



UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I FAKULTAS TEKNIK

Kampus D : Jl. Salemba Raya 7/9 A Jakarta 10340, Indonesia
Telp : (021) 3914075-76-81, Fax : (021) 3147910
Website : www.yai.ac.id, E-mail : fti.upi@yai.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor : 066/ST/FT UPI Y.A.I/II/2021

Yang bertandatangan dibawah ini Dekan Fakultas Teknik Universitas Persada Indonesia Y.A.I, dengan ini menugaskan kepada :

Nama Dosen : Dr. Nurlalelah. ST., MT

Jabatan : Dosen MT FT UPI Y.A.I

Membuat Modul Mata Kuliah Hidrologi yang dipergunakan untuk Perkuliahan Semester Genap 2020/2021 untuk Program Studi Teknik Sipil FT UPI Y.A.I

Demikianlah surat Tugas ini kami sampaikan untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 26 Februari 2021
Fakultas Teknik
Universitas Persada Indonesia Y.A.I
Dekan

Dr. Ir. Fitri Suryani. MT

MODUL KULIAH HIDROLOGI



OLEH:

DR. NURLAELAH, ST,MT

PRODI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA YAI

FEBRUARI 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan HidayahNya kepada Penulis untuk menyelesaikan Modul Kuliah Hidrologi ini. Shalawat dan Salam senantiasa disanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Modul kuliah ini dibuat untuk memenuhi proses perkuliahan semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 bagi mahasiswa S1 prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Persada Indonesia YAI. Akhirnya, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penyusunan Modul Kuliah ini. Juga penghargaan dan ucapan terimakasih disampaikan pula kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Fitri Suryani, MT selaku Dekan FT Universitas Persada Indonesia YAI.
2. Ibu Ir. Halimah Tunafiah, MT selaku Kaprodi S1 Prodi Teknik Sipil FT Universitas Persada Indonesia YAI.
3. Ibu Angga selaku Sekretaris Dekan FT Universitas Persada Indonesia YAI.
4. Rekan-rekan dosen FT Universitas Persada Indonesia YAI.
5. Ibuku tercinta yang tidak pernah henti selalu mendoakan yang terbaik untukku.
6. Anak-anakku tercinta, permata hati, yang selalu memberikan cinta kepada Ummi untuk menjalani kehidupan ini.

Penulis menyadari bahwa Modul Kuliah Hidrologi ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan, kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan dalam pembuatan modul-modul selanjutnya.

Jakarta, 15 Februari 2021

Penulis,



Nurlaelah

DAFTAR ISI

Halaman Judul		ii
Kata Pengantar		iii
Daftar Isi		iii
Daftar Gambar		v
BAB I. PENDAHULUAN	A. PENGERTIAN HIDROLOGI	1
	B. CABANG-CABANG HIDROLOGI	1
	C. SEBARAN AIR DI MUKA BUMI	2
	D. SIKLUS HIDROLOGI	2
BAB II. HUJAN	A. PENGERTIAN HUJAN	5
	B. MANFAAT HUJAN BAGI KEHIDUPAN	5
	C. PROSES TERJADINYA HUJAN	6
	D. MACAM-MACAM HUJAN DI INDONESIA	6
	E. ALAT PENGUKUR CURAH HUJAN	7
	F. METODE PERHITUNGAN RERATA CURAH HUJAN	8
BAB III. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)	A. PENGERTIAN DAS	9
	B. MASALAH-MASALAH DAS DI INDONESIA	10
	C. METODE PERHITUNGAN BANYAKNYA HUJAN DI DAS	10
	D. DAERAH-DAERAH DAS	10
	E. MACAM-MACAM DAS	11
	F. BENTUK-BENTUK DAS	11
BAB IV. SUNGAI	A. PENGERTIAN SUNGAI	12
	B. TAHAPAN PERKEMBANGAN SUNGAI	13
	C. JENIS-JENIS SUNGAI	14
	D. PENGUKURAN DEBIT AIR SUNGAI	16
BAB V. AIR TANAH	A. PENGERTIAN AIR TANAH	18
	B. GERAKAN AIR TANAH	20
	C. PEMANFAATAN AIR TANAH	20
	D. KUALITAS AIR TANAH	21
	E. BAKU MUTU AIR	22
BAB VI. KEBUTUHAN AIR IRIGASI	A. PENGERTIAN IRIGASI	24
	B. MAKSUD DAN TUJUAN IRIGASI	24
	C. JENIS-JENIS IRIGASI	25
	D. KLASIFIKASI JARINGAN IRIGASI	26
	E. PETAK IRIGASI	27
	F. BANGUNAN IRIGASI	28

SOAL-SOAL
DAFTAR PUSTAKA

31
34

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1 Siklus Hidrologi
Gambar 2 Alat Pencatat Curah Hujan
Gambar 3 Daerah Aliran Sungai (DAS)
Gambar 4 Macam-macam sungai yang dilihat dari arah aliran dari kemiringan per lapisannya.
Gambar 5 Ekuifer

BAB I PENDAHULUAN

A. PENGERTIAN HIDROLOGI

Hidrologi (berasal dari Bahasa Yunani: *Hydrologia*, "ilmu air") adalah cabang ilmu Geografi yang mempelajari pergerakan, distribusi, dan kualitas air di seluruh Bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber daya air. Orang yang ahli dalam bidang hidrologi disebut hidrolog, bekerja dalam bidang ilmu bumi dan ilmu lingkungan, serta teknik sipil dan teknik lingkungan.

Kajian ilmu hidrologi meliputi hidrometeorologi (air yang berada di udara dan berwujud gas), potamologi (aliran permukaan), limnologi (air permukaan yang relatif tenang seperti danau; waduk) geohidrologi (air tanah), dan kriologi (air yang berwujud padat seperti es dan salju) dan kualitas air.

