

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pekerjaan Tanah**

##### **2.1.1 Jenis dan Sifat Tanah**

Menurut Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Balai Jasa Konstruksi Wilayah VI Makassar, urugan dibagi dalam 2 macam, yaitu:

###### **a. Urugan Biasa**

Urugan biasa adalah urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Urugan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat. Bahan urugan biasa harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

- Urugan yang diklasifikasikan sebagai urugan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen
- Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisnya tinggi, yang diklasifikasi sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistem klasifikasi “*unified* atau *Casagrande*”. Sebagai tambahan, urugan ini harus memiliki CBR yang tak kurang dari 6%, bila diuji dengan AASHTO T 193.
- Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan urugan. Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) – (AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).

## b. Urugan Pilihan

Urugan pilihan adalah urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan. Bahan urugan pilihan harus memenuhi persyaratan-persyaratan berikut:

- Urugan hanya boleh diklasifikasikan sebagai “Urugan Pilihan” bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud yang telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh pengawas
- Urugan yang diklasifikasikan sebagai urugan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir (*sand clay*) atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan, harus memiliki sifat tertentu tergantung tujuan penggunaan. Dalam segala hal, seluruh urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10% bila diuji dengan AASHTO T 193.

**Tabel 1.** Klasifikasi Tanah Menurut Sistem AASHTO

Klasifikasi Umum	Material berbutir (kurang dari 35 % yang lolos saringan No. 200)							Material lempung – lempung (lebih dari 35 % yang lolos sar. No. 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa saringan, lolos (%)											
No. 10	50 max	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
No. 40	30 max	50 max	51 min	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat-sifat fraksi lolos sar No.400											
Batas cair	.....	.....	.....	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indeks Plastisitas	6 max	.....	NP	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Penggunaan jenis material yang sesuai	Batu, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil kelanauan atau kelerempungan dan pasir				Tanah kelanauan		Tanah kelerempungan	
Tingkat Penilaian sebagai tanah dasar	Sangat bagus - bagus					Cukup bagus - jelek					

\* Indeks plastisitas dari A-7-5 sub group adalah setara, atau kurang dari LL minus 30  
 Indeks plastisitas dari A-7-6 sub group lebih besar dari LL minus 30  
 (Sumber: Highway Material, Robert D. Kerb, Richard D. Walker)

(sumber: Highway Material, Robert D. Kerb/Richard D. Walker)

**Tabel 2.** Klasifikasi Tanah Menurut Sistem *Unified*

Uraian		Kode	Keterangan			
Tanah berbutir kasar lebih besar dari 50 % yang tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% lebih besar dari fraksi kasar yang tertahan pada saringan No. 4	Kerikil bersih	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil dan pasir, dengan sedikit atau tidak ada material halus.		
		Kerikil il halus	GP	Kerikil bergradasi jelek dan campuran kerikil dan pasir, dengan sedikit atau tidak ada material halus		
			GM	Kerikil kelanauan, kerikil, campuran kerikil-pasir dan lanau		
			GC	Kerikil kelempungan, campuran kerikil-pasir dan lempung		
	Pasir lebih besar dari 50 % fraksi kasar yang lolos pada saringan No. 4	Pasir bersih	SW	Pasir bergradasi baik dan pasir dengan sedikit atau tidak ada kerikil.		
			SP	Pasir bergradasi jelek dan pasir dengan sedikit atau tidak ada kerikil.		
		Pasir halus	SM	Pasir kelanauan, campuran pasir -lanau		
			SC	Pasir kelempungan, campuran pasir – lempung.		
			Tanah berbutir halus Lolos saringan No. 200 lebih dari 50 %	Lumpur dan lempung batas cair kurang dari 50%	ML	Lanau, pasir halus, batu rapuh, pasir halus kelempungan atau kelanauan.
					CL	Lempung, dengan plastisitas dari rendah s/d sedang, lempung kerikil, lempung kepasiran, lempung kelanauan, kelempungan
OL	Lanau organik dan Lempung kelanauan organik dengan plastisitas rendah.					
Lumpur	MH	Lempung, pasir halus mengandung mica atau lanau, lanau elastis.				
	CH	Lempung dengan tingkat plastisitas tinggi, lempung				
	OH	Lempung organik dengan tingkat plastisitas dari sedang s/d tinggi				
Tanah organik		PT	Tanah bakaran, rabuk dan segala jenis tanah organik.			

