**TUGAS MATA KULIAH TEKNIK SUNGAI
MERINGKAS BAB 1 & 2 BUKU DASAR DASAR TEKNIK SUNGAI
(OEHADIJONO, 1993)**

Muhammad Husein Ar-rafi ¹⁾, Mochamad Maghfur ²⁾, Melki ³⁾
^{1), 2), 3)} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong

**BAB I
PENGANTAR TEKNIK SUNGAI (*RIVER ENGINEERING*)**

1. UMUM

Makhluk hidup seperti tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia dalam melangsungkan kehidupannya selalu membutuhkan air. Sumber-sumber air berasal dari mata air, air tanah, air artesis, danau, danau buatan (waduk), air hujan, air pasang surut dan sungai. Sifat air sebagai benda cair yang memiliki gravitasi selalu akan mengalir apabila terjadi adanya perbedaan tinggi. Kelebihan curah hujan dan kelebihan air tanah akan mengalir ke lembah membentuk alur-alur atau saluran yang lazim disebut sungai.

Air sungai digunakan untuk berbagai tujuan, yaitu:

- a. Air bersih untuk keperluan air minum
- b. Air untuk keperluan pertanian
- c. Air untuk keperluan tenaga listrik
- d. Air untuk keperluan industri
- e. Air untuk keperluan navigasi
- f. dan sebagainya.

Agar air di sungai dapat dimanfaatkan, maka harus dibudidayakan secara optimal dan seekonomis mungkin dengan teknik yang dapat dipertanggungjawabkan. Sehingga perlu memperhatikan siklus hidrologi, kehilangan air, dan pencemaran air.

Aspek negatif bagi keberadaan air sungai terhadap kehidupan adalah:

- a. Kelebihan air pada musim penghujan yang mungkin mengakibatkan banjir-banjir.
- b. Kekuarangan air pada musim kemarau yang mungkin mengakibatkan kekeringan.
- c. Erosi pada sungai.
- d. Transportasi sedimen maupun material yang mengakibatkan pencemaran lingkungan.
- e. Pada muara sungai terutama karena pengaruh pasang surut laut, sehingga menimbulkan penutupan muara oleh sedimen.

2. DEFINISI

Dari uraian di atas maka Teknik Sungai (*river engineering*) dapat didefinisikan sebagai berikut:

Teknik sungai adalah ilmu yang mempelajari bagaimana metode untuk menetapkan manfaat air sungai semaksimal mungkin dan bagaimana metode menekan agar aspek-aspek negatif pengaruhnya seminimal mungkin.

Ilmu dan teknologi yang dimaksud menyangkut aspek-aspek sebagai berikut:

- a. Topografi
- b. Meteorologi, klimatologi
- c. Hidrologi
- d. Hidrolika
- e. Geologi dan Mekanika Tanah
- f. Geomorphologi
- g. Tata guna tanah
- h. Ekologi
- i. Lingkungan hidup

3. PENGGOLONGAN TEKNIK SUNGAI

Teknik sungai dapat digolongkan dalam tiga tipe pokok yaitu:

- a. Pengaturan saluran (*channel regulation*)
- b. Pengaturan debit (*water discharge regulation*)
- c. Pengaturan muka air sungai (*river water level regulation*).

Jenis pekerjaan sungai sangat tergantung pada maksud dan tujuan pemanfaatan sungai, apakah untuk keperluan ekaguna (*single-purpose*) atau untuk keperluan serbaguna (*multipurpose*).

Maksud dan tujuan pemanfaatan sungai yaitu untuk keperluan:

- Penanggulangan banjir
- Navigasi
- Irigasi
- Tenaga air
- Air minum air untuk industri
- Kolmatase
- dan sebagainya.

a. Pengaturan Saluran

Pengaturan saluran dimaksudkan agar dimensi (ukuran saluran) pada sungai diformulasikan sesuai dengan bentuk rancangan yang diperlukan untuk tujuan tertentu, seperti kepentingan navigasi, melindungi tebing sungai karena erosi (kikisan), atau untuk memperluas profil sungai guna menampung banjir-banjir yang terjadi. Jadi lebar dan kedalaman saluran pada sungai diatur sedemikian rupa supaya profil tertentu tersebut dapat dipertahankan sepanjang tahun, lazim disebut “normalisasi sungai”.