Penelitian Hidrologi juga memiliki kegunaan lebih lanjut bagi teknik lingkungan, kebijakan lingkungan, serta perencanaan. Hidrologi juga mempelajari perilaku hujan terutama meliputi periode ulang curah hujan karena berkaitan dengan perhitungan banjir serta rencana untuk setiap bangunan teknik sipil antara lain bendung, bendungan dan jembatan.

Menurut Triatmodjo (2008) Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifatsifatnya dan hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup.

Pada perkembangannya, hidrologi banyak dipelajari khususnya dibidang teknik sipil, salah satunya digunakan dalam memperkirakan jumlah air yang tersedia di suatu sumber air, baik itu mata air, sungai, maupun danau guna dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan seperti air baku (air untuk keperluan rumah tangga, perdagangan), irigasi, pembangkit listrik tenaga air, perikanan, peternakan dan lain sebagainya.

B. CABANG-CABANG HIDROLOGI

Cabang-cabang ilmu hidrologi, antara lain:

1. Potamologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari air yang mengalir dipermukaan tanah.

2. Limnologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari tentang air yang menggenang di permukaan tanah.
3. Geohidrologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari air yang terdapat dibawah permukaan tanah.
4. Kriologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari tentang salju dan es
5. Hidrometeorologi, yaitu cabang hidrologi yang mempelajari tentang pengaruh aspek meteorologi terhadap aspek hidrologi.

C. SEBARAN AIR DI MUKA BUMI

Di bumi terdapat air berkisar antara 1,3 – 1,4 milyar km³. Persebarannya meliputi:

1. Air laut (97,5%)
2. Es dan salju (1,75%)
3. Air tawar (0,73%), dan
4. Air meteorit (0,001%)

Air yang terdapat di permukaan bumi dapat berbentuk padat (seperti es, gletser), berbentuk cair (seperti air sungai, air danau, air laut), dan berbentuk ukgas

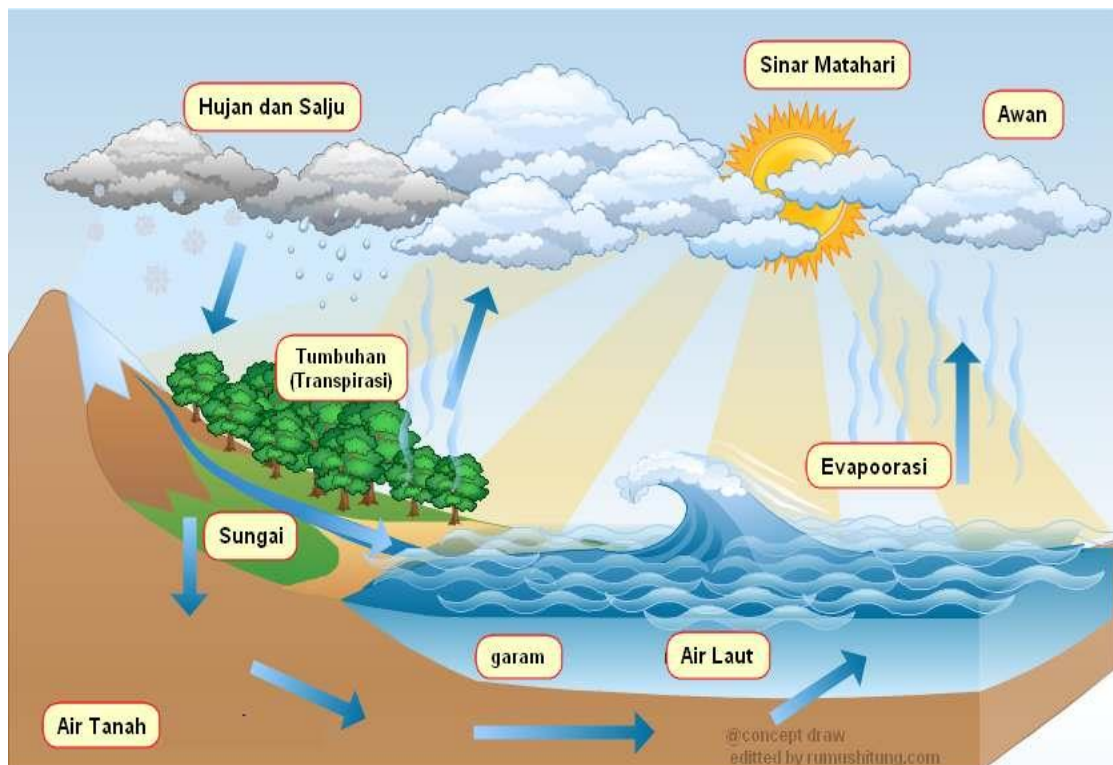
(seperti awan dan uap di udara/atmosfer). Perlu diketahui bahwa jumlah air di bumi ini tetap (tidak bertambah dan tidak berkurang) dan akibat adanya sinar matahari dapat terjadi daur hidrologi/siklus air.

D. SIKLUS HIDROLOGI

Siklus hidrologi adalah proses dimana bergerak air dari bumi menuju atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi, yang berlangsung secara terus menerus. (Triatmojdo, 2008).

