, pengontrolan aliran karena rembesan ataupun penurunan muka air tanah yang tinggi.

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1. Uraian umum

Manusia adalah makhluk hidup, artinya makhluk yang dapat bergerak sendiri tanpa digerakkan oleh makhluk atau benda lain sebagaimana halnya dengan benda mati. Dengan demikian maka manusia cenderung untuk selalu bergerak, baik pergerakan ditempat maupun pergerakan yang mengakibatkan perpindahan tempat.

Pada hakekatnya, setiap benda yang melakukan perpindahan tempat membutuhkan lintasan. Berdasarkan media yang digunakan, lintasan terdiri dari lintasan air, darat dan udara/angkasa. Lintasan perpindahan tempat di darat disebut dengan jalan. Sejarah perkembangan lintasan hingga terbentuk menjadi jalan diawali dengan lintasan yang berupa "jejak". Pada masa itu pergerakan perpindahan manusia masih sangat terbatas. Manusia bergerak berpindah tempatnya bila dirasa perlu, seperti mencari bahan makanan dan air. Tidaklah mengherankan apabila "jejak-jejak" terlihat jelas disekitar sumber air. Setelah manusia berkembang biak, mereka tidak lagi hidup mengembara tetapi hidup berkelompok pada suatu tempat yang banyak menyediakan kebutuhan hidup. Pada masa ini jejak-jejak merupakan seasonal road (jalan manusia), yakni jalan setapak atau yang di hutan-hutan kadang kala disebut dengan lorong-lorong tikus. Kenyamanan jalan ini hanya terletak pada tidak banyaknya rintangan dan halangan atau tersentuhnya duri pada tubuh yang tumbuh pada jalan tersebut.

Namun manusia adalah makhluk hidup yang tidak pernah merasa puas dengan apa yang telah dimiliki dan dirasakan. Dalam melakukan gerak berpindah tempat kendaraan yang digunakan sudah baik dan nyaman, tetapi kenyamanan masih terasa kurang karena lintasan yang digunakan tidak memberikan kenyamanan. Oleh karenanya mulai dipikirkan cara membuat lintasan/jalan yang nyaman. Jelaslah hal ini menunjukkan bahwa perkembangan kendaraan pengangkut seiring dengan perkembangan pembuatan jalan.

Namun satu hal yang harus di ingat bahwa segala benda yang dialam ini tanpa perawatan dan pemeliharaan yang baik akan mudah rusak dan tidak berfungsi sebagai

mana yang diharapkan. Demikian pula halnya dengan jalan. Bagaimanapun hebatnya suatu sistem perencanaan dan pembangunan jalan, tetapi tanpa adanya perawatan dan pemeliharaan yang baik, jalan tersebut akan cepat rusak dan dengan demikian akan berkurang daya gunanya, sehingga tidak berfungsi seperti yang direncanakan.

Kerusakan-kerusakan pada jalan akibat kurang/tidak adanya perawatan, banyak sekali terjadi. Baik akibat teknis penggunaan seperti, penggunaan jalan oleh kendaraan dengan muatan berlebih dan tidak sesuai dengan kelas jalan, maupun akibat lain yaitu akibat faktor alam lingkungan meliputi keadaan tanah dasar, hujan, temperatur, air tanah dan sebagainya.

Dari uraian diatas dapat dikatakan bahwa "Air" merupakan salah satu penyebab kerusakan pada jalan, baik air yang ada dipermukaan jalan maupun yang berada dibawah jalan. Air yang berada dibawah badan jalan disebut air tanah. Air tanah mempunyai peranan serta pengaruh yang besar pada jalan.

### **Latar belakang studi**

Sejarah perkembangan pembangunan jalan sangat erat hubungannya dengan sejarah perkembangan kehidupan manusia, dengan arti kata saling mempengaruhi satu sama lainnya, maka semakin pesat perkembangan pembangunan jalan, semakin meningkat pula tarap kehidupan sosial ekonomi masyarakatnya.

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, dengan mengingat pentingnya prasarana perhubungan ini dalam kehidupan sosial ekonomi masyarakat, maka dianggap penting untuk meningkatkan sebaik-baiknya akan pembangunan jalan.

Persyaratan dasar suatu jalan adalah untuk menyediakan lapisan permukaan yang selalu rata dan kuat, serta menjamin keamanan yang tinggi dan masa pakai yang cukup lama dan memerlukan pemeliharaan yang sekecil-kecilnya. Tingkatan sampai dimana memenuhi persyaratan tersebut, tergantung dari imbangannya antara tingkatan kebutuhan/tuntutan lalu lintas pada masing-masing daerah/jurusan, juga tergantung dari keadaan tanah dan iklim daerah bersangkutan.

Indonesia yang secara umum mengalami dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau, dimana secara langsung dapat mempengaruhi pada saat pelaksanaan/pembangunan jalan raya ataupun pada jalan yang telah selesai dilaksanakan,

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

demikian juga dalam hal perencanaan konstruksi perkerasan jalan. Hal ini dapat kita lihat bahwa banyaknya jalan yang pembangunannya lambat serta rusak pada waktu musim hujan.

Dengan demikian air adalah salah satu penyebab dari pada kerusakan jalan raya. Umumnya kerusakan ini terjadi pada daerah yang aliran airnya (drainase) kurang baik ataupun kurang sempurna perencanaannya, sehingga pada musim penghujan air akan meluap pada badan jalan. Kerusakan lain yang disebabkan oleh air ini juga sering terjadi pada daerah yang tanah dasarnya kurang sempurna/baik, sehingga pada musim hujan kadar air pada tanah dasar menjadi tinggi, dengan demikian akan berpengaruh terhadap kepadatan tanah dan juga terhadap daya dukung tanah.





hebatnya suatu sistim perencanaan dan pembangun jalan, tapi tanpa adanya perawatan dan pemeliharaan yang baik, jalan tersebut akan lekas rusak dan dengan demikian berkurang daya gunanya sehingga tidak berfungsi seperti yang direncanakan.

Kerusakan-kerusakan pada jalan akibat kurang/tidak adanya perawatan, banyak sekali terjadi. Baik akibat teknis penggunaan, seperti penggunaan jalan oleh kendaraan dengan muatan berlebih dan tidak sesuai dengan kelas jalan, maupun akibat lain yaitu akibat faktor alam lingkungan meliputi keadaan tanah dasar, hujan, temperatur, air tanah dan sebagainya.

Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa "air" merupakan salah satu penyebab kerusakan pada jalan, baik air yang berada di permukaan jalan maupun yang berada di bawah jalan. Air yang berada di bawah badan jalan disebut air tanah. Air tanah mempunyai peranan serta pengaruh yang besar pada jalan.

## 1.2. Latar Belakang Studi

Sejarah perkembangan pembangunan jalan sangat erat hubungannya dengan sejarah perkembangan kehidupan manusia, dengan arti kata saling mempengaruhi satu sama lainnya, maka semakin pesat perkembangan pembangunan jalan, semakin meningkat pula tarap kehidupan sosial ekonomi masyarakatnya.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, dengan mengingat pentingnya prasarana perhubungan ini dalam kehidupan sosial ekonomi masyarakat, maka dianggap penting untuk lebih meningkatkan serta lebih memperhatikan sebaik-

baiknya akan pembangunan jalan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)15/12/23

Persyaratan dasar suatu jalan adalah untuk menyediakan lapisan permukaan yang selalu rata dan kuat, serta menjamin keamanan yang tinggi dan masa pakai yang cukup lama dan memerlukan pemeliharaan yang sekecil-kecilnya. Tingkatan sampai dimana memenuhi persyaratan tersebut, tergantung dari imbalan antara tingkatan kebutuhan/tuntutan lalu lintas pada masing-masing daerah/jurusan, juga tergantung dari keadaan tanah dan iklim daerah bersangkutan.

Indonesia yang secara umum mengalami dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau, dimana secara langsung dapat mempengaruhi pada saat pelaksanaan/pembangunan jalan raya ataupun pada jalan yang telah selesai dilaksanakan, demikian juga dalam hal perencanaan konstruksi perkerasan jalan. Hal ini dapat kita lihat bahwa banyaknya jalan yang pembangunannya lambat serta rusak pada waktu musim hujan.

Dengan demikian air adalah salah satu penyebab dari pada kerusakan jalan raya. Umumnya kerusakan ini terjadi pada daerah yang aliran airnya (drainase) kurang baik ataupun kurang sempurna perencanaannya, sehingga pada musim penghujan air akan meluap pada badan jalan. Kerusakan lain yang disebabkan oleh air ini juga sering terjadi pada daerah yang tanah dasarnya kurang sempurna/baik, sehingga pada musim hujan kadar air pada tanah dasar menjadi tinggi, dengan demikian akan berpengaruh terhadap kepadatan tanah dan juga terhadap daya dukung tanah.

Oleh karena itu dianggap penting mengendalikan air tanah pada pembangunan jalan raya, sehingga akan tercapai jalan dengan masa pakai yang lama dan keamanan serta kenyamanan bagi para pemakai jalan.

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Sesuai dengan judul tulisan ini yaitu : **“Pengendalian Air Tanah pada Pembangunan Jalan Raya”**, maka ruang lingkup pembahasan yang akan disajikan dalam tulisan ini adalah pembahasan tentang pengaruh air tanah pada lapisan perkerasan dan kerusakan-kerusakan perkerasan jalan yang disebabkan air tanah serta pengendalian air tanah di bawah permukaan lapisan perkerasan pada pembangunan jalan raya untuk jenis perkerasan fleksibel.

### **1.4 Metodologi**

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan studi ini adalah studi kasus yaitu membandingkan beberapa literatur yang membahas tentang pengaruh air tanah terhadap lapisan perkerasan jalan raya dan kerusakan-kerusakan yang dapat ditimbulkan oleh air tanah tersebut serta usaha-usaha yang dapat dilaksanakan dalam pengendalian air tanah pada pembangunan jalan raya. Dengan demikian akan didapat suatu kondisi jalan yang baik dan dapat meningkatkan pelayanan dan kenyamanan bagi para pemakai jalan raya.