(Sumber : Highway Material, Robert D. Kerb / Richard D. Walker)

(sumber: Highway Material, Robert D. Kerb/Richard D. Walker)

**Tabel 3** Perbandingan Sistem Penggolongan Tanah Menurut AASHTO dan *Unified*

Penggolongan tanah menurut sistim AASHTO	Golongan sebanding menurut sistim <i>Unified</i>			Penggolongan tanah menurut sistim <i>Unified</i>	Golongan sebanding menurut sistim AASHTO		
	Sangat mungkin	Mungkin	Mungkin tapi bisa tidak		Sangat mungkin	Mungkin	Mungkin tapi bisa tidak
A-1-a	GW, GP	SW, SP	GM, SM	GW	A-1-a	.....	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
A-1-b	SW, SP, GM, SM	GP	.....	GP	A-1-a	A-1-b	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
A-3	SP	.....	SW, GP	.....	.....	.....	A-2-7
A-2-4	GM, SM	GC, SC	GW, GP, SW, GP	GM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-2-6	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
A-2-5	GM, SM	.....	GW, GP, SW, GP	GC	A-2-6, A-2-7	A-2-4, A-6	A-4, A-7-6, A-7-5
A-2-6	GC, SC	GM, SM	GW, GP, SW, GP	SW	A-1-b	A-1-a	A-3, A-2-4, A-2-5, A-2-6
A-2-7	GM, GC, SM, SC	.....	GW, GP, SW, GP	.....	.....	.....	A-2-7
A-4	ML, OL	CL, SM, SC	GM, GC	SP	A-3, A-1-b	A-1-a	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7
A-5	OH, MH, ML, OL	.....	SM, GM	SM	A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7	A-5	A-6, A-7-5, A-7-6, A-1-a
A-6	CL	ML, OL, SC	GC, GM, SM, GM	SC	A-2-6, A-2-7, A-2-5, A-2-7	A-2-4, A-6, A-4, A-7-6	A-7-5
A-7-5	OH, MH	ML, OL, CH	GM, SM, GC, SC	ML	A-4, A-5	A-6	A-7-5
A-7-6	CH, CL	ML, OL, SC	OH, MH, GC, GM, SM	CL	A-6, A-7-6	A-4	A-4
				OL	A-4, A-5	A-6, A-7-5, A-7-6	A-6, A-7-5, A-7-6
				MH	A-7-5, A-5	.....	A-7-5
				CH	A-7-6	A-7-5	A-7-5
				OH	A-7-5, A-5	.....	A-7-6
				PT	.....	.....	.....

(Sumber : Highway Material, Robert D. Kerb / Richard D. Walker)

(sumber: Highway Material, Robert D. Kerb/Richard D. Walker)

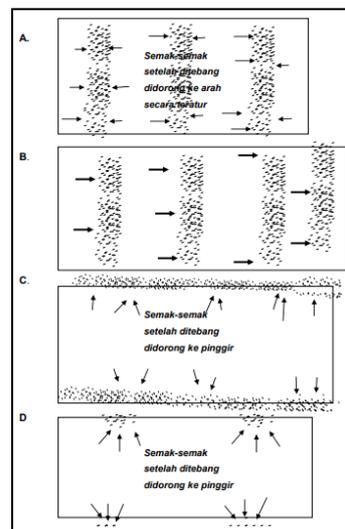
### 2.1.2 Pekerjaan Pembersihan (Clearing)

*Clearing* atau pekerjaan pemberohan merupakan pekerjaan yang dilakukan setelah pekerjaan survey. Pekerjaan pembersihan adalah pekerjaan pembersihan segala macam tumbuh-tumbuhan, pohon, semak-semak, sampah, dan material lain yang mengganggu proses pelaksanaan proyek. Ada dua jenis pekerjaan pembersihan, yaitu pembersihan ringan dan pembersihan berat

Pembersihan ringan adalah pekerjaan pembersihan yang dilakukan terhadap semak belukar, pepohonan, tanaman lain, sampah, dan lain-lain, termasuk pembuangan lapisan tanah atas (*top soil*)