Sumber terjadinya siklus hidrologi adalah sinar matahari. Akibat adanya sinar matahari, air yang berada dipermukaan tanah seperti sungai, danau, dan laut mengalami penguapan ke udara, uap air tersebut kemudian bergerak dan naik menuju atmosfer yang kemudian terjadi proses kondensasi yang pada akhirnya merubah uap air tersebut menjadi partikel-partikel air yang berbentuk es, partikel-partikel air tersebut akan menyatu satu sama lain hingga membentuk awan. Kemudian partikel-partikel air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Air hujan yang jatuh

sebagian ada yang tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan sebagian yang lain sampai ke permukaan tanah dan mengalir di permukaan tanah (*surface runoff*) mengisi cekungan-cekungan tanah, danau, dan masuk ke aliran sungai dan pada akhirnya akan mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah dan kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai, dan pada akhirnya aliran air sungai akan sampai ke laut.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi memiliki peranan yang teramat penting bagi kelangsungan hidup organisme di bumi. Melalui siklus inilah, kesediaan air di daratan bumi dapat tetap terjaga, mengingat teraturnya suhu lingkungan, cuaca, hujan, dan keseimbangan ekosistem bumi dapat tercipta karena proses siklus hidrologi ini. Siklus hidrologi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

1. Siklus hidrologi pendek atau kecil, yaitu proses dimana air laut yang menguap terkondensasi dan menjadi awan kemudian terjadi hujan dan jatuh ke laut.
2. Siklus hidrologi sedang, yaitu proses dimana air laut yang menguap terkondensasi dan dibawa oleh angin membentuk awan diatas daratan, kemudian jatuh sebagai

hujan lalu sebagian meresap kedalam tanah dan sebagian yang lain mengalir dipermukaan tanah menuju sungai, dan sungai mengalir ke laut.

3. Siklus hidrologi panjang atau besar, yaitu proses dimana air laut menguap menjadi gas kemudian terjadi proses sublimasi membentuk kristal-kristal es yang terbawa angin kedaratan atau pegunungan yang tinggi dan jatuh menjadi hujan es atau salju, lalu terbentuk glasier masuk kesungan dan menuju ke laut.

BAB II. HUJAN

A. PENGERTIAN HUJAN

Alam (2011) menyatakan bahwa, Hujan adalah peristiwa turunnya butir-butir air dari langit ke permukaan bumi akibat terjadinya kondensasi. Hujan diukur sebagai tinggi air yang jatuh dipermukaan bumi yang datar dalam periode waktu tertentu.

Wikipedia, 2014 menyatakan bahwa Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu di atas titik leleh es di dekat dan di atas permukaan Bumi. Di Bumi, hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan.

Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara. Virga adalah presipitasi yang jatuh ke Bumi namun menguap sebelum mencapai daratan; inilah satu cara penjuhan udara. Presipitasi terbentuk melalui tabrakan antara butir air atau kristal es dengan awan. Butir hujan memiliki ukuran yang beragam mulai dari pepat, mirip panekuk (butir besar), hingga bola kecil (butir kecil).

B. MANFAAT HUJAN BAGI KEHIDUPAN

Meskipun air hujan, bisa menyebabkan flu, batuk, dan meriang. Air hujan memiliki suhu dibawah rata-rata dari air tawar lainnya itu membuat badan menggigil kedinginan. Air hujan pun juga memiliki manfaat, Manfaat Air hujan bagi manusia adalah Menghilangkan bau amis Kalau kita habis makan ikan atau daging,seringkali tangan kita masih bau walaupun sudah dicuci dengan sabun. Cobalah cuci tangan yang bau ikan dengan air hujan.

Manfaat air hujan bagi tubuh adalah air hujan mampu menghilangkan toksin/racun pada tubuh, caranya dengan melarutkan garam dengan air hujan segar, kemudian rendam telapak kaki kita selama \pm 15 menit. Lakukan secara rutin. Air hujan harus langsung ditampung tanpa melewati genteng melalui talang. Kemudian selain bermanfaat bagi manusia Air Hujan juga bermanfaat bagi tumbuhan. Manfaat Air hujan bagi tanaman lebih baik daripada kita menyiramnya dengan air tanah biasa. Dengan adanya hujan kebutuhan air pada tanaman pun akan terpenuhi.

C. PROSES TERJADINYA HUJAN

Alam (2011) menyatakan bahwa, Proses terjadinya hujan adalah mula – mula sinar matahari menyinari bumi, energi sinar matahari ini mengakibatkan terjadinya evaporasi atau penguapan di lautan, samudra, sungai, danau, dan sumber – sumber air lainnya. Uap – uap air yang naik ini pada ketinggian tertentu akan mengalami kondensasi. Peristiwa kondensasi ini diakibatkan oleh suhu sekitar uap air lebih rendah daripada titik embun uap air. Uap – uap air ini kemudian akan membentuk awan.

Kemudian, angin (yang terjadi karena perbedaan tekanan udara) akan membawa butir – butir air ini. Butir – butir air ini menggabungkan diri (proses ini dinamakan koalesensi) dan semakin membesar akibat turbulensi udara, butir – butir air ini akan tertarik oleh gaya gravitasi bumi sehingga akan jatuh ke permukaan bumi. Saat jatuh ke permukaan bumi, butir – butir air akan melewati lapisan yang lebih hangat di di bawahnya sehingga butir – butir air sebagian kecil menguap lagi ke atas dan sebagian lainnya jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Inilah yang dinamakan hujan.

D. MACAM-MACAM HUJAN DI INDONESIA

Godam (2006) menyatakan bahwa, Di area daerah Republik Indonesia dapat kita jumpai tiga macam hujan / ujan yang turun, yaitu antara lain:

1. Hujan frontal

Hujan frontal adalah hujan yang disebabkan oleh bertemunya angin musim panas yang membawa uap air yang lembab dengan udara dingin bersuhu rendah sehingga menyebabkan pengembunan di udara yang pada akhirnya menurunkan hujan

2. Hujan Orografis

Hujan orografis adalah hujan yang diakibatkan oleh adanya uap air yang terbawa atau tertiuap angin hingga naik ke atas pegunungan dan membentuk awan. Ketika awan telah mencapai titik jenuh maka akan turun hujan.