b. Pengaturan Debit

Curah hujan sepanjang tahun selalu berubah-ubah tergantung kepada musim. Kondisi semacam itu akan menyulitkan pengaturan debit bagi keperluan navigasi, irigasi, tenaga air, dan lain-lain. Maka untuk keperluan navigasi, irigasi, tenaga air, dan lainnya, sungai-sungai yang memiliki fluktuasi debit besar perlu diatur. Pengaturan ini dilakukan dengan cara membangun bendungan besar, sehingga air ditampung dalam suatu waduk (*reservoir*) tahunan sedangkan debit sungai melalui *outlet structure* (bangunan pengeluaran) dapat diatur sepanjang tahun. Maka perlu dipasang peralatan *debit hydrograph* pada sungai di sebelah hilir (*downstream*) waduk.

c. Pengaturan Muka Air Sungai

Pengaturan muka air sungai ini dimaksudkan untuk meninggikan muka air sungai dengan membangun sebuah ambang pada palung sungai yang berupa “bendung” (*weir*) dan air yang dialirkan saluran buatan.

4. METODE PENDEKATAN

Teori teknik sungai dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu:

a. Teknik sungai secara umum (*General river engineering*).

Yang mengaplikasikan berbagai macam tipe pekerjaan di sungai yaitu:

- Pengaturan saluran.
- Konstruksi pelindung tebing (*revetment protection*).
- Konstruksi pelindung dasar sungai (*bottom revetment*).
- Konstruksi tanggul (*dike construction*) untuk melindungi terhadap luapan banjir.
- Pengerukan dasar sungai (*dredging works*).
- Konstruksi pengalihan aliran sungai (*river diversion works*).
- Pengaturan muka air sungai (*river water level regulation*).
- Pengendalian aliran sedimentasi (*sediment control*).

b. Teknik sungai secara spesifik (*Specific river engineering*).

Teknik sungai secara spesifik adalah ilmu yang mempelajari pemanfaatan air sungai untuk berbagai macam tujuan antara lain untuk tujuan pengendalian banjir, irigasi, tenaga air, drainase, water supply, navigasi dan sebagainya. Secara umum dapat dikatakan bahwa teknik sungai itu mencakup pemanfaatan air di sungai seoptimal mungkin bagi aspek kehidupan masyarakat. Oleh karena itu sebagai karunia Tuhan harus dikelola secara efektif dan efisien, ekonomis dan teknis harus dapat dipertanggung jawabkan. Maka sebagai konsekuensi pengembangan teknik sungai harus mampu menjaga kelestarian alam agar keseimbangan ekologi dapat dijaga sebaik mungkin.

BAB II

KARAKTERISTIK SUNGAI

1. SALURAN (*THE CHANNEL*).

Sungai-sungai di dunia memiliki perbedaan bentuk, yang dimulai dari mata air dan mengalir membentuk saluran sampai bermuara di danau atau laut. Hal ini tergantung dari faktor geologi, morfologi, vegetasi, iklim, curah hujan, dan sebagainya.

Sungai terpanjang dan terbesar di dunia adalah sungai Amazon di Brazillia, dengan panjang sungai lebih dari 6200 km. Pada bulan Juli 1963 di lokasi Abados dengan jarak 800 km dari muara telah diadakan pengamatan dan diperoleh data sebagai berikut :

Debit normal Q_n	= 212.000 m ³ /det
Debit maksimum Q_m	= 280.000 m ³ /det
Kecepatan minimum V_{min}	= 1,9 m/det
Kecepatan normal V_n	= 2 m/det
Kecepatan maksimum V_m	= 2,3 m/det
Lebar sungai normal B	= 2.300 m

Profil bebrbentuk	= U
Luas penampang F	= 115.000 m ²
Pengaruh sedimentasi	= kecil

Catatan :

Sungai terbesar di Indonesia adalah sungai Mamberamo dengan panjang lebih dari 1.200 km dan menurut hasil studi PLN diperkirakan memiliki potensi tenaga air sebesar 4.972,7 MW. Di Sulawesi berdasarkan laporan penelitian mandiri oleh Ir. Oehadijono, sungai terbesar adalah sungai Saddang yang dapat dikembangkan sebanyak 9 PLTA dan diperkirakan potensi tenaga air sebesar 1.345 MW dengan produksi listrik setahunnya sebesar 6.400 MWH.