Kemudian membandingkannya dengan pelaksanaan yang dilakukan di lapangan yaitu pada proyek.

## **BAB II**

### **AIR TANAH**

Yang dimaksud dengan air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi. Air tanah merupakan sumber daya penting dalam penyediaan air di seluruh dunia. Penggunaannya dalam irigasi, industri serta air minum makin meluas sehingga memaksa kita untuk mengadakan penaksiran yang tepat, mengembangkan kearah yang benar, mengatur dan melindungi sumber-sumber yang ada demi kelestarian sumber daya alam tersebut.

Satu hal yang harus diperhatikan benar adalah air tanah yang demikian penting, akan menjadi fungsional bila dikelola secara tepat dan benar. Sebagai contoh dapat kita lihat dalam hubungan antara air tanah dengan lapisan perkerasan jalan. Air tanah dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan pada lapisan perkerasan jalan apabila tidak dikelola secara baik dan benar.

Dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jalan raya, salah satu faktor yang harus diperhatikan adalah faktor alam lingkungan yaitu keadaan tanah dasar dan keadaan lingkungan seperti temperatur, hujan, keadaan muka air tanah dan sebagainya.

#### **II.1. Asal Air Tanah**

Sebelum membahas lebih jauh mengenai air tanah, perlu diketahui proses sirkulasi air yang secara singkat hubungan-hubungannya dilukiskan pada gambar

II.1.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

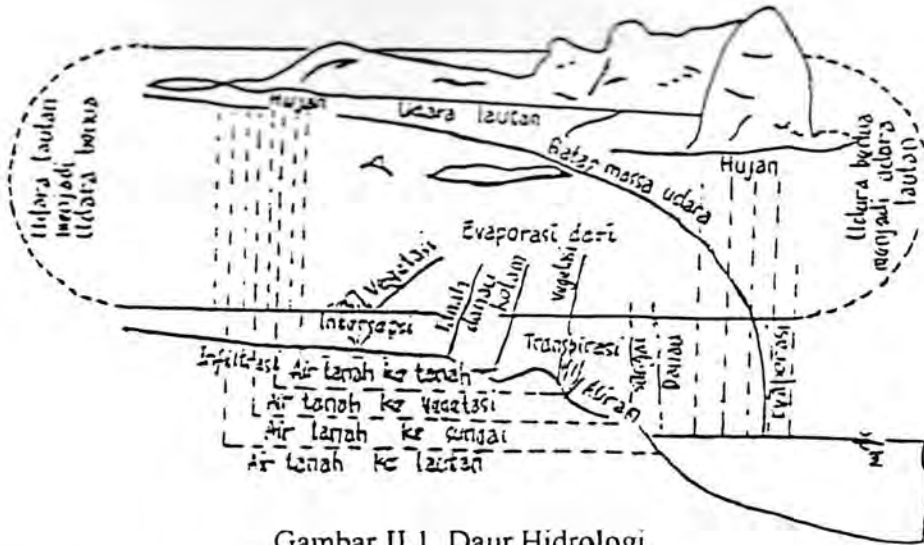
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area



Gambar.II.1. Daur Hidrologi

Air yang ada di bumi, terutama pada tempat-tempat yang terbuka seperti laut, danau, kolam, sungai dan sebagainya, menguap akibat panas matahari. Air yang menguap ini naik ke atmosfer sebagai uap air. Di atmosfer uap air ini mendingin dan kemudian dengan proses pengembunan berubah menjadi titik-titik air yang semakin lama semakin besar dan berat. Akibat beratnya sendiri maka titik-titik air ini jatuh ke bumi. Titik-titik air yang jatuh ke bumi ini kemudian disebut dengan hujan.

Hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian jatuh di lautan dan sebagian lagi jatuh di daratan. Air hujan yang jatuh di daratan kemudian mengalami berbagai proses. Di antaranya proses infiltrasi, intersepsi, evaporasi dan sebagian lagi masuk ke dalam tanah/mengisi pori-pori tanah.

Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalami penguapan melalui pori-pori tanah. Demikian pula halnya air yang tertahan oleh tumbuh-tumbuhan, juga mengalami penguapan kembali—sehingga tidak termasuk air yang ada di permukaan tanah dan dapat dikatakan sebagai air yang hilang.

Sebagian lagi air hujan akan tertahan di bagian tanah yang ledok, danau, rawa dan sebagainya serta sisanya mengalir melalui pori-pori tanah (perkolasi). Sedangkan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

yang meresap lebih dalam lagi ke dalam tanah akhirnya akan mencapai permukaan air tanah.

Dengan demikian hampir semua air tanah dapat dianggap sebagai bagian dari daur hidrologi. Sejumlah kecil dari air tanah yang berasal dari sumber lain dapat pula masuk ke dalam daur tersebut, seperti air connate yakni air yang terperangkap dalam rongga-rongga batuan sedimen saat diendapkan. Air yang berasal dari magma gunung berapi atau kosmik dinamakan air juvenil. Tergantung dari sumbernya, maka air juvenil dapat disebut air magma, air vulkanik atau air kosmik.

## II.2 Terjadinya air tanah

Dari gambar II.1 dapat dilihat bahwa pada dasarnya air yang ada di bumi terdiri atas dua bagian, yaitu :

1. Air di atas permukaan tanah.
2. Air di bawah permukaan tanah

Pada perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jalan raya, ke dua keadaan di atas harus diperhatikan mengingat kerusakan-kerusakan pada jalan raya banyak disebabkan oleh air di atas permukaan dan air di bawah permukaan tanah.

### II.2.1 Air di atas permukaan tanah

Seperti telah diuraikan, air di bumi bersirkulasi secara terus menerus. Namun sirkulasi ini tidak merata benar akibat perbedaan besar presipitasi dari tahun ke tahun, dari musim ke musim berikutnya dan juga dari wilayah ke wilayah lainnya. Jika terjadi sirkulasi yang lebih akan terjadi banjir sehingga harus diadakan

pengendalian banjir. Sebaliknya jika terjadi sirkulasi yang kurang akan diatasi dengan suatu usaha pemanfaatan air.

Keadaan dan banyaknya air di atas permukaan tanah tergantung pada :

1. Presipitasi
2. Evaporasi
3. Transpirasi
4. Infiltrasi

Semua kejadian-kejadian di atas sangat dipengaruhi oleh beberapa keadaan yaitu :

- a. Keadaan morfologi, yakni intensitas hujan, temperatur, kelembaban dan angin.
- b. Keadaan topografi, permukaan tanah yang miring, tanah yang keras dan rapat
- c. Keadaan daerah, banyaknya tumbuh-tumbuhan, perkampungan, daerah pertanian, kota dan lain sebagainya.
- d. Keadaan geologi, sifat-sifat tanah, kerapatan tanah dan tebalnya lapisan tanah.

### II.2.1.1 Presipitasi

Presipitasi adalah peristiwa jatuhnya cairan dari atmosfer ke permukaan bumi.

Menurut keadaannya presipitasi dapat dibagi atas dua macam yaitu:

1. Presipitasi cair: hujan, embun.
2. Presipitasi beku: salju, hujan es

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya presipitasi adalah:

- a. Adanya uap di atmosfer
- b. Faktor-faktor meteorologis.
- c. Lokasi daerah, sehubungan dengan sisten sirkulasi secara umum.
- d. Rintangan yang disebabkan oleh gunung dan lain-lainnya.

### II.2.1.2. Evaporasi

Evaporasi adalah proses pertukaran molekul air (liquid atau solid) di permukaan menjadi molekul uap air (gas) atmosfer melalui kekuatan panas (heat energy). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses evaporasi (penguapan) adalah:

- a. Faktor-faktor meteorologis: suhu air, suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari.
- b. Macam permukaan yang menguapkan, mempengaruhi besarnya penguapan dimana penguapan pada permukaan tanah yang jenuh akan berbeda dengan penguapan pada permukaan tanah yang tidak jenuh.

### II.2.1.3. Transpirasi

Transpirasi adalah proses penguapan pada tumbuh-tumbuhan melalui sel-sel stomata. Faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi adalah :

- a. Faktor meteorologis, terutama matahari karena 95% transpirasi berlangsung pada siang hari sebab pada malam hari stomata akan tertutup.
- b. Jenis tumbuh-tumbuhannya, karena transpirasi juga dibatasi oleh persediaan lembab (air) yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan (menentukan titik layu) serta ukuran stomata.



- c. Jenis tanahnya, karena kondisi kadar kelembaban tanah membatasi persediaan air yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan.

#### II.2.1.4. Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses meresapnya air ke alam tanah melewati permukaan tanah. Kebalikan dari kejadian ini misalnya mata air (spring), perembesan (seepage). Kapasitas infiltrasi berbeda untuk jenis tanah yang berbeda. Juga kondisi awal dari tanah dan lamanya hujan akan mengakibatkan perbedaan kapasitas infiltrasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas infiltrasi adalah :

##### 1. Karakteristik hujan

Lamanya hujan dan intensitas hujan yang terjadi, duration hujan lebat akan menyebabkan kapasitas infiltrasi berkurang secara konstan hingga mencapai nilai ultimate capacity ( $f_c$ ) kecil dan tetap. Hal ini diakibatkan oleh :

- a. Pemadatan permukaan tanah yang terjadi karena butir-butir air hujan.
- b. Pengembangan (swelling) dari tanah liat (clay) serta butiran-butiran humus.
- c. Penyumbatan pori-pori dengan partikel-partikel kecil yang terbawa masuk bersama dengan air hujan (permanen).
- d. Terjeratnya gelembung-gelembung udara dalam pori-pori.

##### 2. Kondisi permukaan tanah

Kondisi permukaan tanah yang sangat berpengaruh terhadap infiltrasi adalah ada atau tidaknya tanaman. Dalam hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Akar-akar membuat tanaman lebih porous serta jalan akar mempermudah perpindahan air sehingga akibatnya aliran permukaan lebih kecil sedang kemungkinan air untuk berinfiltrasi lebih besar.
- b. Penutup tanaman (daun, batang), melindungi tanah terhadap peristiwa pemadatan tanah oleh butir-butir air hujan serta pengerasan partikel-partikel halus.