#### 1. Pembersihan Semak Belukar

Semak dan belukar dibabat/ditebang dengan tenaga manusia atau dengan *bulldozer*. Penebangan/pembabatan dengan *bulldozer* lebih menguntungkan jika semak dan belukarnya lebat dan banyak pohon-pohon kecil. Semak yang telah ditebang kemudian dikumpulkan dan ditumpuk kemudian dibakar (umumnya). Penumpukan semak belukar yang telah ditebang yang dilakukan dengan *bulldozer* dapat dilakukan seperti salah satu pola ini:



**Gambar 2.** Pola Pengumpulan Semak Belukar Setelah Ditebang  
(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Modul SIR-07:Pekerjaan Tanah)

### **2.1.3 Galian**

Pekerjaan tanah adalah pembentukan badan jalan dan saluran samping sesuai dengan ketinggian (elevasi) tiap bagian jalan yang direncanakan. Untuk mencapai permukaan tanah dasar badan jalan sesuai rencana perlu pekerjaan galian dan timbunan. Di samping untuk menyiapkan permukaan tanah dasar badan jalan, galian diperlukan juga untuk membentuk saluran samping dan penempatan gorong-gorong. Masalah utama yang sering dihadapi di daerah pemotongan bukit adalah kemiringan lereng. Di lapangan kadang-kadang dijumpai keadaan khusus, seperti jenis tanah lunak, keluarnya air tanah sepanjang lereng, dan potongan lereng yang sangat penajang dan terjal.

- Tinggi potongan kurang dari 5,0 meter

Kemiringan lereng yang dapat diterima untuk semua keadaan normal adalah 2 (tegak) : 1 (mendatar). Bila terdapat hal khusus seperti itu, maka pemelihan kemiringan lereng lebih landai perlu dipertimbangkan.

- Tinggi potongan lebih dari 5,0 meter

Pada setiap ketinggian 5,0 meter perlu dibuat bagian yang datar selebar 1,0 meter pada bagian yang datar itu harus dibentuk sedemikian rupa, sehingga miring ke bagian dalam, agar dapat menampung air dan mengalirkannya sepanjang bagian datar dengan jalan tersebut.

### **2.1.4 Timbunan**

Pada pekerjaan timbunan badan jalan, harus diperhatikan beberapa faktor yang sangat mempengaruhi pekerjaan, yaitu:

1. Kondisi tanah asli yang akan ditimbun

- Tanah asli jenis tufa atau jenis lain yang kurang baik mutunya, yang akan ditimbun untuk badan jalan digali sampai kedalaman tertentu

- Sebelum pekerjaan timbunan itu dimulai, pada tempat yang selesai dibersihkan, lubang-lubang yang ada akibat akar-akar pohon atau alur bekas saluran dan sebagainya, harus diisi dengan bahan tanah pilihan. Kemudian melakukan perataan pada permukaan tanah tersebut.
- Padatkan tanah permukaan yang telah dibersihkan sesuai ketentuan.

## 2. Bahan urugan dan jenis tanah timbunan

Jenis tanah timbunan merupakan bahan ujung yang memerlukan persetujuan dari Direksi Teknik

## 3. Tinggi timbunan talud

Pekerjaan penimbunan dikerjakan setelah jalur patok-patok dipasang. Patok dipasang di lereng, di tikkungan, juga pada penampang pada pekerjaan jembatan, patok gorong-gorong, dsb.

## 4. Cara pemadatan

Bahan yang sudah disetujui dihampar dan dipadatkan lapis demi lapis dengan padat tertentu (10-20 cm). Tebal lapisan akhir minimal 10 cm. Perlu diperhatikan bahwa lapisan-lapisan tersebut harus mencapai kepadatan tertentu yang harus dibuktikan dengan hasil pemeriksaan laboratorium.

### 2.1.5 Subgrade

*Subgrade* atau lapisan tanah dasar merupakan bagian dari konstruksi jalan yang berfungsi untuk mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Untuk menunjukkan besarnya daya dukung *subgrade* tersebut dipakai CBR (*California Bearing Ratio*). Nilai CBR adalah perbandingan antara beban dibutuhkan untuk penetrasi 0,1” dan 0,2” dari contoh tanah, dengan beban yang dibutuhkan untuk penetrasi 0,1” dan 0,2” dari batu pecah standar. Nilai ini dinyatakan dalam persen (%).