3. Hujan Zenit

Hujan zenit adalah hujan yang penyebabnya adalah suhu yang panas pada garis khatulistiwa sehingga memicu penguapan air ke atas langit bertemu dengan udara yang dingin menjadi hujan. Hujan zenit terjadi di sekitar daerah garis khatulistiwa saja.

E. ALAT PENGUKUR CURAH HUJAN

Hidayat dan Cahyadi (2013) menyatakan bahwa, Secara umum alat pengukur curah hujan dinamakan penakar hujan. Penakar curah hujan dibagi menjadi 2 golongan besar, yaitu Tipe Manual dan Tipe Otomatis. Contoh alat pengukur curah hujan tipe manual antara lain adalah tipe observatorium (ombrometer), sedangkan alat ukur tipe otomatis seperti Tipe Hellman, Tipe Tilting Siphon dan Tipe Bendix.



Gambar 2. Alat Pencatat Curah Hujan

Alat pencatat curah hujan dapat memberikan informasi selain jumlah juga lama dan intensitas hujan. Sebagian besar alat pencatat curah hujan ini mempunyai tipe atau prinsip, yaitu:

1. Pelampung atau Siphon, contohnya pada penakar hujan tipe Hellmann
2. Bejana berjungkat atau tipe tipping bucket
3. Timbangan, contohnya pada penakar hujan tipe Bendix

Tipe pelampung dan tipe bejana mengukur curah hujan secara terbatas, sementara setiap jenis hujan dapat diukur dengan alat yang menggunakan prinsip timbangan. Total hujan dapat dibaca dari grafik. Dengan mengukur kemiringan grafik, intensitas hujan dapat ditentukan dalam 10 menit atau lebih lama lagi. Grafik dapat digantisetiap hari dan untuk

daerah yang sulit dijangkau kecepatan putarannya dapat diperlambat sehingga dapat dioperasikan untuk mingguan atau bulanan atau lebih lama lagi.

F. METODE PERHITUNGAN RERATA CURAH HUJAN

1. Metode rata-rata aritmatik (aljabar) Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila:
 - Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS.
 - Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS. (Triatmodjo, 2008).
2. Metode Thiessen Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. Metode poligon Thiessen banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. Poligon Thiessen adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru. (Triatmodjo, 2008).
3. Metode Isohyet Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya. (Triatmodjo, 2008).

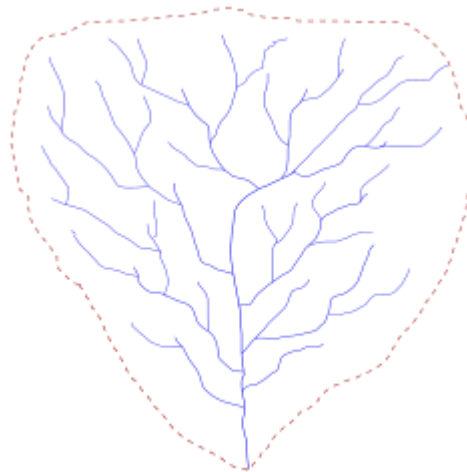
BAB III. DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

A. PENGERTIAN DAS

Daerah Aliran Sungai (disingkat **DAS**, bahasa Inggris: *drainage basin*) ialah suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air yang berasal dari air hujan yang jatuh, terkumpul dalam kawasan tersebut. Guna dari DAS adalah menerima, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya melalui sungai.

Air Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah air yang mengalir pada suatu kawasan yang dibatasi oleh titik-titik tinggi di mana air tersebut berasal dari air hujan yang jatuh dan terkumpul dalam sistem tersebut.

Air pada DAS merupakan aliran air yang mengalami siklus hidrologi secara alamiah. Selama berlangsungnya daur hidrologi, yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti tersebut, air tersebut akan tertahan (sementara) di sungai, danau/waduk, dan dalam tanah sehingga akan dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup.



Gambar 3. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Air hujan yang dapat mencapai permukaan tanah, sebagian akan masuk (terserap) ke dalam tanah (infiltrasi), sedangkan air yang tidak terserap ke dalam tanah akan tertampung sementara dalam cekungan-cekungan permukaan tanah (*surface detention*) untuk kemudian mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah (*runoff*), untuk selanjutnya

masuk ke sungai. Air infiltrasi akan tertahan di dalam tanah oleh gaya kapiler yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Apabila tingkat kelembaban air tanah telah cukup jenuh maka air hujan yang baru masuk ke dalam tanah akan bergerak secara lateral (horizontal) untuk selanjutnya pada tempat tertentu akan keluar lagi ke permukaan tanah (*subsurface flow*) yang kemudian akan mengalir ke sungai.

Batas wilayah DAS diukur dengan cara menghubungkan titik-titik tertinggi di antara wilayah aliran sungai yang satu dengan yang lain.

B. MASALAH-MASALAH DAS DI INDONESIA

1. Banjir
2. Produktivitas tanah menurun
3. Pengendapan lumpur pada waduk
4. Saluran irigasi
5. Proyek tenaga air
6. Penggunaan tanah yang tidak tepat (perladangan berpindah, pertanian lahan kering dan konservasi yang tidak tepat)

C. METODE PERHITUNGAN BANYAKNYA HUJAN DI DAS

1. Metode Isohyet, yaitu garis dalam peta yang menghubungkan tempat-tempat yang memiliki jumlah curah hujan yang sama selama periode tertentu. Digunakan apabila luas tanah lebih dari 5000 km²
2. Metode Thiessen, digunakan bila bentuk DAS memanjang dan sempit (luas 1000–5000 km²)

D. DAERAH-DAERAH DAS

2. Hulu sungai, berbukit-bukit dan lerengnya curam sehingga banyak jeram.
3. Tengah sungai, relatif landai, terdapat meander. Banyak aktivitas penduduk.
4. Hilir sungai, landai dan subur. Banyak areal pertanian.