2. FAKTOR SEDIMENTASI.

Faktor sedimentasi tidak hanya diperhitungkan atas dasar jumlah sedimen yang diangkut, namun juga memperhitungkan rasio sejumlah sedimen yang mengalir melalui penampang sungai persatuan waktu dan didasarkan atas luas DAS. Untuk menyederhanakan perhitungan dapat dianalisa dari 9 variabel berdasarkan geomorfologi sugai. Analisa yang dimaksud adalah :

a. Arah utama pengaliran	= X
b. Waktu	= t
c. Debit air	= Q
d. Sedimen transpor	= S
e. Lebar saluran sungai	= B
f. Kedalaman saluran sungai	= h
g. Gradient Sungai	= i
h. Diameter sedimen	= D
i. Koefisien kekasaran dasar sungai	= C (menurut Chezy)

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa fungsi sungai adalah sebagai pengaliran sejumlah air dan sejumlah sedimentasi. Berdasarkan kondisi alam, teknik sungai itu mempelajari bagaimana kemampuan kita untuk mengendalikan air dan mengendalikan pengaruh sedimentasi. Dengan kata lain kita tidak mungkin mencegah pengaliran air maupun pengaliran sedimen dari waktu ke waktu karena pengaruh musim, cuaca dan morfologi yang mengakibatkan bentuk saluran dan sedimentasi selalu akan berubah-ubah. Pembangunan sebuah bendung dapat mengendalikan sebagian dari pengaruh sedimen, namun kalau daya tampung sudah penuh pengaruhnya akan kembali mengalir secara alami. Apabila alur sungai mencapai keadaan equilibrium (*in equilibrium state*) maka pengaliran sungai pada potongan melintang merupakan kurva pengaliran yang halus dan beraturan (*smooth curve*). Namun demikian pada muara danau maupun muara laut, permukaan airpun akan berubah-ubah sesuai dengan kondisi alam baik cuaca maupun pengaruh bulan. Secara umum kemampuan sungai untuk membentuk sebuah saluran tidak dapat diuraikan atas dasar fisik. Terutama dengan kondisi alam di daerah delta, dimana pada musim-musim kering terjadi gundukan-gundukan sedimen (pengaruh angin dan arus laut) yang menutup atau sebagian menutup muara, juga kadang-kadang terjadi pada sungai yang rasio antara lebar dan kedalamannya cukup besar, yaitu lebih besar dari 100 : 1.

3. KARAKTERISTIK (PERILAKU) SUNGAI.

Sifat air yang selalu mengalir dari atas ke bawah dan berkumpul menjadi saluran di lembah dan dialirkan ke danau atau laut disebut juga sebagai saluran drainase. Pengaliran air baik di permukaan tanah maupun di dasar sungai akan menggerus tanah dasarnya secara terus menerus sepanjang masa. Volume sedimen yang terbawa oleh pengaliran sebagai hasil erosi maupun reruntuhan tebing tebing sungai dimulai dari sumber mata air di daerah pegunungan dan terangkut kehilir kemudian terkumpul di sungai yang seterusnya diangkut di laut. Oleh karena itu di daerah pegunungan dengan kemiringan sungai tajam, pengaliran menjadi deras (kecepatan tinggi). Kecepatan pengaliran semakin ke hilir dan akan mencapai 0, apabila mencapai muara di danau atau di laut. Endapan-endapan sedimen tersebut diangkut, endapan sedimen yang berat jenisnya tinggi di endapkan terlebih dahulu berangsur-angsur yang berat jenisnya lebih ringan di endapkan kemudian. Dengan kata lain butiran sedimen yang mengendap di hulu sungai lebih besar dari pada di bagian hilir. Endapan tersebut di bagian hilir di daratan rendah, apabila terjadi banjir banjir akan tersebar di kanan kiri sungai. Endapan sedimen akan semakin tebal dan lazim disebut **alluvium**. Kejadian tersebut dipengaruhi oleh proses erosi dan sedimentasi. Proses itu telah berlangsung jutaan tahun yang kemudian membentuk:

- Lembah dan dataran banjir
- Kipas alluvial, dan
- Delta-delta.

4. LEMBAH DAN DATARAN GENANGAN.

Daerah aliran sungai dapat dibagi atas 3 daerah aliran, yaitu:

- Daerah aliran hulu (upstream)
- Daerah aliran tengah (middle stream), dan
- Daerah aliran hilir (down stream).

Di daerah hulu yang terdiri dari pegunungan, dimana lembah-lembah sungai potongan melintang berbentuk V, akan sulit untuk mencari ruangan pengembangan aktifitas pertanian. Pengaliran baik melalui dinding lembah dan dasar sungai sepanjang masa cenderung mengikis dasar tanah, yang bersifat ini cenderung dan memiliki arah vertikal. Namun di bagian daerah hilir aliran tengah dan di daerah aliran hilir, dimana pada potongan memanjang sungai mendekati bentuk ekuilibrium, maka pola erosi vertikal cenderung menuju ke horizontal dan membangun lembah-lembah melebar. Berdasarkan karakteristik hidrologi, maka pengaliran dapat diklasifikasi ke dalam dua tipe, yaitu:

- Tipe meander, dan
- Tipe berjalur (*braided type*).