Pada prinsipnya tes CBR ini dilakukan di laboratorium dengan kondisi yang selalu dikontrol. CBR lapangan adalah tes CBR yang dilaksanakan di lapangan dengan menggunakan beban statis truk yang dimuati penuh dan tes penetrasi dilakukan pada permukaan tanah yang akan diukur. Meskipun tes ini cepat, di samping kadar airnya tidak dapat diatur sebagaimana tes CBR di laboratorium.

Metode yang biasa digunakan dalam menentukan harga CBR adalah dengan mengambil contoh tanah dari suatu kedalaman tertentu, yang umumnya berkisar antara 0,5 – 1,0 meter dan kemudian dilakukan tes laboratorium. Prosedur ini akan banyak memakan waktu, tenaga terampil, dan juga peralatan dalam keadaan baik.

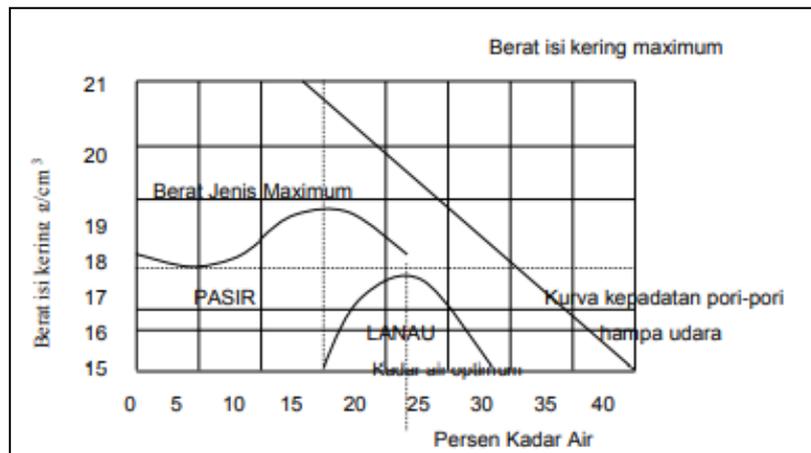
Salah satu cara yang sederhana untuk menentukan harga CBR lapangan adalah dengan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). Dengan alat tersebut besarnya CBR lapangan dapat diperoleh dalam waktu yang relatif cepat. Pada dasarnya, daya dukung tanah dapat diperbaiki dengan 2 cara, yaitu dengan pemadatan dan dengan membuat drainase yang baik. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan pemadatan tanah, yaitu:

1. Tebal lapis yang dipadatkan

Makin tebal suatu lapisan, maka untuk mendapatkan suatu kepadatan tertentu diperlukan alat pemadat yang semakin berat. Untuk tanah lempung, tebal lapisan 15 cm. Sedangkan untuk pasir dapat mencapai 40 cm.

2. Kadar air tanah

Bila kadar air tanah rendah, tanah tersebut akan sukar dipadatkan. Jika kadar air dinaikkan dengan menambah air, air tersebut seolah-olah sebagai pelumas antara butiran tanah sehingga mudah dipadatkan, tetapi bila kadar air terlalu tinggi kepadatannya akan menurun. Jadi, kadar air perlu ditetapkan yang dikenal dengan kadar air optimum



**Gambar 3.** Lengkung Kepadatan Laboratorium untuk Lanau dan Pasir  
(Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Modul SIR-07:Pekerjaan Tanah)

## 2.2 Pengukuran dan Pematokan

### 2.3.1 Pengukuran Horizontal Berdasarkan Garis Travers

Apabila foto udara yang dipakai untuk menentukan lokasi dan sebagai pendahuluan desain, maka titik kontrol hendaklah diletakkan di tempat yang tinggi untuk daerah perbukitan dan untuk daerah datar dibuatkan tugu. Surveyor kemudian akan membuat lokasi dari titik-titik ini dengan pertolongan titik triangulasi dengan menggunakan pesawat teodolit yang teliti. Dari foto udara dan garis travers, batas kawasan tanah proyek yang sebenarnya sudah dapat ditentukan. Kemudian, akan diukur jaraknya sambil membuat *reference point* (titik petunjuk).

Titik petunjuk berguna untuk menentukan kembali letak/patok, mengingat bahwa kemungkinan besar patok batas kawasan proyek rusak dan hilang besar sekali. Ketelitian dalam mengukur garis kaki travers sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi persyaratan yang diminta untuk pembuatan peta detail. Garis travers digunakan apabila sebuah proyek melalui suatu daerah seperti perbukitan.