E. MACAM-MACAM DAS

DAS dibedakan menjadi dua, yakni:

1. DAS gemuk: DAS jenis ini memiliki daya tampung yang besar, adapun [sungai](#) yang memiliki DAS seperti ini cenderung mengalami luapan air yang besar apabila terjadinya [hujan](#) di daerah hulu.
2. DAS kurus: DAS jenis ini bentuknya sempit, sehingga daya tampungnya pun kecil. Manakala hujan turun di daerah hulu, tidak terjadi luapan air yang tidak terlalu hebat.

F. BENTUK-BENTUK DAS

Bentuk DAS ada tiga jenis, yaitu:

1. Bentuk Bulu Ayam: DAS bentuk bulu ayam memiliki debit banjir sekuensial dan berurutan. Memerlukan waktu yang lebih pendek untuk mencapai mainstream. Memiliki topografi yang lebih curam daripada bentuk lainnya.
2. Bentuk Kipas: DAS berbentuk kipas memiliki debit banjir yang terakumulasi dari berbagai arah sungai dan memiliki waktu yang lebih lama daripada bentuk bulu ayam untuk mencapai mainstream. Memiliki topografi yang relatif landai daripada bulu ayam.
3. Bentuk parallel / Kombinasi: DAS bentuk kombinasi memiliki debit banjir yang terakumulasi dari berbagai arah sungai di bagian hilir. Sedangkan di bagian hulu sekuensial dan berurutan.

BAB IV. SUNGAI

A. PENGERTIAN SUNGAI

Sungai adalah suatu saluran drainase yang terbentuk secara alamiah. Akan tetapi disamping fungsinya sebagai saluran drainase dan dengan adanya air yang mengalir di dalamnya, sungai menggerus tanah dasarnya secara terus-menerus sepanjang masa existensinya dan terbentuklah lembah-lembah sungai. Volume sedimen yang sangat besar yang dihasilkan dari keruntuhan tebing-tebing sungai di daerah pegunungan dan tertimbun di dasar sungai tersebut, terangkut ke hilir oleh aliran sungai. Hal ini diakibatkan karena pada daerah pegunungan kemiringan sungainya curam dan gaya tarik aliran airnya cukup besar, setelah itu gaya tariknya menjadi sangat menurun ketika mencapai dataran. Dengan demikian beban yang terdapat dalam arus sungai berangsur-angsur diendapkan (Sosrodarsono,1984:4) dalam Elshinta, (2017).

Menurut Triatmodjo, (2008:103) sungai adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik di sepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Variabel aliran sangat tidak teratur terhadap ruang dan waktu. Variabel tersebut adalah tampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran dan sebagainya. Menurut Wardani, (2018) proses terjadinya sungai adalah air yang berada di permukaan daratan, baik air hujan, mata air, maupun cairan gletser, akan mengalir melalui sebuah saluran menuju tempat yang lebih rendah. Namun, secara proses alamiah aliran ini mengikis daerah-daerah yang dilaluinya. Akibatnya, saluran ini semakin lama semakin lebar dan panjang, dan terbentuklah sungai. Perkembangan suatu lembah sungai menunjukkan umur dari sungai tersebut. Umur disini merupakan umur relatif berdasarkan ketampakan bentuk lembah tersebut yang terjadi dalam beberapa tingkat (stadium)

B. TAHAPAN PERKEMBANGAN SUNGAI

Menurut Yulianto (2013) dalam Pradipta, (2018), tahapan perkembangan suatu sungai dapat dibagi menjadi 5 (lima) stadia, yaitu stadia sungai awal, stadia muda, stadia dewasa, stadia tua, dan stadia remaja kembali rejuvenation.

Adapun ciri-ciri dari tahapan sungai adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Awal Initial Stage: Tahap awal suatu sungai sering dicirikan oleh sungai yang belum memiliki orde dan belum teratur seperti lazimnya suatu sungai. Air terjun, danau, arus yang cepat dan gradien sungai yang bervariasi merupakan ciri-ciri sungai pada tahap awal. Bentang alam aslinya, seringkali memperlihatkan ketidakakuran, beberapa diantaranya berbeda tingkatannya, arus alirannya berasal dari air runoff ke arah suatu area yang membentuk suatu depresi (cekungan) atau belum membentuk lembah. Sungai pada tahap awal umumnya berkembang di daerah dataran pantai coastal plain yang mengalami pengangkatan atau di atas permukaan lava yang masih baru/muda dan gunung api, atau di atas permukaan dimana sungai mengalami peremajaan
2. Tahapan Muda: Sungai yang termasuk dalam tahapan muda adalah sungai yang aktifitas aliran sungainya mengerosi ke arah vertikal. Aliran sungai yang menempati seluruh lantai dasar suatu lembah. Umumnya profil lembahnya membentuk huruf V, air terjun dan arus yang cepat mendominasi.
3. Tahapan Dewasa: Tahapan awal dari sungai dewasa dicirikan oleh mulai adanya pembentukan dataran banjir secara setempat-setempat dan semakin lama semakin lebar dan akhirnya terisi oleh aliran sungai yang berbentuk meander, sedangkan pada sungai yang sudah masuk dalam tahapan dewasa, arus sungai sudah membentuk aliran yang berbentuk meander, penyisiran ke arah depan dan belakang memotong suatu dataran banjir flood plain yang cukup luas sehingga secara keseluruhan ditempati oleh jalur-jalur meander. Pada tahapan ini aliran arus sungai sudah memperlihatkan keseimbangan antara laju erosi vertikal dan erosi lateral.
4. Tahapan Tua: Pada tahapan ini dataran banjir diisi sepenuhnya oleh meander dan lebar dari dataran banjir akan beberapa kali lipat dari luas meander belt. Pada umumnya dicirikan oleh danau tapal kuda oxbow lake dan rawa swampy area.
5. Peremajaan Sungai: Setiap saat dari perkembangan suatu sungai dari satu tahap ke tahap lainnya, perubahan mungkin terjadi dimana kembalinya dominasi erosi vertikal