Apabila perbedaan debit banjir maksimum dan debit banjir minimum tidak besar, maka pengalirannya akan berbentuk sinuoidal, yang lazim disebut sungai tipe meander. Di bagian luar busur saluran akan tererosi, sedangkan bagian dalam akan terjadi endapan, sehingga pada saat tertentu akan terjadi batang-batang alur sungai. Pada musim hujan dimana alur sungai tidak mampu menampung pengaliran, maka akan meluap ke kanan dan kiri sehingga menjadi dataran genangan (*flood plain*). Apabila dalam hal ini terjadi suatu kecepatan percepatan pengaliran dan turbulensi, maka sejumlah air akan berkurang sangat

cepat. Materil kasar seperti kerikil dan pasir akan mengendapi dekat alur sungai dan akan membentuk tanggul alam (*natural levee*).

Partikel-partikel yang lebih halus akan di angkut oleh arus air, sedangkan partikel yang sangat halus seperti tanah liat akan di endapkan pada daerah depresi berupa rawa-rawa. Sungai sungai yang ditinggalkan akan membentuk danau leher sapi (*oxbow lake*), karena diujung-ujungnya tertutup oleh tanggul (*levee*) dan merupakan punggung (*ridge*) sungai baru selama material punggung tersebut terdiri dari timbunan pasir dan kerikil, maka mudah meloloskan air. Dalam hal ini punggung-punggung tersebut lokasinya di paling hulu, namun sampai kehilir material terdiri atas pasir dan tanah liat. Sedangkan semakin kehilir lagi tinggal timbunan tanah liat, bahkan pada ujung paling hilir material terdiri atas butiran tanah liat yang sangat halus sehingga menjadi kedap air (*impermeable clays*). Sebagai kesimpulan maka rawa rawa terbentuk di mana kondisinya baik atau sebagai pendukung formasi kacang-kacangan. Pada sungai-sungai di mana perbedaan debit maksimum dan debit minimum misalnya lebih besar daripada 50 di mana pada debit besar mengangkut material kasar, maka tidak akan membentuk meander. Keadaan semacam itu misalnya karena akibat letusan gunung berapi dimana lava-lava yang terjadi diangkut pada musim hujan atau pada banjir-banjir besar. Di Indonesia pada umumnya di Jawa dan Sumatera yang memiliki perbedaan yang sangat menyolok antara debit maksimum dan debit minimum maka kecil terjadinya pembentukan meander pada sungai-sungai tersebut. Perilaku (karakter) sungai lainnya akan di dapatkan yaitu pada banjir banjir besar dimana dinding lembah tererosi (dikikis) dan mengangkut material kasar dan kemudian membentuk sungai-sungai cabang yang parallel dan saling berhubungan. Tipe sungai ini disebut tipe berjalin (*braidedriver*).

Cabang cabang sungai tersebut sering terjadi bergantian lokasi yang di akibatkan oleh pengrusakan (*scouring*) dinding sungai serta pengisian material baru. Karena adanya variasi kemampuan air banjir membawa endapan, maka jenis endapanpun sangat bervariasi, namun dapat dipastikan bahwa komposisi endapan akan didominasi oleh butiran kasar (*coarse grained*).

5. TIPE SUNGAI.

Lokasi anak sungai dalam daerah aliran sungai sangat di tentukan oleh kondisi topografi. Dari sudut topografi susunan sungai induk dan cabang cabangnya dapat dibedakan 3 (tiga) tipe, yaitu :

a. Tipe bulu ayam (*chicken feather type*)

Susunan sungai induk dengan anak-anak sungai semacam bulu ayam yang terdiri dari batang, cabang dan ranting. Sungai induk ibarat batangnya, dahan ibarat anak cabang besar dan ranting merupakan anaknya cabang sungai.

b. Tipe sejajar (*parallel type*)

Susunan sungai tipe sejajar yaitu cabang-cabang besar mengalir parallel (sejajar) kemudian setelah mendekati muara mereka bertemu dan berkumpul menjadi sungai induk.

c. Tipe Kipas (*fan type*)

Susunan sungai tipe kipas yaitu anak-anak sungai yang mengalir dari segala penjuru menuju titik pusat dan mengalir ke laut.