Apabila pengukuran vertikal digunakan dengan garis travers, maka vertikal kontrol itu adalah sementara. Tidak pada tempatnya untuk memasang vertikal tetap, apabila garis sumbu ukur belum diketahui letaknya. Meskipun begitu, *moment bench mark* hendaklah

diletakkan cukup dekat dengan garis travers, mudah didekati dan letaknya lebih dari satu kilometer dari garis travers. *Bench mark* ini harus memenuhi persyaratan yang diminta untuk survey pembukaan lahan untuk daerah pemukiman.

### **2.3.2 Pematokan Batas Lahan Kawasan Proyek**

Dari hasil pengukuran triangulasi atau polygon yang ditunda dengan berdirinya monument kontrol, maka batas tanah kawasan proyek sudah dapat ditentukan dan dihitung luas areanya. Sebetulnya pekerjaan pengukuran hak batas tanah milik merupakan pekerjaan dari pengukuran kadaster, meskipun prosedur kerjanya tidak berbeda dengan pengukuran pada umumnya.

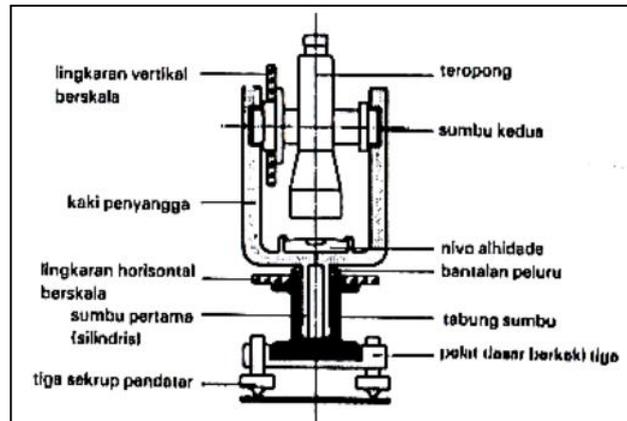
Perbedaan hanya terdapat dalam mencatat data perbatasan hak milik (*boundary description*). Hal ini sangat penting dalam hubungannya dengan harta tanah dan faktor ekonomi lainnya. Karena dengan hilangnya data mengenai batas tanah milik, maka seseorang akan mendapatkan kesukaran dalam menggugat orang lain bila diketahui tanahnya telah diserobot.

### **2.3.3 Alat Ukur Teodolit**

Dengan alat ukur sudut (teodolit) kita dapat mengukur sudut arah ke dua titik atau lebih dan sudut curaman terhadap bidang yang horisontal pada titik pembacaan. Akan terdapat pada tiap-tiap titik suatu sudut horisontal dan suatu sudut vertikal. penyusunan alat teodolit harus ada dua macamnya sesuai dengan penggunaannya. Triangulasi membutuhkan alat ukur sudut dengan kemungkinan pembacaan sudut seteliti mungkin. Alat ukur sudut ini dinamakan teodolit reiterasi atau teodolit setik/sekon. Pada poligon dan penyipatan detail ketelitian pembacaan sudut  $1/10'$  memenuhi kebutuhan jikalau ada kemungkinan mengukur jarak secara optis. Pada dua-duanya ketelitian tergantung pada tiga faktor: alat ukur sudut, cara pengukuran/ penyipatan dan cara mengatasi kesalahan-