### 3. Karakteristik tanah

Tekstur dan struktur lapisan tanah merupakan faktor penting yang mempengaruhi infiltrasi. Tekstur menentukan besar kecilnya pori dan mempengaruhi kecenderungan partikel tanah dalam membentuk agregat. Struktur tanah sangat dipengaruhi oleh agregat partikel-partikel tanah.

### 4. Pengerjaan tanah

Dalam pelaksanaan pembangunan jalan raya (dalam hal pemadatan), juga pada jalan yang lalu lintasnya tinggi serta aktifitas manusia lainnya.

### 5. Kondisi klimatologi

Adanya perubahan musim (kemarau dan hujan) akan mempengaruhi kecepatan infiltrasi.

### 6. Nilai kebasahan tanah (Soil moisture)

## II.2.2 Air di bawah permukaan tanah

Air tanah (Ground water) adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah yang membentuk air lapisan dan di dalam retak-retak dari batuan (air celah atau fissure water).

Masalah air tanah sangat penting dalam hal pembangunan dan pelaksanaan jalan raya, khususnya dalam hal pembuatan pondasi. Air tanah selalu bergerak dan pergerakan ini asalnya dari recharge area (daerah dimana air hujan terserap, disaring melalui butir-butir tanah), bergerak menuju discharge area (daerah dimana air timbul atau muncul di atas tanah dalam bentuk mata air, rembesan (seepage) atau limpasan pada sumur.

Air tanah (Ground Water) ini ada dua bagian yaitu:

1. Air gravitasi (Gravitational Water).

Di dalam hal air gravitasi ini, hukum darcy tidak berlaku lagi, karena pengaruh adanya udara didalam pori-pori tanah.

2. Air tertahan (Held Water).

Meskipun air tertahan di dalam tanah tidak bergerak bebas akibat gaya gravitasi, tetapi air ini tidak diam (statis). Pergerakan terjadi sedemikian lambat, akan tetapi pada waktu priode yang lama sejumlah besar air dapat berpindah dalam bentuk liquid sebagai fase uap air.

Help Water ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Chemically combined water.

Air ini menurut teknisi jalan raya dianggap sebagai bagian integral dari tanah. Air tergabung dalam struktural kristal dari mineral tanah, dalam jumlah yang sangat kecil dan tidak dapat bergerak dengan mengeringkan tanah sampai pada suhu  $110^{\circ}$  C.

b. Absobed water

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mengantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

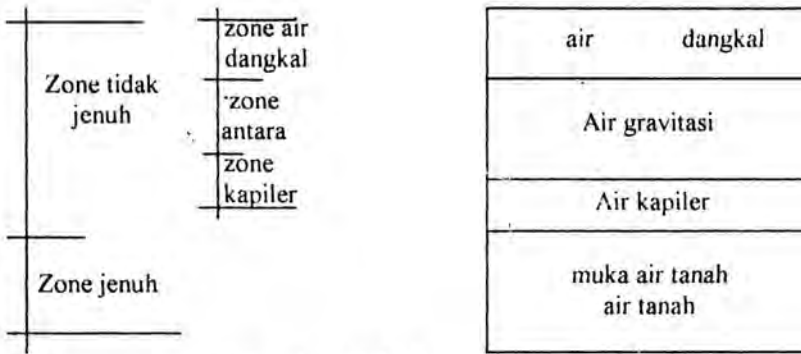
Sabagian dari air ini dapat bergerak dengan pengeringan partikel-partikel tanah di dalam oven. Jika tanah kering oven, terbuka terhadap udara dari luar selama pendinginan, tanah ini akan mengabsorpsi air. Nilai absorpsi air ini tergantung dari kelembaban udara sekitarnya.

### II.3 Distribusi Vertikal Air Tanah —

Terdapatnya air tanah di bawah permukaan dapat dibagi dalam zone jenuh dan zone tidak jenuh. Zone jenuh merupakan lapisan tanah yang terletak di bawah permukaan air tanah dan semua rongganya terisi jenuh oleh air. Bagian atas zone jenuh dibatasi oleh batas permukaan jenuh atau lapisan kedap air, sedangkan bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air berupa tanah liat atau tanah dasar. Sedangkan zone tidak jenuh terletak di atas zone jenuh sampai ke permukaan tanah dan rongga-rongganya berisi air dan udara.

Jika tidak terdapat lapisan kedap air disebelah atas air tanah, maka lapisan atas zone jenuh merupakan permukaan air tanah.

Sebenarnya antara zone jenuh dan zone tidak jenuh tidak ada garis batas yang tegas, sehingga air dari kedua zone tersebut dapat bergerak ke zone yang lain atau sebaliknya. Tapi untuk memudahkan dianggap ada garis batas yang tegas antara zone, seperti terlihat pada gambar II.2. Air yang berada di dalam zone jenuh dinamakan air tanah, sedangkan air yang berada di dalam zone tidak jenuh dinamakan air mengambang atau air dangkal (*vadus water*).



Gambar II.2. Zone air tanah

### II.3.1 Zone Air Dangkal

Tanah di zone air dangkal berada dalam keadaan tidak jenuh, kecuali kadang-kadang bila terdapat banyak air di permukaan tanah seperti yang berasal dari curah hujan dan iritasi. Zone ini dimulai dari permukaan tanah sampai ke zone akar utama (major root zone). Tabelnya beragam menurut jenis tanaman dan jenis tanah.

### II.3.2 Zone Antara

Fungsi zone antara ini adalah mengalirkan air ke bawah, dari zone dekat permukaan tanah sampai ke muka air tanah. Zone ini berada diantara batas bawah zone air dangkal sampai batas atas zone kapiler. Tebal zone ini sangat beragam, mulai dari 0 (terjadi bila muka air tanah mendekati permukaan tanah) sampai beberapa ratus meter pada keadaan muka air tanah yang dalam.

Air yang tidak bergerak (pellicular), ditahan dalam zone ini oleh gaya-gaya higroskopis dan kapiler. Kelebihan airnya merupakan air gravitasi yang mengalir ke bawah akibat pengaruh gravitasi.

### II.3.3 Zone Kapiler

Disebut zone kapiler karena zone ini merupakan daerah kenaikan kapiler dari air. Rongga-rongga pada tanah yang dapat bekerja sebagai pipa memungkinkan air yang memiliki sifat kapileritas untuk naik.

Makin tinggi kenaikannya di atas permukaan air tanah besarnya kadar kejenuhannya makin menurun. Sebab apabila kenaikan air hanya sedikit di atas permukaan air tanah hampir semua rongga berisi air kapiler. Jika lebih tinggi lagi kenaikan air maka rongga-rongga yang lebih kecil yang saling berhubungan saja yang berisi air kapiler. Demikian seterusnya hingga bila kenaikan air kapiler sangat tinggi, maka air kapiler hanya akan mengisi rongga-rongga yang terkecil saja.

### 11.3.4 Zone Jenuh

Dalam zone ini semua rongga terisi oleh air, sehingga porositas disini merupakan besarnya ukuran air yang dikandung persatuan volume. Jika  $n$  merupakan porositas, maka :

$$n = \frac{100 w}{V}$$

Dimana :  $w$  = Volume air pada rongga

$V$  = Volume total tanah

Tidak semua air dalam zone ini dapat dipindahkan dari tanah oleh pengaliran atau pemompaan dari sumur, karena gaya-gaya molekuler dan tegangan permukaan akan menahan sebagian air ini ditempat.

## 11.4 Gunakan air tanah

Semua macam tanah terdiri dari butir-butir dengan ruangan-ruangan di antara butir-butir tersebut yang disebut dengan pori (voids). Pori-pori tersebut selalu berhubungan satu dengan yang lain sehingga air dapat mengalir melalui ruangan pori tersebut. Proses ini disebut rembesan (seepage) dan kemampuan tanah untuk dapat dirembes oleh air disebut daya rembesan (permeability).

Masalah rembesan air dalam tanah cukup penting dalam bidang teknik sipil karena dapat mengurangi kekuatan dari konstruksi. Sebagai contoh adalah rembesan air pada konstruksi jalan raya mengakibatkan berkurangnya kepadatan tanah dasar sebagai pondasi dan mengikis lapisan pengikat agregat perkerasan sehingga menimbulkan kerusakan pada lapisan perkerasan. Untuk itu perlu diperhatikan masalah banyaknya air yang akan merembes dan tegangan air dalam tanah akibat rembesan

#### II.4.1. Daya rembesan (Permeability)

Daya rembesan adalah kemampuan dari tanah untuk dirembes oleh air. Hampir selalu rembesan air dalam tanah berjalan secara linear, yaitu jalan atau garis yang ditempuh oleh air merupakan garis dengan bentuk yang teratur (smooth curve). Daya rembesan air dalam tanah adalah mengikuti suatu hukum yang disebut hukum Darcy dimana rumusannya adalah :

$$Q = V.A$$

Dimana : Q = banyaknya air yang mengalir dalam satu satuan waktu ( $m^3/det$ )

V = kecepatan rembesan (m/det)

A = luas penampang saluran ( $m^2$ )

Menurut hukum Darcy kecepatan aliran air dalam tanah (rembesan) sebanding dengan gradien hidrolik, yaitu :

$$V = k \cdot i$$

Dimana :  $k$  = koefisien rembesan (cm/det)

$i$  = gradien hidrolik

Dengan demikian hukum Darcy menjadi :

$$Q = k \cdot i \cdot A$$

Dalam hal ini koefisien rembesan tergantung pada macam tanah yang dirembes oleh air seperti terlihat pada tabel II.1.