Dalam keadaan di lapangan sungai-sungai di dunia sulit untuk menentukan tipe yang mana yang paling tepat, bahkan akan di jumpai suatu sungai memiliki

perpaduan 2 (dua) atau 3 (tiga) tipe tersebut. Cina memperkirakan banyaknya anak-anak sungai dari suatu DAS oleh ahli teknik persungai dari Jerman NEUMANN, beliau memajukan rumus yang disebut kerapatan sungai sebagai berikut.

$$\text{Kerapatan sungai (N)} = \frac{\text{jumlah seluruh sungai } (\sum L)}{\text{Luas DAS (F)}}$$

$$(N) = \frac{\sum L}{(F)}$$

$$(N) = \frac{\sum L}{F_{das}}$$

N = Kerapatan sungai

L = Total panjang sungai induk dan anak-anak sungai

F_{das} = Luas daerah-daerah aliran sungai

Secara umum dapat dikemukakan dalam hal-hal sebagai berikut :

- Pada kondisi tanah yang lapisan yang rembes air (*permeable*), angka kerapatannya kecil.
- Pada kondisi tanah yang lapisan kedap air (*impermeable*) angka kerapatannya besar.

Kerapatan sungai di mana DASnya berhutan angkanya lebih besar di banding dengan daerah yang gersang. Kerapatan sungai di lereng pegunungan angkanya lebih kecil di banding dengan daerah dataran rendah. Kerapatan sungai pada daerah yang banyak hujan angkanya lebih besar di bandingkan dengan di daerah sedikit hujan.

6. KIPAS ALUVIAL (ALLUVIAL FANS).

a. Kondisi Topografi.

Perubahan dari pegunungan kedataran kelandaiannya beraturan ada yang tidak beraturan bahkan ada yang sekonyong konyong (abrupt) berubah, sehingga terjadi air terjun. Hal ini sangat tergantung daripada kondisi geologi maupun patahan (*fault*). Dalam keadaan transisi yang tiba tiba dari pegunungan kedataran, maka kemampuan transportasi dari pengaliran sungai juga akan berkurang sekali. Kalau dataran itu luas, maka sungai akan membentuk cabang-cabang sungai atau delta sungai dekat muara. Di sini endapan alluvium akan tersebar luas di mulai dari kaki pegunungan terbentuk kipas.

Jenis-jenis endapan di mulai dari batu bongkahan (*boulder*) yang di endapkan terlebih dahulu di kaki-kaki pegunungan atau puncak kipas (*apex*) berturut-turut batuan yang ukuran lebih kecil, kemudian krikil-kerikil-pasir dan terakhir lumpur (silt) dan tanah liat (clay).

Kipas alluvial luasnya bervariasi kadang-kadang radiusnya lebih daripada 50 km. Sudut celupan (*dip*) pada permukaan kipas jarang melebihi 10° namun pada umumnya 5° atau 6°. Pada umumnya kipas alluvial ditemukan pada daerah pegunungan yang reliefnya tajam-tajam dan pembentukan sungai menonjol. Pengaliran sungai membawa endapan dari daerah hulu dan tertumpuk di daerah hilir membentuk alluvial. Dengan kata lain alluvial berbentuk karena tumpukan endapan dari hasil pelapukan tanah dari sebelah hulu. Proses pengaliran yang mengangkut sedimen berlangsung terus sepanjang masa dan baru berhenti apabila dasar sungai mencapai equilibrium. Kelompok-kelompok endapan yang

terkumpul di dataran atau di daerah kipas dapat di bedakan sebagai alluvial sebagai berikut:

- Alluvial berupa lembaran karena banjir banjir
- Alluvial berupa lembaran karena pengaliran normal
- Alluvial berupa hasil dari hujan lokal.

Alluvial yang terbentuk karena pengaliran normal komposisi butiran dapat dikatakan seragam, tetapi karena priodenya lama, maka tumpukan cukup tebal. Adapun distiribusi ukuran butiran (*the grain size distribution*) dari endapann sangat bervariasi dan dalam hal ini sebagai fungsi dari:

- a. Komposisi ukuran butiran dari hasil pelapukan batuan asli.
- b. Tipe pengangkuta endapan dan jenis butiran endapan, yaitu besarnya debit pengaliran dan ukuran butiran (*grain size*) yang diangkut.
- c. Jarak material yang di angkut
material yang di angkut dengan jarak yang dekat dengan sendirinya butirannya besar-besar dan sedikit terurai menjadi butiran yang lebih kecil. Karena itu endapan dekat daerah “apex” umunya memiliki perlakuan hidrolis (*hidroulic conductivity*) yang rendah.

b. SUSUNAN TANAH (SOIL STRUCTURE)

Istilah “susunan tanah” adalah berdasarkan susunan partikel tanah utama dan partikel tanah sekunder. Partikel tanah utama (*primary soil particlscs*) merupakan susunan terdiri dari kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lumpur (*silt*) dan tanah liat (*clay*). Partikel tanah sekunder (*secondery soil particles*) merupakan susunan dari agregat mikro (*micro aggregates*) yang terdiri dari mineral dan organik.