kesalahan. Sebelum kita berlatih dengan contoh-contoh pengukuran sudut dsb, kita harus memperhatikan pengaruh – pengaruh itu. Suatu alat ukur sudut terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: bagian bawah yang tidak dapat bergerak dengan pelat dasar berkaki tiga, bagian atas yang bisa bergerak dan teropong. Pelat dasar berkaki tiga dipasang diatas stadtif dan dihorisontalkan dengan bantuan nivo kotak. Pada teodolit yang sederhana dan agak tua pada pelat dasar ini juga dipasangkan lingkaran horisontal berskala seperti terlihat pada gambar 20 di atas. Pada alat ukur sudut yang lebih modern lingkaran horisontal berskala dapat distel juga. Pada bagian atas (alhidate) yang dapat berputar pada garis sumbu pertama (vertikal) dipasangkan kaki penyangga dengan sumbu kedua (horisontal) yang dilengkapi dengan teropong (garis bidik) dan lingkaran vertikal berskala. Alhidate juga mempunyai alat pembaca lingkaran horisontal berskala. Bagian bawah dapat dihorisontalkan kira-kira saja dengan nivo kotak akan tetapi kemudian diteliti dengan nivo alhidate. Dengan bantuan sebuah anting (lot) dapat kita letakkan alat ukur sudut pada titik/tugu dasar. Lingkaran vertikal berskala dapat kita horisontalkan dengan nivo indeks atau secara otomatis dengan sebuah kompensator. Dengan memutar teropong pada sumbu pertama atau sumbu kedua kita dapat membidik tiap – tiap arah tertentu dalam ruang dan dengan klem dan sekrup pada suatu titik sembarang dalam ruang. Pada teodolit repetisi lingkaran horisontal berskala dapat diputar pada sumbu pertama. Karena itu sumbu pertama harus dibuat demikian rupa, sehingga menjadi suatu sumbu rangkap. Dapat juga kita pilih pembacaan lingkaran horisontal berskala misalnya sehingga pada waktu menyipat titik A pembacaan menjadi OO dsb. Dengan keterangan mengenai penyusunan alat ukur sudut yang singkat ini kita akan memperhatikan lebih teliti teodolit – teodolit yang lebih modern. Teodolit modern didasarkan pada pengalaman, bahwa teodolit kini menjadi berat, pembacaan lingkaran horisontal dan vertikal makan waktu dan memusatkan terutama pada pekerjaan triangulasi pada lapangan yang sulit dengan teodolit reiterasi. Heinrich Wild yang mengalami kesulitan ini sendiri pada pekerjaan di lapangan, mengatur kesulitan ini

dengna jiwa penelitinya yang genial: ia membangun teodolit universal Wild T2 pada tahun 1924.



**Gambar 4** .Bagian-bagian pada Theodolit  
(Sumber: Google)

#### 2.3.4 Titik Kontrol Survei

Suatu jaringan titik kontrol survei ditentukan untuk mencakup seluruh daerah proyek, dan ditempatkan pada posisi yang tepat didalam pekerjaan konstruksi. Jarak antara titik-titik kontrol dianjurkan kira-kira 50 meter. Titik-titik kontrol survei sebaiknya berada dekat dengan lokasi pekerjaan tetapi bebas dari area kegiatan, dimaksudkan untuk menghindari kemungkinan adanya pergeseran posisi akibat aktivitas pekerjaan termasuk pengoperasian dari peralatan. Untuk itu letak titik-titik kontrol tersebut harus selalu dicek secara teratur. Perubahan letak titik kontrol juga dapat terjadi pada dasar tanah, pada timbunan pelapisan tanah yang mudah mampat atau proses dalam tanah itu sendiri, seperti proses yang terjadi akibat besarnya variasi kadar kelembaban.

#### 2.3.5 Penentuan Elemen-Elemen Struktur

Letak dari elemen-elemen utama struktur ditentukan berdasarkan pada sistem referensi yang digunakan. Titik offset referensi harus ditetapkan untuk tiap elemen utama. Letak dan jarak offset tiap-tiap titik referensi harus hati-hati diputuskan dan dikenali dilapangan dan untuk menyiapkan tahap penentuan kembali yang mudah bagi letak elemen

utama selama pelaksanaan pekerjaan sehingga titik-titik ini tidak terganggu. Letak elemen-elemen kecil lain seperti kerb, parapet, galian drainase ditentukan berdasarkan pada letak elemen-elemen dengan mempertimbangkan pengukuran. Penempatan dan pematokan letak elemen-elemen yang telah ditentukan harus diperiksa. Pemeriksaan ini harus dilakukan secara terpisah dan dilakukan oleh Staf Engineer dengan menggunakan peralatan lain yang berbeda dengan peralatan yang digunakan pada saat penempatan dan pematokan awal. Bagi kontraktor yang melaksanakan pemeriksaan ulang atas hasil pekerjaannya sendiri, dianjurkan untuk menggunakan methoda lain yang berbeda dengan methoda yang telah digunakan pada saat awal penempatan dan pematokan. Untuk menghindari kesalahan dari ketidak tepatan identifikasi patok, ketidak-tepatan panandaan atau kesalahan dalam melaksanakan survei, maka pengukuran jarak dan beda tinggi dilakukan dengan memeriksa hasil pekerjaan dari titik awal suatu sisi sampai pada titik akhir pada sisi yang lain, kemudian diikatkan pada titik kontrol hasil survei pertama. Pemeriksaan ini tidak diperkenankan dilakukan hanya dengan mengukur dari satu titik akhir saja atau dua titik akhir pada sisi yang terpisah.