Tabel II.1. Koefisien Rembesan Air Dalam Tanah

Macam tanah	Koefisien Rembesan ( $k = \text{cm/det}$ )
Pasir yang mengandung lempung atau lanau	$10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3}$
Pasir halus	$5 \cdot 10^{-2} - 10^{-3}$
Pasir kelanauan	$2 \cdot 10^{-3} - 10^{-4}$
Lanau	$5 \cdot 10^{-4} - 10^{-5}$
Lempung	$10^{-6} - 10^{-9}$

Sumber : "Mekanika Tanah", Dr. Ir. L. D. Wesley

Kecepatan rembesan air dalam tanah tidak tergantung pada isi total dari ruangan pori di dalam tanah, tetapi dilihat pada tanah lempung yang mempunyai angka pori tinggi dapat mempunyai nilai  $k$  kecil. Sebaliknya pasir dengan angka pori rendah dapat mempunyai nilai  $k$  besar. Dengan demikian, jelaslah bahwa tidak ada hubungan yang bersifat umum antara daya rembesan dan angka pori.



Meskipun demikian, untuk suatu macam tanah tertentu terutama pasir, masih ada kemungkinan bahwa daya rembesan dapat dihubungkan dengan angka pori yang secara teoritis dirumuskan sebagai :

$$k = K \frac{e^3}{1 + e}$$

dimana :  $k$  = koefisien daya rembesan

$e$  = angka pori

$K$  = konstanta

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa rumus ini cukup tepat pada pasir, tetapi kurang pada lempung. Sedangkan menurut Terzaghi dan Peck rumus hubungan nilai  $k$  dengan angka pori khusus untuk pasir adalah :

$$k = 1,4 k_0 \cdot e^2$$

dimana :  $k$  = koefisien rembesan air pada angka pori  $e$ .

$k_0$  = koefisien rembesan pada angka pori 0,85

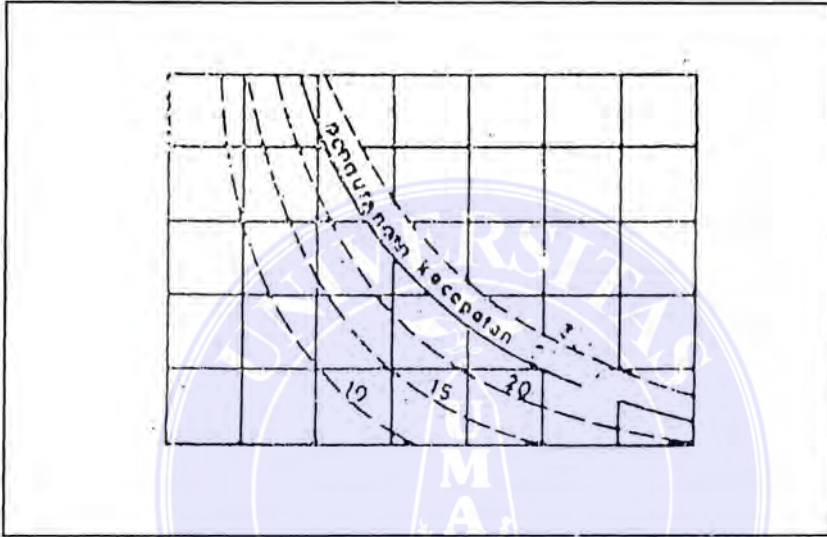
Dengan demikian daya rembesan air dalam tanah mempunyai hubungan yang erat dengan macam tanah. Meskipun demikian daya rembesan tidak tergantung pada angka pori butiran tanah, kecuali pada macam tanah tertentu seperti pasir, yang ternyata mempunyai daya rembesan yang besar.

#### 11.4.2. Rembesan air (Seepage)

Rembesan air dalam tanah merupakan proses pengaliran air dalam tanah melalui pori-pori dari butir-butir tanah. Rembesan air dalam tanah berjalan menurut suatu lintasan tertentu. Air yang masuk pada suatu titik tertentu akan menempuh

jalan atau lintasan tertentu. Dimana lintasannya cenderung membentuk garis vertikal. Lintasan pengaliran ini disebut dengan garis pengaliran (flow line or stream line).

Gambar garis pengaliran air dalam tanah dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gbr. II.3. Rembesan air dalam tanah  
Sumber : “Mekanika Tanah”, Dr.Ir.L.D. Wesley

Untuk mempermudah pembahasan, dianggap bahwa rembesan berjalan dalam dua dimensi saja dan tanah ditempat ini seragam sehingga nilai  $k$  pada jurusan vertikal sama dengan nilai  $k$  pada jurusan horizontal. Air merembes masuk ke dalam tanah pada permukaan AB di titik F, lalu mengalir dalam tanah dan keluar pada permukaan BC di titik H. Jalan air yang mengikuti garis FGH inilah yang disebut garis aliran.

Tegangan air dalam tanah yang dirembes air dapat diukur untuk semua titik, sehingga dapat ditentukan garis-garis dengan ketinggian tegangan yang sama. Garis JK atau garis LM merupakan garis ketinggian tegangan (pressure head). Garis ini

disebut garis “equipotential” (equipotential lines). Pada garis ini ketinggian air yang dipasang dalam pipa adalah sama. Pada gambar II.3. terlihat bahwa ketinggian air dalam pipa yang dipasang pada JK atau LM adalah sama.



## BAB III

### PENGARUH AIR PADA KONSTRUKSI JALAN RAYA

#### III.1. Pengertian Konstruksi Perkerasan

Yang dimaksud dengan konstruksi perkerasan adalah satu atau beberapa lapisan perkerasan yang terletak di atas landasan tanah yang telah dipadatkan, mutu setiap lapisan berbeda-beda dan disusun sedemikian rupa dengan cara lapisan yang lebih kuat diletakkan mulai dari lapisan atas demikian seterusnya hingga ke lapisan tanah dasar.

Pada dasarnya perkerasan dapat dibuat dari bahan-bahan bangunan umum yang biasa dipakai, akan tetapi karena permukaan yang akan dilapisi demikian luasnya, maka bahan-bahan bangunan yang bernilai tinggi seperti baja tidak ekonomis. Bahan-bahan lainnya seperti batu pecah, kerikil, pasir, semen, klinker dan lain-lainnya dianggap masih memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan. Bahan-bahan tersebut diikat satu sama lainnya dengan bahan pengikat misalnya aspal pada perkerasan fleksibel dan semen untuk perkerasan rigid.

Namun sebagai tujuan pokok adalah usaha untuk dapat menghasilkan suatu konstruksi perkerasan yang paling ekonomis ditinjau dari segi harga bahan konstruksi serta pelaksanaannya memenuhi syarat kekokohan untuk mendukung beban yang akan dipikulnya serta dapat tahan lama sesuai dengan umur rencana ditinjau dari segi teknik konstruksinya.

### III.1.1 Perkerasan Rigid

Perkerasan rigid adalah suatu jenis perkerasan yang mempunyai sifat kaku, artinya keadaan perkerasan tetap (tidak elastis) selama pembebanan ataupun sesudah pembebanan berlangsung. Oleh karena itu kekuatan dari perkerasan rigid tergantung pada karakteristik dari beton yang digunakan. Dalam hal ini penulis tidak menguraikan lebih jauh mengenai perkerasan rigid sesuai dengan pembatasan masalah bahwa penulis membatasinya untuk perkerasan fleksibel.

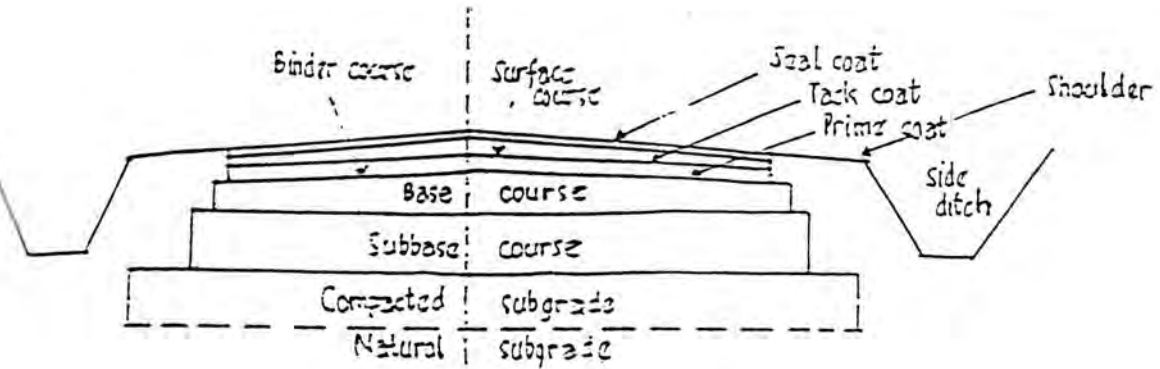
### III.1.2 Perkerasan Fleksibel

Perkerasan Fleksibel adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat elastis yaitu sifat dimana setelah selesainya pembebanan keadaan perkerasan akan kembali seperti keadaan semula sebelum pembebanan berlangsung.

Komponen-komponen lapisan yang menyusun suatu perkerasan fleksibel dapat disebutkan antara lain :

- Sub-grade
- Sub-base course
- Base course
- Binder course
- Surface course

Bagian-bagian komponen lapisannya mempunyai nilai CBR atau daya dukung yang lebih besar dari daya dukung lapisan dibawahnya yang urutan masing-masing lapisan seperti gambar di bawah (Gbr. III.1).



Gbr.III.1 Komponen lapisan pada perkerasan fleksibel

Dari gambar terlihat bagian-bagian lapisan perkerasan fleksibel mulai dari sub-grade sampai surface course, untuk selanjutnya akan diuraikan lapisan-lapisan tersebut di atas sebagai berikut :

### 1. Sub-grade

Sub-grade (tanah dasar) adalah merupakan bahagian yang sangat penting dari konstruksi perkerasan jalan, karena sub-grade inilah yang mendukung seluruh konstruksi beserta muatan lalu-lintas di atasnya dan memindahkannya kepada tanah yang di bawahnya. Kekuatan daya dukung sub-grade menentukan tebal lapisan perkerasan. Oleh karena itu daya dukung sub-grade merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan konstruksi perkerasan jalan.