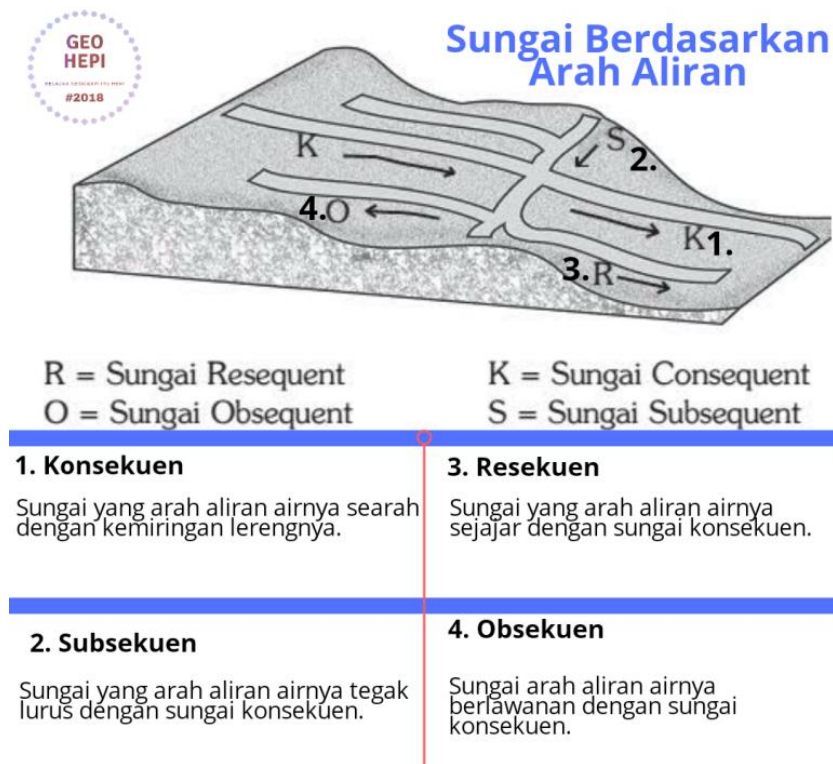
sehingga sungai dapat diklasifikasi menjadi sungai dalam tahapan muda. Sungai dewasa dapat mengalami pengikisan kembali ke arah vertikal untuk kedua kalinya karena adanya pengangkatan dan proses terjadinya erosi ke arah vertikal pada sungai berstadia dewasa akibat pengangkatan dan stadia sungai kembali menjadi stadia muda.

c. JENIS-JENIS SUNGAI

Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 35 Tahun 1991 Tentang Sungai. Ada bermacam-macam jenis sungai yang ada di Indonesia sungai tersebut dapat dibedakan berdasarkan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan sumber air sungai dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:
 - a. Sungai yang bersumber dari air hujan atau dari mata air. Sungai jenis ini terdapat di Indonesia. Dikarenakan Indonesia yang beriklim tropis dengan curah hujan tinggi dan banyak sumber mata air.
 - b. Sungai gletser sungai yang sumber airnya bersumber dari lelehan gletser yang mencair dari pegunungan. Sungai jenis ini terdapat di pegunungan.
 - c. Sungai campuran sungai yang sumber airnya dari lelehan gletser, air hujan dan dari sumber mata air yang mengalir dan menjadi satu. Contoh sungai campuran yang ada di Indonesia adalah sungai Digul dan sungai Mamberamo yang berada di Irian Jaya.
2. Alur Sungai dikategorikan menjadi tiga, sebagai berikut:
 - a. Bagian hulu sungai memiliki ciri arus deras, erosi yang besar pada bagian bawah sungai. Dengan demikian hasil erosi tidak hanya sedimen pasir, krikil, atau batu dapat terbawa ke arah hilir.
 - b. Bagian tengah yang merupakan bagian perpindahan dari hulu sungai ke bagian hilir dan memiliki kemiringan dasar sungai yang relatif lebih landai sehingga kekuatan erosinya tidak terlalu besar dan arah erosinya mengarah ke bagian dasar dan samping serta terjadinya pengendapan.
 - c. Bagian hilir yang memiliki bagian kemiringan dasar sungai yang landai sehingga kecepatan alirannya lambat, sehingga arusnya tenang, daya erosi akibat aliran kecil dengan arah ke samping dan akan banyak endapan.

3. Berdasarkan arah aliran sungai dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:



Gambar 4. Macam-macam sungai yang dilihat dari arah aliran dari kemiringan perlapisannya. (Sumber: Pradipta, 2018)

- Sungai konsekuen adalah sungai yang arah alirannya mengikuti arah kemiringan lereng.
- Sungai subsekuen adalah sungai yang arah alirannya tegak lurus dengan sungai konsekuen.
- Sungai obsekuen adalah sungai yang arah alirannya berlawanan dengan sungai konsekuen atau dengan arah berlawanan dari lereng dengan muara sungai berada di sungai subsekuen.
- Sungai resekuen adalah sungai yang arah alirannya sama sejajar dengan arah aliran dari sungai konsekuen.