### **2.3 Pekerjaan Drainase**

Menurut Kusnadi Dedi (2010), drainase jalan mengandung pengertian membuang atau mengalirkan air (air hujan, air limbah, atau air tanah) ke tempat pembuangan yang telah ditentukan dengan cara gravitasi atau menggunakan sistem pemompaan. Secara umum dikenal adanya 2 (dua) sistem drainase yaitu sistem drainase permukaan dan sistem drainase bawah permukaan. Kedua sistem tersebut direncanakan dengan maksud untuk mengendalikan "air" sebagai upaya memperkecil pengaruh buruk air terhadap perkerasan jalan maupun subgrade (tanah dasar). Secara normatif yang disebut subgrade adalah lapisan tanah 1.00 m) yang disiapkan $\pm$ (yang dianggap mewakili subgrade adalah lapisan tanah setebal sebagai badan jalan, bisa berupa tanah asli yang sudah dipadatkan atau tanah

timbunan yang didatangkan dari tempat lain kemudian dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Dalam struktur perkerasan jalan, di atas subgrade ini kemudian diletakkan perkerasan jalan, bisa perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Agar subgrade dapat memikul beban di atasnya (perkerasan jalan maupun lalu lintas) sesuai dengan batasan-batasan perencanaan, pada umumnya subgrade dipadatkan pada kadar air optimum. Yang dimaksudkan dengan kadar air optimum disini adalah kadar air pada kepadatan kering maksimum yang diperoleh bilamana tanah dipadatkan sesuai dengan SNI 03-1742-1989. Fungsi drainase jalan dengan demikian ada 2 (dua) cakupan yaitu :

- a. Memperkecil kemungkinan menurunnya daya dukung subgrade karena kadar airnya naik melebihi kadar air optimum sebagai akibat dari merembesnya air hujan ke dalam subgrade melalui pori-pori perkerasan jalan atau yang berasal dari air tanah yang naik ke permukaan;
- b. Memperkecil kemungkinan rusaknya perkerasan jalan sebagai akibat terendamnya perkerasan jalan oleh genangan air hujan.

Sistem drainase permukaan mencakup 2 hal yaitu:

- a. drainase air limbah, dimaksudkan untuk membuang air limbah (air kotor dari rumah tangga, limbah cair dari pabrik dan sebagainya) ke instalasi pengolahan air limbah;
- b. drainase air hujan, dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan terjadinya kerusakan jalan akibat air hujan.

Air hujan yang jatuh ke permukaan jalan atau badan jalan mempunyai 3 kemungkinan:

- a. bergerak sebagai aliran air permukaan;
- b. menguap;
- c. merembes ke dalam tanah atau perkerasan jalan sebagai air infiltrasi.

Drainase permukaan berkepentingan dengan aliran air yang bergerak sebagai aliran air permukaan. Persentase besarnya aliran air permukaan dinyatakan sebagai run off

coefficient. Debit air yang berasal dari air permukaan ditampung dan dialirkan ke dalam selokan samping kemudian dibuang melalui gorong-gorong. Pada jalan-jalan rural biasanya dipilih selokan samping terbuka, sedangkan pada jalan-jalan di daerah perkotaan dipilih selokan samping terbuka ataupun tertutup tergantung pada kepentingan atau kondisi setempat. Pada umumnya pembuangan air hujan pada jalan rural tidak terlalu menjadi masalah, karena lahan di kiri-kanan jalan cukup luas. Sedangkan pada jalan-jalan di daerah perkotaan, pembuangan air hujan yang bergerak sebagai aliran air permukaan justru merupakan persoalan yang seringkali sulit dicari pemecahannya karena sempitnya lahan terbuka di kiri-kanan jalan. Bahkan mungkin lokasi di kiri-kanan jalan telah dipadati dengan bangunan-bangunan pertokoan, tempat tinggal, perkantoran dan lain sebagainya. Dengan demikian dalam perencanaan drainase jalan di daerah perkotaan jalan perlu dicari, kemana air hujan harus dibuang setelah dialirkan melalui selokan samping dan gorong-gorong. Drainase air limbah bisa dibuat khusus untuk:

- a. mengalirkan air limbah saja, atau
- b. Selain untuk membuang air limbah juga disiapkan untuk menampung air hujan dari halaman atau atap rumah sekaligus menggelontorkan air limbah, atau
- c. Sekaligus berfungsi untuk menampung dan membuang air limbah maupun air hujan baik yang berasal dari sebelah luar badan jalan (dari atap rumah, halaman rumah, lereng tanah di atas selokan) atau air hujan yang berasal dari permukaan jalan.

Sistem yang terakhir ini adalah yang termurah, akan tetapi mengandung risiko tanah terkontaminasi air limbah atau polusi lainnya. Drainase bawah permukaan adalah drainase yang dibuat untuk mengatasi pengaruh rembesan air, baik yang berasal dari air tanah maupun air hujan yang merembes ke dalam tanah yang kemungkinan dapat menaikkan permukaan air tanah sehingga mempengaruhi kadar air subgrade. Jadi secara umum dapat dikatakan bahwa baik drainase permukaan maupun drainase bawah permukaan dibuat

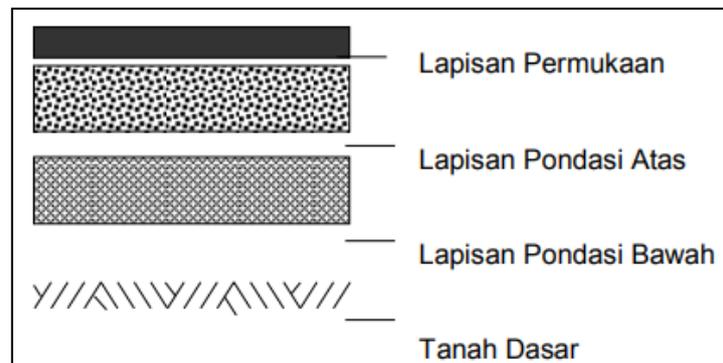
dengan maksud untuk menyelamatkan lapis-lapis perkerasan jalan dan subgrade dari pengaruh air yang merugikan.

## 2.4 Perkerasan Jalan

### 2.4.1 Perkerasan Jalan Lentur

Menurut Sukirman (2003), Perkerasan jalan lentur (hotmix) berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Di dalam pelaksanaannya, perkerasan jalan lentur (hotmix) secara umum terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yaitu :

- a. Lapisan tanah dasar (sub grade)
- b. Lapisan pondasi bawah (subbase course)
- c. Lapisan pondasi atas (base course)
- d. Lapisan permukaan / penutup (surface course)



**Gambar 5** .Urutan Lapisan Permukaan Jalan  
(Sumber: Google)

#### a. Lapisan Tanah Dasar (Subgrade)

Menurut Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah, lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah

urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dan lain lain. Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- Lapisan tanah dasar, tanah galian.
- Lapisan tanah dasar, tanah urugan.
- Lapisan tanah dasar, tanah asli.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut :

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan misalnya kepadatan yang kurang baik.

#### **b. Lapisan Pondasi Bawah (Subbase Course)**

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapisan pondasi atas. Lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
- Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

- Aggregate base course class B.
- Sirtu (sandy gravel).
- Pitrun

#### **c. Lapisan Pondasi Atas (Base Course)**

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan. Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai :

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan. Bahan-bahan untuk lapis pondasi atas ini harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda.

Dalam penentuan bahan lapis pondasi atas ini perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain, kecukupan bahan setempat, harga, volume pekerjaan dan jarak angkut bahan ke lapangan. Jenis lapisan pondasi atas yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

- Aggregate base course class A.
- Macadam.
- Cement Treated Base (CTB).
- Asphalt Treated Base (ATB).

#### **d. Lapisan Penutup (Surface Course)**

Lapisan permukaan / penutup adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan. Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai :

- Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
- Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapisan aus).

- Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan dibawahnya.

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain , Asphalt Concrete Wearing Course (AC wearing course).