Susunan tanah sangat penting dalam karakteristik morfologi tanah. Dalam hal ini tidak saja di pengaruhi oleh faktor pertumbuhan tanaman, tapi juga oleh faktor faktor lainnya seperti: pergerakan air, tahanan air, aerasi tanah (*soil aeration*), penetrasi akar tumbuh-tumbuhan, aktivitas mikro-biologi, tahanan terhadap tempat retakan maupun pori pori

Terdapat 4 aspek dalam susunan tanah yaitu :

- a. Berdasarkan penyelidikan lapangan .
- b. Spasi spasi terkandung dalam susunan tanah itu baik makro maupun agregat mikro atupun distribusi ukuran pori porinya.
- c. Susunan stabilitas tanah .
- d. Profil susunan tanah, macam tanah, ketebalan tanah dan urutan lapisan, terhadap macam-macam susunan horizontal tanah tersebut.

STRUKTUR MAKRO

Struktur makro dari tanah dapat di bedakan oleh:

- a. Susunan sederhana, berhubungan (*coherent*) atau tidak berhubungan (*non coherent*), dimana bidang bidang belahannya (*cleaved plane*) tidak tersusun.

Adapun susunan ini sebagi bentuk sebagai berikut :

- butiran tunggal (*single grain*), biasanya pasir lepas dan lumpur yang mengandung bahan organik (antara lain abu vulkanik, pasir pantai), dan susunan padat (*masive*); biasanya pasir bertanah pekat (*sandy loams*), lumpur pekat.

Susunan tersebut pada umumnya saling melekat (cling) karna adanya tanah liat atau benda organik lainnya,namun pecah – pecah atau belahan tidak terlihat .Susunan agregat di mana secara alami terlihat adanya belahan-belahan.

Struktur tanah yang baik berarti : stabil dalam susunan butiran aggregate, kemampuan terhadap pergerakan air, baik terhadap penampungan air (*water storage*),dan baik terhadap aerasi. Struktur tanah yang **lemah** berarti susunan butiran yang halus akan rusak apabila di jadikan untuk tanaman pertanian. Struktur tanah yang **kuat** berarti struktur prismatic yang kasar,maka sangat jelek untuk keperluan pertanian. Sebaliknya struktur tanah yang di sebut “CRUMB” justru sangat baik untuk pertanian. dengan mengetahui struktur tanah, maka dapat di ketahui manfaat apa yang ingin dicapai bagi berbagai macam tujuan, apakah untuk keperluan pertanian perkebunan, pertambakan, teknik sipil dan sebagainya.

C. DISTRIBUSI POROSITAS PADA TANAH (*PORE DISTRIBUTION ON SOIL*)

Apabila mempertimbangkan pemindahan air (water transmitting) dan pengenggaman air (water holding) pada sifat-sifat tanah, maka distribusi porositas pada tanah adalah sangat penting. Terdapat 2 (dua) genetic utama pada pori-pori tanah yaitu:

- a. Spasi antara aggregate di mana pori-pori tersebut sebagai hasil bersama-sama dari partikel-partikel tanah (the aggregation of soil particles).
- b. Pori-pori karena akibat akar-akar dari tumbuhnya tanaman-tanaman (rootlets of plant growth),dan makluk-makluk hidup dalam tanah (soil fauna: cacing,rayap,semut dan sebagainya).

D. STABILITAS SUSUNAN TANAH (*STRUCTURAL STAILITY OF SOIL*).

Aggregate itu variasinya sangat luas, karena sangat di pengaruhi oleh kondisi alam, seperti : curah hujan, iklim, gempa bumi, pengaliran permukaan dan penyaluran dalam tanah, erosi, aerasi,vegetasi dan sebagainya. Deskripsi istilah untuk tanah friabilitas adalah : lepas-lepas (loose), sangat mudah hancur (slightly hard),keras,sangat keras,luar biasa keras (axtremely hard).

Klasifikasi teknik ini mencakup dua batas atau batas atterberg (atterberg limits) yaitu :

- Batas cair (liquid limit) dan
- Batas plastis (plastic limit).

Batas cair adalah kandungan air minum di mana campuran air dan tanah terjadi perubahan yaitu dari kental cair (viscous liquid) menjadi padat plastis (plastic solid). Hal ini di perkirakan bahwa konsistensinya sama dengan pasta tanah yang jenuh air. Indeks plastisitas atau plastis yaitu: batas cair dikurangi batas plastis,di tentukan oleh kadar kelembaban dimana tanah telah memiliki batas padat plastis.