### 2. Sub-base Course

Sub-base course (lapisan pondasi bawah) adalah bahagian perkerasan yang terletak antara base (lapis pondasi) dan sub-grade (tanah dasar).

Fungsi lapisan pondasi bawah ini adalah antara lain :

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

- Sebagai lapisan peresapan (drainage blanket sheet) agar air tanah tidak mengumpul di pondasi maupun di tanah dasar.
- Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi.
- Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda.

Bahan perkerasan pondasi bawah yang lazim digunakan di Indonesia adalah :

- a. Batu belah dengan balast pasir (sistem Telford), dimana sistim ini batu kali dipakai sebagai bahan perkerasan yang disusun berdasarkan ukurannya. Lapisan yang paling atas terdiri dari batu dengan ukuran yang lebih kecil dari batu pada lapisan di bawahnya. Konstruksi perkerasan ini diletakkan di atas lapisan pasir urug.
  - b. Suatu atau tanah sirtu (pit-run-gravel), untuk konstruksi perkerasan jenis ini, biasanya ukuran butir terbesar diambil  $\frac{1}{2}$  -  $\frac{1}{3}$  tebal lapisan atau sebaliknya tebal lapisan tergantung ukuran butir terbesar, diambil 2 – 3 diameter maksimum.
3. Base course

Base course (lapisan pondasi) adalah bahagian perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah.

Fungsi lapisan pondasi ini antara lain :

- Sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda
- Memberi bantalan terhadap lapisan permukaan

#### 4. Bituminous surfaces (lapisan permukaan)

Bituminous surfaces adalah bagian perkerasan yang terletak di atas base

course.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

Fungsi lapisan permukaan ini antara lain :

- Sebagai bagian perkerasan untuk menahan gaya lintang dari beban roda.
- Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalandari kerusakan akibat cuaca.
- Sebagai lapisan aus (wearing course).
- Untuk memberikan permukaan yang rata (smooth).

Untuk penghematan biaya serta pelaksanaan di lapangan, dimana dalam setiap pelapisan hanya dapat dikerjakan ketebalan lapisan berkisar antara 2" – 3", maka lapisan permukaan ini dapat dibuat dalam 2(dua) lapisan, yaitu :

- a. Surface course, lapisan yang terletak paling atas, yang berfungsi untuk memberikan keamanan serta kenyamanan bagi lalu-lintas di atasnya. Lapisan ini mempunyai agregat yang lebih halus serta mutu yang lebih baik daripada agregat lapisan di bawahnya (binder course).
- b. Binder course, yaitu lapisan transisi antara lapisan base-course dan surface course. Lapisan ini mempunyai susunan agregat yang lebih kasar dari surface course, dimana fungsinya sebagai lapisan pengisi agar ketebalan lapisan permukaan yang diinginkan dapat dicapai dengan konstruksi yang kuat dan ekonomis.

Dalam pelaksanaan sering dilakukan pelaburan aspal di antara masing-masing lapisan, yaitu :

- a. Prime coat, yaitu peleburan aspal antara binder course dan base course.

Fungsi prime coat ini antara lain :

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23



- Memperkeras lapisan pondasi
  - Memberikan susunan permukaan yang rata
  - Memberikan ikatan antara lapisan pondasi dan lapisan permukaan
  - Memberikan lapisan kedap air
  - Membatasi penguapan
- b. Tack coat, yaitu pelaburan aspal kepada permukaan perkerasan yang telah beraspal atau pelaburan antara binder course dengan surface course.
- Tack coat dapat juga akan memberikan suatu ikatan antara lapisan permukaan yang lama dengan permukaan yang baru.
- c. Seal coat, adalah pelaburan aspal cair/dingin ataupun aspal panas yang mempunyai penetrasi tinggi kepada setiap macam lapisan permukaan yang telah beraspal, baik dengan ataupun tanpa agregat penutup.
- Fungsi seal coat antara lain :
- Memperbaiki permukaan yang sudah kering dan lapuk (weat hered)
  - Memperbaiki deformasi perkerasan yang tidak benar, membetulkan ataupun meratakan ketinggian (grade) dari potongan melintang.
  - Memberikan permukaan anti slip (kasar/kasap).
  - Menyumbat dan menutup retakan untuk mencegah agar udara dan air tidak masuk ke struktur perkerasan.
  - Memberikan penambahan aspal pada permukaan jalan.
- Sifat-sifat dari perkerasan fleksibel ini antara lain adalah :

- Terdiri dari banyak lapisan (multi layer system), yaitu terdiri dari lapisan tanah dasar, pondasi bawah, pondasi dan lapisan permukaan.
- Penyebaran beban oleh perkerasan pada tanah dasar relatif tidak begitu luas, sehingga kekuatan tanah dasar memegang peranan penting. Hal ini disebabkan nilai modulus kekakuan (elastisitas) perkerasan yang relatif kecil.

### III.2 Pengaruh air pada tanah dasar (Subgrade)

Subgrade merupakan struktur pendukung konstruksi perkerasan jalan, materialnya berupa tanah asli (natural subgrade) atau tanah yang telah dipadatkan (compacted subgrade). Oleh karena itu subgrade harus memiliki daya dukung yang baik, sehingga beban lalu lintas di atasnya dapat disebarkan ke lapisan tanah di bawahnya sampai kedalaman tertentu. Subgrade sebagai lapisan terbawah dari konstruksi perkerasan hampir selalu berhubungan dengan air.

Dengan demikian tidaklah mengherankan bila persoalan yang menyangkut subgrade pada umumnya berkaitan dengan kadar air, meskipun tidak tertutup adanya masalah lain seperti :

1. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari suatu jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
2. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya.
3. Lendutan (defleksi) dan pengembangan kenyal yang besar selama dan

sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

4. Pemadatan tambahan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya pada tanah yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaannya.

Dari masalah-masalah tersebut di atas jelas bahwa sifat-sifat tanah juga banyak berpengaruh. Untuk itu perlu kiranya diketahui lebih jauh sifat-sifat tanah dan klasifikasinya.

### III.2.1 Klasifikasi tanah

Secara umum tanah diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah non kohesif. Disebut kohesif bila butir-butirnya pada pembahasan atau pengeringan kemudian akan memperlihatkan butir-butir tanah yang bersatu sesamanya sehingga diperlukan sesuatu gaya untuk memisahkannya dalam keadaan kering. Tanah kohesif dapat berupa tidak plastis, plastis maupun cairan kental, tergantung pada kadar air pada saat itu. Tanah non kohesif adalah tanah yang butirannya terpisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu dalam keadaan basah, akibat adanya gaya tarik permukaan di dalam air. Tanah macam ini memperlihatkan tiadanya garis batas antara keadaan plastis dan tidak plastis, oleh karena itu sifatnya tidak plastis untuk semua nilai kadar air. Namun dalam kondisi tertentu suatu tanah non kohesif dengan kadar air cukup tinggi dapat bersifat sebagai suatu cairan kental.

Berdasarkan komposisi kualitatif ukuran butir, tanah diklasifikasikan sebagai:

1. Tanah yang berbutir kasar.
2. Tanah yang berbutir sedang
3. Tanah yang berbutir halus

Klasifikasi ini digunakan untuk tanah yang non kohesif, misalnya pasir kasar, pasir sedang, kerikil agak kasar dan sebagainya. Pada tanah kohesif klasifikasi ini tidak digunakan. Tetapi klasifikasi tersebut terlalu umum sehingga tidak dapat digunakan untuk tanah yang hampir bersamaan dan tidak cukup lengkap untuk menentukan, sesuai atau tidaknya suatu tanah untuk digunakan sebagai bahan konstruksi. Oleh karena itu kemudian dibuat sistem klasifikasi yang lebih lengkap, yaitu klasifikasi yang didasarkan pada analisa ukuran butir.

Dari hasil analisa ukuran butir dapat diketahui sifat-sifat tanah sebagai berikut :

1. Baik tidaknya suatu tanah sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.
2. Mudah tidaknya suatu tanah mengembang ataupun menyusut akibat berubahnya kadar air.

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan analisa ukuran butir yang secara meluas dan banyak dipakai adalah :

1. Sistem klasifikasi tanah USC (Unified Soil Classification)
2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official).

### III.2.1.1 Sistem klasifikasi tanah USC

Berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium, sistem ini yang paling banyak dipakai. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisa ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Sistem ini mendefinisikan tanah sebagai :

- a. Berbutir kasar, bila lebih dari 50% tertahan pada saringan no.200.
- b. Berbutir halus, bila lebih dari 50% dapat melalui saringan no.200.

Klasifikasi tanah berbutir kasar adalah :

- a. Kerikil, bila lebih dari 50% fraksi kasar tertahan pada saringan no.4.
- b. Pasir, bila lebih dari 50% fraksi kasar tertahan pada saringan no.200.

Kemudian tanah berbutir kasar terbagi lagi menjadi tanah yang mengandung bahan halus dalam jumlah yang berarti dan yang bebas dari bahan halus. Yang mengandung bahan halus diklasifikasikan menurut diagram plastisitas, seperti ditunjukkan pada gambar III.2. Sedangkan tanah berbutir kasar yang bebas dari bahan halus diklasifikasikan menurut grafik kelengkungan gradasi yang menggunakan koefisien keseragaman dan koefisien kelengkungan dengan persamaan :

1. Koefisien keseragaman (Coefficient of Uniformity).

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

2. Koefisien kelengkungan (Coefficient of Concavity).

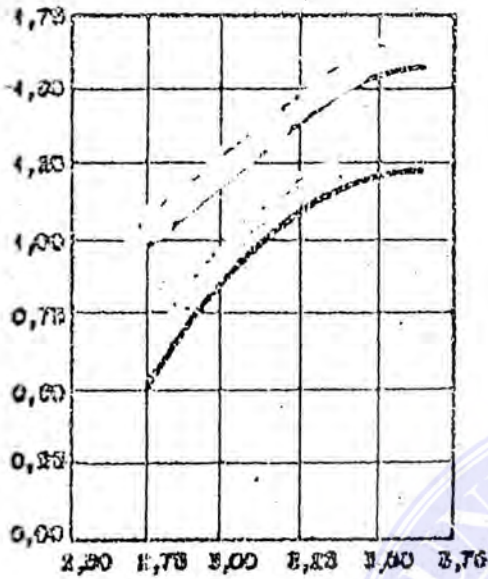
$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Dimana  $D_{10}$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{60}$  adalah ukuran butir yang selaras dengan 10%, 30%, 60% melalui saringan (yaitu lebih kecil dari pada ukuran tersebut). Kerikil disebut bergradasi baik bila  $C_U > 4$  dan  $1 < C_C < 3$ . Pasir bergradasi baik bila  $C_U > 6$  dan  $1 < C_C < 3$ .