D. PENGUKURAN DEBIT AIR SUNGAI

Untuk mengetahui besarnya debit air, kita perlu menggunakan rumus:

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume Aliran Air}}{\text{Waktu Aliran}}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui satuan dari debit air yaitu m³/detik, m³/jam, liter/jam, liter/detik dan lain sebagainya, tergantung dari satuan yang digunakan.

Beberapa hal yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengukuran debit aliran adalah kondisi tempat dan jaringan stasiun pengukuran. Kondisi tempat mempertimbangkan dua hal yaitu ketelitian pengukuran dan kestabilan penampang sungai.

Beberapa persyaratan yang ditentukan untuk melakukan pengukuran debit aliran adalah:

1. Dapat dipakai untuk mengukur aliran rendah sampai tinggi;
2. Pada bagian yang relatif lurus;
3. Penampang sungai reguler;
4. Penampang sungai stabil (tidak terjadi scouring atau sedimentasi);
5. Tidak ada pengaruh aliran balik (back water atau jauh dari cabang sungai atau muara);
6. Tidak ada tumbuhan air; dan
7. Perubahan tinggi muka air nyata.

Sedangkan pertimbangan jaringan stasiun aliran memperhatikan hal berupa tujuan penelitian, kerekayasaan, tipe stasiun (utama, sekunder, khusus), dan kepadatan stasiun aliran. Debit aliran sungai dapat diukur dengan berbagai cara tergantung dari kondisi aliran air, alur sungai dan ketersediaan alat

Adapun pengukuran debit air dapat menggunakan metode-metode:

1. Metode Volumetrik

Metode volumetrik adalah cara mengukur debit secara langsung dengan manampung aliran air dalam gelas ukur atau ember yang diketahui volumenya. Hal yang dilakukan dalam perhitungan debit aliran dengan metode ini adalah mengukur lama pengisian tampungan dalam waktu tertentu. Debit (Q) = volume air per waktu. Cara ini tidak dapat digunakan untuk aliran besar dan cocok untuk mengukur debit mataair atau rembesan.

2. *Slope Area Method*

Debit aliran dapat pula dihitung atas dasar pengukuran kecepatan aliran dengan rumus hidraulik yaitu rumus Manning atau rumus Chezy serta pengukuran penampang basah. Kemiringan muka air, kekasaran dasar, luas penampang dan “wetted perimeter” perlu diukur di lapangan. Perkiraan debit aliran saat banjir yang tidak terukur dapat dilakukan dengan memperhatikan bekas muka air yang ditinggalkan oleh kejadian banjir. Rumus Manning diterapkan juga untuk menghitung kapasitas alur sungai atau saluran irigasi atau saluran drainase kota.

3. *Velocity Area Method*

Debit aliran dapat pula dihitung atas dasar pengukuran kecepatan aliran dan luas penampang basah. Kecepatan aliran dapat diukur dengan current meter atau menggunakan metode apung (pelampung).

4. *Dilution Method*

Debit aliran dihitung dengan menggunakan larutan yang mudah dideteksi dengan alat, misalnya dengan EC meter (biasanya digunakan larutan garam). Secara teknis, metode ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu: “continuous injection/ constant” dan “sudden injection”. Metode ini baik digunakan untuk kondisi aliran turbulen, sungai dengan aliran kecil di pegunungan, atau jika penampang sungai tidak teratur

BAB V. AIR TANAH

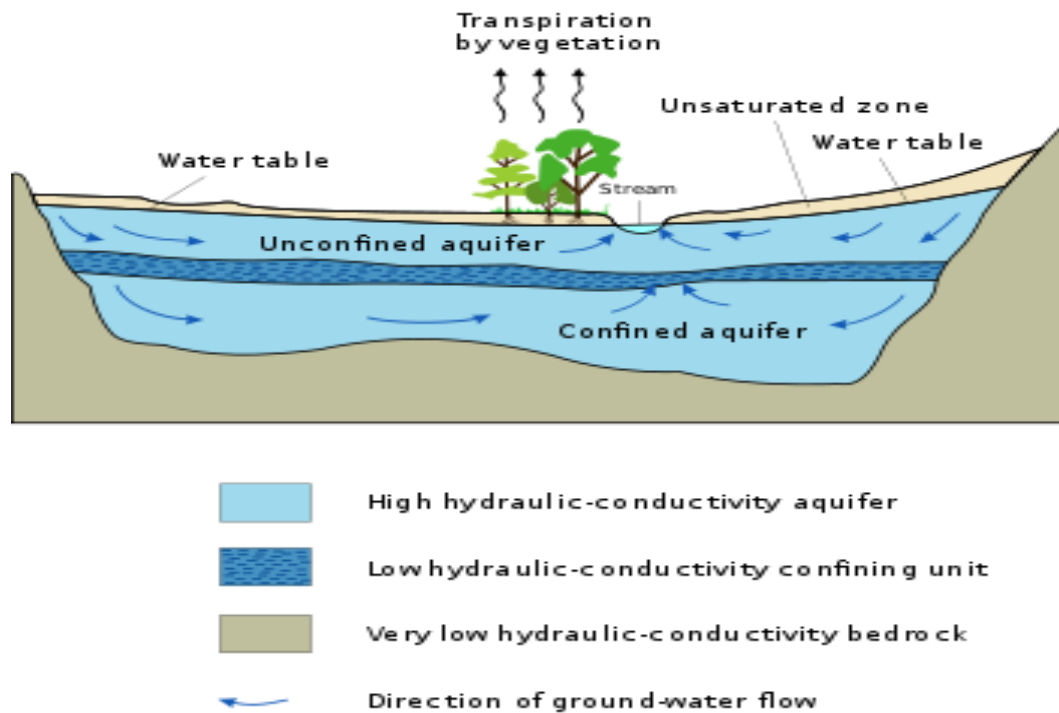
A. PENGERTIAN AIR TANAH

Air tanah merupakan bagian dari siklus hidrologi yang berlangsung di alam, serta terdapat dalam batuan yang berada di bawah permukaan tanah meliputi keterdapatan, penyebaran dan pergerakan air tanah dengan penekanan pada hubungannya terhadap kondisi geologi suatu daerah (Danaryanto, dkk. 2005)