Pada keadaan kadar kelembaban tersebut menjadi kenyal untuk di kerjakan, ini berarti bahwa pelaksanaan pekerjaan yang harus di gunakan banyak kadar kelembaban berada di bawah batas. Namun demikian sangat tergantung pada

stabilitas lapisan tanah bagian atas (top soil). Stabilitas tanah tersebut ditentukan pula oleh bahan organik dalam tanah baik kuantitas maupun macamnya. Lumpur, pasir yang sangat halus yang bertalian dengan kandungan tanah liat, komponen-komponen unsure kimia yang bersekutu dengan tanah liat seperti : Ca, Na, dan mineral semenatasi (perekat) seperti Fe, Al, O₂ dan sebagainya.

Susunan tanah yang tidak stabil apabila mengandung bahan organik, lumpur yang banyak, pasir halus yang banyak dan tanah liat yang banyak. Struktur tanah tersebut biasanya berwarna ke-kelabu-kelabuan atau kekuning-kuningan.

E. KEPEKATAN TANAH (*SOIL CONSISENSE*)

Kepekatan tanah tergantung manifestasi gaya-gaya fisik kohesi dan adhesi tanah itu sendiri dalam berbagai macam keadaan kelengasan atau keadaan kering, keadaan lembab atau keadaan basah kondisi sebagai kenyataan terhadap perilaku tanah karena adanya tegangan mekanik maupun gaya berat (*gravity*). Secara tidak langsung kepekatan tanah itu dapat menyiapkan tenaga ahli survey lapangan yang melalui pengalamannya dapat memberikan informasi yang sangat berharga mengenai tekstur tanah, susunan tanah maupun permeabilitas, mudahnya menjadi bagian yang kecil-kecil (*fre ability*), plastisitas, kelekatan (*stickiness*) dan juga pertanahan (*resistence*) terhadap kemampatan (*compression*) yang cocok untuk keperluan pondasi, demikian juga mengenai pemotongan (*shear*).

Kelekatan berdasarkan derajat adhesi dari tanah basah terhadap benda lain. Kelekatan ini dapat di tentukan oleh gerakan kulit jari telunjuk dengan ibu jari. Istilah kelekatan yaitu :

- Tidak lekat
- Agak lekat
- Lekat dan
- Sangat lekat

F. WARNA TANAH

Dengan cara mengamati warna tanah akan lebih mudah menentukan karasteristik tanah. Apabila warna tanah di pertimbangkan untuk observasi mengenai susunan, tekstur dan kepekatan, maka tujuan pokok yang ingin di capai adalah mengenai:

- Sifat fisik tanah dan
- Kondisi unsur kimianya

Pada umumnya warna tanah itu terutama dipermukaanya diselimuti oleh partikel mineral. Pada tanah yang lansung terkena udara pada umumnya berwarna coklat tua, apabila terhidrasi oleh unsur besi (fe) warna tanah kekuning-kuningan atau kemerah-merahan. Apabila tereduksi oleh ferric iron atau ferrous iron warna tanah adalah kelabu. Kondisi ini termologi dalam bahasa inggris adalah “gley”. Pada letak yang horizontal ummnya warnanya seragam dan kadang-kadang berbintik-bintik.

Bintik itu umumnya berwarna merah, kuning atau warna lainnya tergantung dari pada proses oksida dan periode reduksi akibat kondisi fluktuasi air yang

mengenangnya. Kalau akar-akar masih hidup dan berwarna kelabu atau hijau, tanah berwarna coklat, tetapi kalau akar-akarnya sudah mati, maka warna tanah adalah kuning karatan atau coklat.

G. KELEMBABAN TANAH :

- a. Air dapat di pindahkan dari tanah.
- b. Air yang dapat di tahan oleh tanah.

a. AIR BERSIH YANG DAPAT DIPINDAHKAN DARI TANAH

Istilah permeabilitas tanah adalah tanah yang dapat meloloskan air. istilah yang tepat adalah sebagai berikut :

- Penyerapan air melalui permukaan tanah di tentukan oleh adanya daya absorpsi dan pengaliran.
- Nilai perembesan (*percolation*) didalam tanah di tentukan oleh kemampuan membuang air dari profil tanah di dalam dan
- Pengantaran hidrolis (*the hydraulic conductivity*) dimana sebanding dengan factor hukum Darcy's (*factor in darcy's law*).