Klasifikasi tanah berbutir halus didasarkan pada plastisitas dan kadar persenyawaan organiknya. Dengan demikian pengklasifikasiannya juga menurut diagram plastisitas. Klasifikasi tanah menurut sistim USC ditunjukkan pada tabel

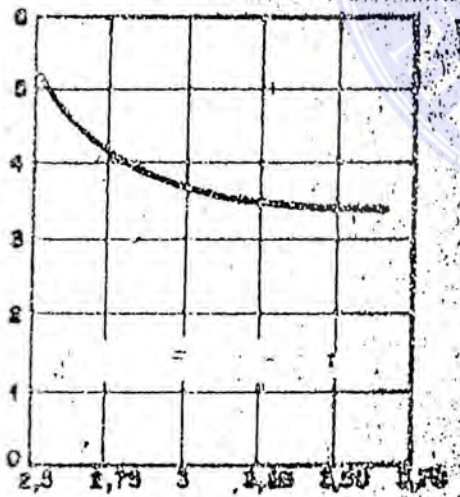
III I





Gbr.III-2

Batas cair (LL) dan batas indeks plastisitas (Pihak I (pertama)) untuk tanah lanau-lempung (A-4 sampai A-7)



Gbr.III-3

Grafik untuk mendapatkan indeks kelompok suatu tanah.

Indeks kelompok adalah sama dengan jumlah pembacaan dari sumber-sumber vertikal di bagian a dan b.

### III.2.1.2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO

Sistem ini mengklasifikasikan tanah ke dalam delapan kelompok, A – 1 sampai A – 8 (lihat tabel III.2). Tanah A – 1 sampai A – 3 adalah tanah berbutir (granular) dengan tidak lebih 35% dari bahan melalui saringan no. 200.

Kelompok A – 1 merupakan campuran kerikil, pasir kasar, pasir halus bergradasi baik dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas rendah atau tidak sama sekali. Sub kelompok A – 1a yang dapat mengandung kerikil yang cukup banyak merupakan bahan yang bergradasi lebih besar dari pada A – 1b yang terutama terdiri dari pasir kasar serta memiliki plastisitas (PI) 6.

Tanah A – 3 merupakan pasir halus yang relatif seragam dan berupa campuran pasir halus bergradasi buruk dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil adalah bahan yang tidak plastis.

Kelompok A – 2 adalah bahan berbutir dengan jumlah bahan melalui saringan no.200 tidak lebih 35%. Kelompok A – 2 dibagi atas sub kelompok A – 2 – 4, A – 2 – 5, A – 2 – 6 dan A – 2 – 7 serta membutuhkan suatu indeks kelompok yang diperoleh dari jumlah nilai dari gambar III.3a dan III.3b yang merupakan persentase dari persamaan :

$$GI = 0,2 a + 0,005 ac + 0,01 bd$$

Dimana a = Bagian dari persentase yang melalui saringan no. 200 yang lebih besar 35 dan tidak melebihi 75 (di antara 1 sampai 40).

b = Bagian dari persentase yang melalui saringan no.200 yang lebih besar 15 dan tidak melebihi 55 (di antara 1 sampai 40 ).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23



c = Bagian dari batas cair yang lebih besar dari 40 dan tidak lebih besar dari 60 ( batas 1 sampai 20 ).

d = Bagian dari indeks plastis yang lebih besar dari 10 dan tidak lebih besar dari 30 ( batas 1 sampai 20 ).

Pada umumnya makin besar indeks kelompoknya, makin kurang baik tanah tersebut untuk dipakai dalam pembangunan jalan raya.

Kelompok A - 4 sampai A - 7 dianggap sebagai bahan yang dapat melalui saringan no.200 minimum 36 %. Kelompok A - 7 dibagi atas sub kelompok A - 7 - 5 apabila  $PI > ( LL - 30 )$  dan sub kelompok A - 7 - 6 apabila  $PI < ( LL - 30 )$ . Untuk menentukan klasifikasi kelompok A - 4 sampai A - 7 secara tepat dapat dipakai gambar III.2.

Kelompok tanah A - 8 adalah gambut (sangat organis) atau rawang (tipis, sangat berair dengan bahan organis)

Tabel III.2 Klasifikasi tanah menurut American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

General description	Granular material (35% or less passing 75 micron IS sieve)							Silt clay materials (more than 35% passing 75 micron IS sieve)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Group classification	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Sieve analysis, percent passing 2.0 mm IS sieve 425 micron sieve 75 micron sieve	50 max 30 max 15 max	50 min 25 max	51 min 10 max	35 max	33 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Characteristics of fraction passing 425 micron sieve: Liquid limit Plasticity index	6 max		NP	40 max 10 max	41 min 10 max	40 min 11 min	41 min 11 max	40 max 10 max	41 min 10 max	40 max 21 min	41 min 11 min
Group index	Zero			4 max				8 max	12 max	16 max	20 max
Usual types of significant Constituent materials	Stone fragments gravel and sand		Fine sand		Silty clayey gravel and sand			Silty soil		Clayey soils	
General rating as subgrade	Excellent to good							Fair to poor			

CLASSIFICATION OF SOILS

38

Sumber : "Soil Mechanics and Foundations", DR.B.C. Punmia

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

### III.2.1.3. Batas cair dan batas plastis

Batas cair (liquid limit) adalah batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Batas plastis (plastic limit) adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis.

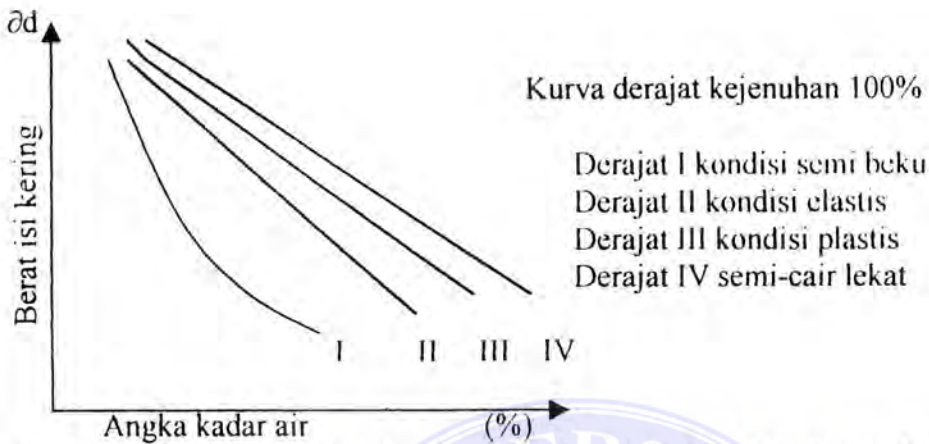
Konsistensi tanah menunjukkan derajat kesulitan deformasi dari tanah yang dipengaruhi oleh kadar air. Bila kadar air menurun, tanah akan berubah dari liquid (cair) ke keadaan plastis, dari plastis ke semi padat, dan dari semi padat ke padat. Selisih antara batas cair dengan batas plastis adalah indeks plastisitas (plasticity index). Indeks plastisitas digunakan untuk menentukan derajat tingkat plastisitas.

### III.2.1.4. Hubungan kadar air dengan karakteristik tanah

Kadar air suatu tanah tidak senantiasa tetap karena adanya faktor regional, yaitu keadaan tanah dasar asli (natural subgrade) serta keadaan lingkungan (temperatur, ketinggian muka air dan musim). Keadaan ini akan membawa pengaruh pada kestabilan konstruksi.

Karakteristik mekanis dari suatu tanah yang telah dipadatkan sangat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalamnya. Bervariasinya kadar air yang dikandung oleh tanah dari jenis tanah yang sama, akan memberikan variasi pula pada karakteristik mekanis dari tanah tersebut.

Hubungan antara berat isi kering dengan tingkat kadar air suatu tanah serta variasi karakteristiknya dapat dibedakan atas 4 (empat) tingkatan (gambar III.4).



Gbr. III.4. Karakteristik tanah dalam berbagai kondisi kadar air yang terkandung di dalamnya.

Sumber : "Mekanika Tanah", Ir. Sosrodarsono

### 1. Tingkatan I : Kondisi semi beku

Tercapai bila kadar air yang terkandung relatif paling rendah, dimana sebagian air terserap ke dalam butiran sedangkan sisanya melekat pada permukaan butiran. Pada kondisi ini, pemadatan dengan penumbukan menimbulkan perpindahan dari kedudukan butiran tanah yang menyebabkan semakin rapatnya butiran-butiran. Bila penumbukan terus berlangsung kepadatan optimum akan terlampaui sehingga kepadatan meurun. Akibatnya daya dukung berkurang yang dapat diketahui dengan adanya retakan-retakan pada permukaan tanah. Tanah yang banyak mengandung pori-pori udara memiliki permeabilitas yang tinggi dan bila dimasukkan ke dalam air akan intensif menyerap air sehingga merusak struktur tanah. Tanah jenis ini daya tahannya rendah terhadap pengaruh air.

### 2 Tingkatan II : Kondisi elastis

Meningkatnya kadar air menyebabkan selapun air yang menyelubungi butiran

sebagai perantara di antara butiran yang berdekatan saling bersinggungan satu

dengan lainnya. Dalam kondisi ini besar pori-pori diantara butiran masih berisi udara dan bila kadar air ditingkatkan kekuatan gaya tegangan permukaan air menurun, sehingga daya dukung tanah juga akan menurun.

### 3. Tingkatan III : Kondisi plastis

Kadar air terus meningkat sehingga jumlah air yang terdapat diantara butiran menjadi berlebihan yang mengakibatkan ketahanan terhadap keruntuhan dan daya tahan terhadap penetrasi menjadi rendah, namun kondisi kepadatan kering optimum akan mudah dicapai.

### 4. Tingkatan IV : Kondisi semi cair lekat

Kadar air terus bertambah sehingga rongga udara yang terdapat pada butiran hampir jenuh yang berdekatan makin menurun dan tanah mulai bersifat cair lekat. Kondisi ini terjadi pada tanah berbutir halus seperti lempung dan lanau.

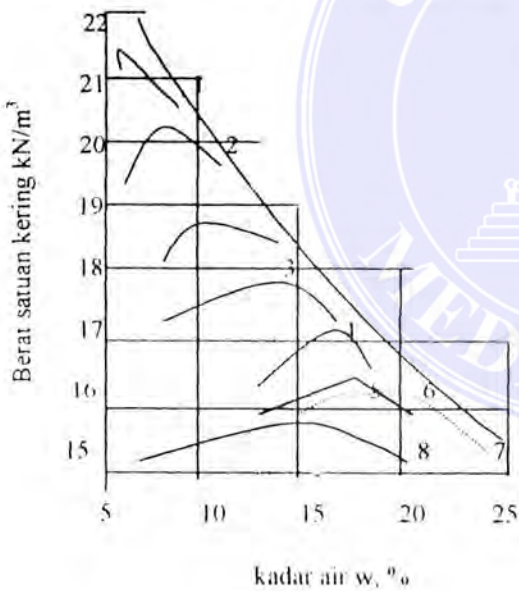
## III.2.2. Pemadatan tanah (compaction of soil)

Pemadatan bertujuan meningkatkan nilai-nilai teknis dari suatu tanah, oleh karena itu dalam pelaksanaan pembangunan jalan pemadatan selalu dilakukan. Dalam pemadatan suatu jenis tanah, hasil yang diperoleh sangat tergantung kepada kadar air (water content) tanah tersebut, disamping jenis tanah yang dipadatkan (Gbr.III-5).

Nilai kepadatan suatu jenis tanah yang diperoleh setelah dipadatkan akan berbeda-beda, bergantung pada air dan jenis tanah yang dipadatkan meskipun energi pemadatan dan cara pemadatan yang dilakukan sama. Tingkat pemadatan suatu jenis tanah sangat dipengaruhi oleh jenis, kekuatan geser dan permeabilitasnya.

Umumnya pemadatan memperlihatkan gejala-gejala :

1. Makin rendah kadar air optimum tanah, makin tinggi berat isi kering maksimumnya.
2. Makin baik gradasi dari tanah pasiran, makin tinggi berat isi kering maksimumnya dan makin curam grafik pemadatan yang diperoleh. Makin buruk gradasi tanah pasiran, makin rendah berat isi kering maksimumnya dan semakin landai grafik pemadatannya.
3. Untuk tanah kohesif dari bahan lempung, berat isi kering maksimumnya sangat rendah dan sebaliknya kadar air optimumnya tinggi.



No.	Deskripsi tanah	Date texture tanah dan plastisitas (%)				
		Pasir	lanau	lampung	LL	PI
1.	Pasir berlempung bergradasi baik	88	10	2	16	NP
2.	Lempung berpasir bergradasi baik	72	15	13	16	NP
3.	Lempung berpasir bergradasi sedang	73	9	18	22	4
4.	Lempung berpasir berlanau kurus	32	33	33	28	9
5.	Lempung berlanau, kurus	5	85	10	36	15
6.	Lanau tua	6	22	72	26	2
7.	Lempung berat	94			67	40
8.	Pasir bergradasi buruk				15	NP

Gbr. III.5. Kurva-kurva pemadatan standard untuk beberapa jenis tanah

Sumber : "Mekanika Tanah", Ir. Sosrodarsono



### III.2.3. Kemampatan dan konsolidasi tanah

Tanah mempunyai sifat deformasi, yakni perubahan bentuk akibat pembebanan. Deformasi pada tanah adalah deformasi elastis, bila beban dihilangkan tanah akan kembali pada bentuk semula, dan deformasi plastis, bila beban dihilangkan tanah tidak akan kembali pada bentuk semula.

Pada konstruksi jalan, deformasi mengakibatkan penurunan pondasi jalan sehingga merusak konstruksi. Badan jalan yang jenuh air perlu dialirkan airnya ke luar agar penyusutan pori tanah sesuai dengan deformasi dan struktur butiran, terutama pada badan jalan yang mengandung tanah kohesif. Tanah kohesif permeabilitasnya lebih kecil dari tanah pasiran dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengalirkan air ke luar serta waktu yang lama untuk mencapai deformasi yang tetap, sesuai dengan beban yang bekerja.

Sering terjadi bahwa tanah dasar yang lunak tidak cukup daya dukungnya untuk memikul beban yang bekerja. Untuk mengatasi hal tersebut, daya dukung tanah tersebut ditingkatkan, metode konsolidasi tanah dan menambah bahan stabilisasi.

### III.3. Pengaruh air pada lapisan perkerasan

Pada pelaksanaan pembangunan jalan raya lapisan-lapisan perkerasannya harus terdiri dari material yang dipilih serta dikerjakan menurut persyaratan tertentu, sesuai dengan jenis lapisannya. Disamping itu perencanaan campuran material yang digunakan harus mengikuti persyaratan, dengan demikian akan diperoleh suatu konstruksi perkerasan yang berkualitas baik.



Material lapisan perkerasan terdiri dari campuran material berbutir kasar dan material berbutir halus yang disatukan dan diikat dengan suatu bahan pengikat, dalam hal ini yang digunakan adalah aspal. Material lapisan perkerasan dan bahan pengikat harus dicampur sesuai dengan spesifikasi dan jenis kegunaannya di lapangan.

Kerusakan-kerusakan pada lapisan perkerasan jalan, terutama yang disebabkan oleh pengaruh air, banyak diakibatkan oleh kualitas material perkerasan dan bahan pengikat. Oleh karena itu perlu diketahui sifat dari masing-masing material perkerasan dan bahan pengikat.

### **III.3.1. Agregat lapisan perkerasan**

Agregat merupakan bahan utama pemikul beban lalu lintas, sehingga harus dapat menahan pengaruh beban roda kendaraan serta pengaruh cuaca. Oleh karena itu harus digunakan agregat yang kuat, yang tidak mudah pecah jika ada beban sewaktu agregat yang kuat, yang tidak mudah pecah jika ada beban sewaktu dikerjakan, dicampur maupun dipadatkan.

Kendaraan yang melintas dengan beban berlebihan, akan menimbulkan proses mekanis berupa desintegrasi dan degradasi. Desintegrasi adalah pecahnya partikel batuan akibat pengaruh kimia dan degradasi adalah timbulnya bahan-bahan halus (yang melalui saringan no.100 atau no.200).

Air dapat mempercepat desintegrasi dan degradasi, sebagai contoh adalah jalan yang lapisan perkerasannya retak sehingga air mengisi retakan itu. Peristiwa ini

dapat dihindari atau diperkecil kemungkinannya bila perkerasan menggunakan bahan pelapis atau bahan pengikat aspal.

Agregat yang dilapisi aspal mempunyai daya lekat cukup kuat, sehingga air tidak dapat memindahkan aspal dari permukaan agregat. Adhesi antara agregat dan aspal akan terjadi aspal tersebut mencair dan ini dipengaruhi oleh tingkat keadaan dan sifat dari agregat.

#### **III.3.1.1. Ukuran dan gradasi**

Material perkerasan mempunyai standard gradasi yang ditentukan menurut jenis perkerasannya. Gradasi yang baik adalah susunan butiran agregat yang dapat memberikan kepadatan maksimum dengan rongga-rongga (voids) yang kecil. Hal ini dapat tercapai bila agregat mempunyai gradasi yang kontinu (nom gap gradation) sehingga akan dihasilkan kekuatan yang optimum sesuai dengan keperluan.

#### **III.3.1.2. Kekuatan dan ketahanan**

Agregat harus mampu memikul beban lalu lintas serta tanah terhadap pelapukan akibat pengaruh cuaca. Untuk mengetahui ketahanan terhadap keausan dari agregat dilakukan dengan pengujian Los Angeles.

Untuk mengetahui tingkat pelapukan agregat yang disebabkan oleh perubahan cuaca, dilakukan Test For Soundness or Agregats.

#### **III.3.1.3. Bentuk partikel (Particle shape)**

Bentuk partikel mempengaruhi kemampuan kerja (work ability) pemadatan (compaction), untuk mendapatkan kepadatan tertentu serta stabilitas campuran

material perkerasan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

Agar tidak mudah pecah, bentuk butiran sejauh mungkin harus berbentuk kubus atau paling sedikit memiliki satu bidang pecah, sehingga butiran tersebut akan saling mengunci dan saling mengisi satu dengan lainnya.

Butiran berbentuk bulat kurang dapat saling mengunci dan mengisi, sedang butiran yang halus sukar untuk ditekan masuk ke bawah butiran yang besar pada sisi panjangnya.

#### **III.3.1.4. Pososity dan absorbtion (Pengisapan)**

Adhesi antara bantuan dengan aspal tergantung pada serapan batuan serta reaksi kimia yang terjadi dari bahan yang diserap. Untuk itu aspal harus mengandung suatu asam tertentu atau komponen polar yang menghasilkan suatu komponen yang tidak larut atau bereaksi dengan air.

#### **III.3.1.5. Surface texture**

Kekasaran surface texture mempengaruhi adhesi dan juga stability serta durability dari campuran perkerasan. Semakin kasar surface texture, semakin baik keadaan stability dan durability dari campuran perkerasan tersebut di atas.