$$Q = k \frac{\Delta h}{L} A$$

Q = pengaliran melalui contoh tanah (l/det)

Δh = kehilangan tinggi (cm)

L = panjang contoh tanah (cm)

A = luas potongan contoh tanah (cm²)

K = factor konstanta erbandingan tergantung pada tanah dan cairan yang mengalir (cm/det)

Kerapatan tanah berbutir kasar, dinyatakan dengan perimbangan ruang pori (void ratio) atau porositasnya (lolo air), yaitu perbandingan volume ruang pori terhadap volume butir-butir tanah,yang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$Pp = \frac{Vp}{Vt - Vp}$$

Dimana :

Vp = volume pori

Vt = volume tanah

Tanah yang berbutir kasar, didapatkan ruang pori yang tidak terputus atau kontinyu, yang menyebabkan mudah meloloskan air dalam tanah yang berbutir halus, air didalam pori tidak dapat dengan segera meloloskan air, apabila tanah di atas tidak mendapatkan beban, dimana butir-butir tersebut tertekan sehingga lebih rapat sesamanya, timbulkan tegangan, sehingga air dapat mengalir keluar.

b. AIR YANG DAPAT DITAHAN OLEH TANAH

Berdasarkan sifat-sifat hidrologi lapisan tanah dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) Lolos = rembes air (pervious)
- 2) Semi lolos air = (semi pervious)
- 3) Tidak lolos air = (impervious), atau kedap air.

Suatu lapisan dapat dikatakan lolos air, apabila karena gravitasi air dapat dipindahkan atau tanah tersebut mempunyai sifat mengalirkan air cukup baik. Daya tahan lapisan tersebut terhadap aliran vertical sangat kecil dan dapat diabaikan, sehingga hanya kehilangan energi yang disebabkan oleh aliran horizontal yang diperhitungkan.

Suatu lapisan tanah di sebut semi pervious, apabila sifat-sifat meloloskan air kurang baik. Kecepatan aliran horizontal dalam suatu jarak tertentu dapat di abaikan, tetapi aliran verticalnya tidak dapat di abaikan karena daya tahan hidraulik terhadap aliran tersebut kecil, disebabkan karena lapisan tanah tersebut relative tipis. Aliran air dalam lapisan ini hanya bergerak secara vertical. Suatu lapisan tanah di sebut impervious apabila kemampuan meloloskan air sangat kecil dan hanya sedikit sekali air yang dapat melaluinya baik secara horizontal maupun vertical.

Lapisan tanah yang kedap air jarang dijumpai di permukaan tanah, tetapi banyak di dapat pada lapisan yang lebih dalam, akibat oleh proses pemadatan, sedimentasi dan proses konsolidasi lain yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan lapisan tanah. khusus untuk rumusan matematik suatu masalah aliran air tanah dari sistem “aquifer” dikenal :

- Air tanah yang tidak terkandung atau tidak tertekan (unconfined groundwater).
- Air tanah yang agak terkurung (semi confined groundwater) dan
- Air tanah yang terkurung (confined groundwater).

Air tanah yang terkurung tersebut yang di sebut air yang dapat di tahan oleh tanah.

Air tanah yang dapat dipindahkan dapat juga di sebut air bebas yang dalam istilah teknik disebut groundwater, dimana permukaan groundwater disebut water table. Karena adanya perbedaan pada permukaan hidraulik ini, maka akan terjadi aliran. Permukaan air tanah ini akan naik turun tergantung pada musim kemarau. Permukaan air tanah juga dapat turun apabila di buat sumur-sumur atau sumur pompa. Dalam istilah teknik sipil klasifikasi tanah di bedakan dalam batuan massif (rock), batu glondongan (boulder atau cobble stone), kerikil (gravel), pasir (sand) dan lempung (clay).

Sifat jenis tanah lempung segera mengalami perubahan bangun kalau kemasukan air atau kalau tegangan gesernya bekerja, lempung mempunyai sifat menahan air. Yang harus di perhitungkan dari tinjauan teknik sipil

adalah kekuatan creep (daya menyerap air). Kalau kekuatan creep itu dilampaui, perubahan bangun akan berlangsung walaupun tegangan geser tetap. tetapi kalau tegangan geser meningkat maka akan meningkatkan kecepatan creepnya. Melampaui kecepatan creep, merupakan penyebab bagi Bergeraknya bangunan seperti badan bendungan, bendungan, tembok, pangkal jembatan, tembok penahan tanah (retaining wall) dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

Oehadijono.(1993). *Dasar Dasar Teknik Sungai*. Jakarta: Universitas Hasanuddin.