Dengan demikian agar aspal dapat mengikat butiran batuan dengan baik, permukaan butiran harus cukup kasar, bersih dari bahan-bahan mikroorganisme, kotoran-kotoran dan bahan lainnya yang mengganggu perletakan aspal

#### **III.3.2. Pengikat lapisan perkerasan**

Untuk membuat suatu campuran material perkerasan menjadi kompak (bersatu) dibutuhkan suatu bahan pengikat. Dalam hal ini sesuai dengan jenis

perkerasannya, yakni perkerasan fleksibel, bahan pengikat yang digunakan adalah aspal.

Aspal merupakan hasil penyulingan minyak bumi, dimana secara umum dapat dibagi atas tiga jenis, yakni :

- a. Aspal alam, merupakan aspal yang terbentuk oleh adanya minyak bumi yang mengalir ke permukaan bumi melalui retak-retak bumi. Umumnya tercampur dengan tanah, pasir yang terbawa saat minyak bumi mengalir melalui kulit bumi.
- b. Aspal buatan, merupakan hasil penyulingan minyak bumi yang mengandung bahan aspal. Aspal ini terdiri atas empat jenis, yaitu :
  - Aspal semen, hasil penyulingan murni minyak bumi yang mengandung aspal.
  - Aspal cair, campuran aspal semen dengan bahan pencair dari minyak bumi, seperti bensin, minyak tanah dan solar. Jenis aspal ini ditentukan oleh jenis bahan pencair yang digunakan, kecepatan menguap dan perubahan kekentalannya akibat perubahan temperatur.
  - Aspal emulsi, campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi tertentu sehingga air dan aspal dapat bersatu.
- c. Ter, merupakan hasil penyulingan batubara. dibandingkan dengan aspal semen, ter lebih lunak dan memiliki bau khas yang disebabkan adanya gugusan aromatik.

### III.3.2.1. Fungsi Aspal

Fungsi aspal pada konstruksi perkerasan jalan ialah:

- a. menutup permukaan jalan agar tidak berdebu, karena debu dan pasir diikat oleh aspal serta menjadikan jalan lebih rata

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

- b. Membuat permukaan jalan kedap air, karena aspal mempunyai sifat liat dan kohesif sehingga mampu menutupi celah-celah dan rongga yang terdapat di antara agregat. dengan demikian air tidak dapat masuk atau mengisi celah-celah tersebut.
- c. sebagai bahan pengikat antara satu lapisan dengan lapisan yang lainnya sehingga menjadi satu kesatuan konstruksi yang kuat.
- d. Menambah stabilitas perkerasan, karena agregat-agregat terikat satu dengan yang lainnya dan tidak bergeser ketika beban kendaraan melewatinya.

### III.3.2.2. Kualitas aspal

Kualitas aspal tergantung pada faktor :

- a. Kepadatan dan kekentalan.

Aspal yang baik adalah aspal yang kekentalannya tidak mudah terpengaruh oleh perubahan temperatur. Bila temperatur berubah konsistensi aspal juga berubah, karena aspal adalah bahan yang termoplastis sehingga mempengaruhi adhesi aspal terhadap batuan.

- b. Ketahanan terhadap pelapukan akibat cuaca.

Perkerasan yang memakai bahan pengikatnya aspal, harus tetap dalam keadaan plastis, jika akibat pengaruh cuaca terjadi kehilangan berat dari aspal, maka sifat plastisnya akan berkurang yang menyebabkan konstruksi menjadi rapuh.

- c. Tingkat keawetannya

Keawetan aspal adalah waktu yang diperlukan untuk penguapan bahan pencair sehingga aspal menjadi keras.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

### III.3.2.3. Kandungan aspal dalam campuran perkerasan

Mudah tidaknya suatu konstruksi perkerasan dipengaruhi air ataupun perubahan cuaca, tergantung pada kandungan aspal dalam perkerasan tersebut. Kandungan aspal dalam campuran perkerasan dapat dibedakan dalam beberapa keadaan, yaitu :

- a. Keadaan pertama, dimana aspal hanya sekedar menyelimuti permukaan butir batuan saja sehingga perlekatannya kurang kuat. Bila ada gaya geser maka konstruksi akan mudah terlepas dan retak-retak dan jika retakan ini diisi/terisi air maka kestabilan konstruksi akan terganggu.
- b. Keadaan kedua, dimana aspal juga berfungsi sebagai penahan gaya geser sehingga susunan butir tidak akan mudah terlepas satu dengan yang lain.
- c. Keadaan ketiga, dimana aspal mengisi penuh rongga-rongga. Pada keadaan ini aspal sebagian akan naik ke permukaan jalan akibat tekanan roda kendaraan yang melintas di atasnya maupun akibat perubahan cuaca (panas matahari). Keadaan ini tidak menguntungkan karena jalan menjadi licin.
- d. Keadaan keempat, di mana kandungan aspal melebihi kebutuhan sehingga batuan seolah-olah terapung dalam massa aspal. Hal ini mengakibatkan kedudukan butiran tidak stabil dan mudah tergeser, sehingga bila diberi gaya vertikal maupun horizontal, konstruksi perkerasan akan mudah bergelombang.

Dari apa yang diuraikan jelaslah bahwa kerusakan-kerusakan pada konstruksi perkerasan, terutama yang disebabkan oleh pengaruh air, banyak ditentukan oleh keadaan material dan bahan pengikatnya, yakni kualitas, fungsi dan sifatnya.

### **III.4. Kerusakan-kerusakan perkerasan**

Sesuai dengan pergerakan waktu suatu konstruksi perkerasan jalan akan mengalami kerusakan, baik kerusakan fungsional maupun struktural. Tingkat kerusakan akan tergantung pada material perkerasan dan kondisi daerah dimana konstruksi perkerasan jalan tersebut berada. Salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada konstruksi perkerasan adalah air.

#### **III.4.1. Retakan (cracking)**

Retakan pada konstruksi perkerasan terjadi akibat perubahan kadar air yang dapat merubah volume, yakni menyusut ataupun mengembang (shrinkage or swell), serta akibat beban kendaraan. Perubahan volume menyebabkan terjadinya tegangan pada perkerasan dan jika terlampaui batas tegangannya akan menimbulkan retakan. Pada daerah bersalju perubahan volume dapat terjadi akibat pembekuan air atau pencairan salju yang terdapat pada pori-pori dari subgrade (tanah dasar).

#### **III.4.2. Konsolidasi dan keruntuhan geser**

Umumnya terjadi pada perkerasan jalan yang dibangun di atas tanah dasar yang lunak atau kadar airnya tinggi. Kerusakan ini terjadi akibat konsolidasi sehingga menimbulkan perbedaan penurunan (differensial settlement) yang menyebabkan retak pada permukaan perkerasan. Perbedaan penurunan ini juga menyebabkan bergelombangnya jalan sehingga mengganggu kestabilan dan kenyamanan kendaraan yang sedang melintas di atasnya.

### III.4.3. Pumping

Pumping merupakan peristiwa terpompa keluarnya air dan material-material subgrade atau base melalui retak-retak perkerasan. Sebenarnya pumping dianggap hanya terjadi pada perkerasan rigid, karena pada perkerasan fleksibel tidak terdapat ruang kosong yang cukup untuk diisi oleh air. Namun dengan adanya retakan, kemungkinan terjadinya pumping pada perkerasan fleksibel cukup besar. Air dan material perkerasan terpompa keluar melalui retakan akibat tekanan beban kendaraan.





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### V.1. KESIMPULAN

1. Perkerasan jalan terdiri dari beberapa material, maka mudah tidaknya dipengaruhi oleh air sangat tergantung pada sifat-sifat ataupun karakteristiknya yaitu ukuran, gradasi, bentuk pori-porinya, tekstur permukaannya, ketahanannya, serta kandungan bahan kimianya.
2. Untuk meningkatkan kerapatan tanah ataupun mengeluarkan air yang terkandung dalam tanah, dapat dilakukan dengan pemadatan tanah ataupun menambah bahan stabilisasi, jenis stabilisasi yang dilakukan tergantung pada keadaan tanah dan dana yang tersedia.
3. Untuk menghindari kerusakan-kerusakan jalan akibat air tanah, maka perlu dilakukan usaha untuk mengalirkannya sehingga badan jalan tidak digenangi air.

#### V.2. SARAN

1. Sebagaimana dalam design, perencanaan dan pelaksanaan pembangunan jalan raya serta pengendalian air tanah harus betul-betul dilaksanakan.
2. Untuk menghindari terjadinya kerusakan-kerusakan jalan, faktor utama yang harus diperhatikan adalah air tanah, sehingga sangat penting sekali perencanaan sistem pengendalian air tanah dalam pembangunan jalan raya.

3. Untuk memenuhi keadaan yang diinginkan, maka perlu diadakan penyelidikan dan pemilihan dari sistem pengendalian air, baik air di atas permukaan maupun air di bawah permukaan, sehingga diperoleh kondisi jalan yang baik.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles Joseph, E. " Physical and Geotechnical Properties of Soils ", New York, McGraw - Hill Book Co, 1979.
2. Croney, D, " The Design and Performance of Road Pavements", Her Mayesty's Stationary Office, London, 1997.
3. Sosrodarsono, Suyono, Ir, " Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi ", Cetakan PT. Pradnya Paramita, 1983.
4. Sosrodarsono, D, U, Ir, " Kontruksi Jalan Raya ", Departemen Pekerjaan Umum, 1987.
5. Departenen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, " Drainase".
6. Wesley L, D, Ir, Dr, " Mekanika Tanah ", Cetakan VI. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1977.
7. Roberts, D, Krebs and Richard, D, Walker, " Highway Materials ", McGraw - Hill Book Co, New York, 1971.
8. Yoder, E, J, and Witczack, M, W , " Principles of Pavement Design ", 2<sup>nd</sup> ed. New ork, 1975.
9. Oglesby, Clarkson, H, " Highway Engineering ", 3<sup>rd</sup> ed, New York, Toronto : john Wiley andSons, 1975.