Berdasarkan atas sikap batuan terhadap air, dikenal adanya beberapa karakteristik batuan sebagai berikut:

1. Akuifer (lapisan pembawa air) adalah lapisan batuan jenuh air di bawah permukaan tanah yang dapat menyimpan dan meneruskan air dalam jumlah yang cukup dan ekonomis misalnya pasir.
2. Akuiklud (lapisan batuan kedap air) adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya dalam jumlah berarti misalnya lempung
3. Akuitard (lapisan batuan lambat air) adalah suatu lapisan batuan yang sedikit lulus air dan tidak mampu melepaskan air dalam arah mendatar, tetapi mampu melepaskan air cukup berarti ke arah vertikal, misalnya lempung pasir.
4. Akuiflug (lapisan kedap air) adalah suatu lapisan batuan kedap air yang tidak mampu mengandung dan meneruskan air, misalnya granit.

Menurut Undang-undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, cekungan air tanah adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh batas hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung. Kedudukan tentang tipe akuifer disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ekuifer

Tipe akuifer digolongkan menjadi tiga (Kodoatie, 2012), yaitu :

1. Akuifer bebas (unconfined aquifer), merupakan akuifer jenuh air dimana lapisan pembatasnya hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas di lapisan atasnya (batas di lapisan atas berupa muka air tanah).
2. Akuifer tertekan (confined aquifer), adalah akuifer yang batas lapisan atas dan lapisan bawah adalah formasi tidak tembus air, muka air akan muncul diatas formasi tertekan bawah. Akuifer ini terisi penuh oleh air tanah sehingga pengeboran yang menembus akuifer ini akan menyebabkan naiknya muka air tanah di dalam sumur bor yang melebihi kedudukan semula.
3. Akuifer semi tertekan (leaky aquifer), merupakan akuifer jenuh air yang dibatasi oleh lapisan atas berupa akuitard dan lapisan bawahnya merupakan akuiklud. Akuifer semi-tertekan atau akuifer bocor adalah akuifer jenuh yang sempurna, pada bagian atas dibatasi oleh lapisan semi-lulus air dan bagian bawah merupakan lapisan lulus air ataupun semi-lulus air.

B. GERAKAN AIR TANAH

Perbedaan potensi kelembaban total dan kemiringan antara dua lokasi dalam lapisan tanah dapat menyebabkan gerakan air dalam tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan potensi kelembaban yang lebih rendah. Keseimbangan hidrologi dapat terjadi apabila tenaga penggerak air sebanding dengan jumlah tenaga gravitasi potensial dan tenaga hisap potensial, sehingga semakin tinggi kedudukan permukaan air tanah maka tenaga hisap potensial menjadi semakin kecil (Asdak, 2010).

Hal ini berarti bahwa semakin besar tenaga hisap/ pemompaan, air tanah menjadi semakin kering. Ketika permukaan air tanah menurun sebagai akibat kegiatan pengambilan air tanah maka akan terbentuk cekungan permukaan air tanah. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (2003), berkurangnya volume air tanah akan kelihatan melalui perubahan struktur fisik air tanah dalam bentuk penurunan permukaan air tanah atau penurunan tekanan air tanah secara terus menerus. Selanjutnya menurunkan fasilitas pemompaan dan jika penurunan itu melampaui suatu limit tertentu maka fungsi pemompaan akan hilang sehingga sumber air tanah itu akan menjadi kering.

C. PEMANFAATAN AIR TANAH

Pemanfaatan air tanah melalui sumur-sumur akan mengakibatkan lengkung penurunan muka air tanah (depression cone). Makin besar laju pengambilan air tanah, makin curam lengkung permukaan air tanah yang terjadi di sekitar sumur sampai tercapai keseimbangan baru jika terjadi pengisian dari daerah resapan. Keseimbangan air tanah yang baru ini dapat terjadi hanya jika laju pengambilan air tanah lebih kecil dari pengisian oleh air hujan pada daerah resapan. Laju pengambilan air tanah dari sejumlah sumur apabila jauh lebih besar dari pengisiannya maka lengkung-lengkung penurunan muka air tanah antara sumur satu dengan lainnya akan menyebabkan terjadinya penurunan muka air tanah secara permanen (Ashriyati, 2011).

Pada daerah pantai terjadinya penurunan air tanah dapat mengakibatkan terjadinya intrusi air asin Arsyad (1989), menyebutkan bahwa pengambilan air tanah harus melaksanakan prinsip efisiensi dalam pemanfaatan/ penggunaannya. Agar ketersediaan air tanah dapat berkelanjutan, upaya yang perlu dilakukan adalah memanfaatkan dan melestarikan air permukaan dan air tanah secara terpadu.

Menurut Sujatmiko (2009), penggunaan air permukaan dan air tanah sebagai satu sistem penyediaan air diharapkan memberi manfaat optimal baik teknis maupun ekonomis dengan mengacu pada prinsip pemanfaatan air permukaan dan air tanah sebagai bagian tak terpisahkan dalam pengelolaan sumber daya air. Selanjutnya menurut Kepmen ESDM Nomor: 1451.K/ 10/ MEM/ 2000, disebutkan bahwa prinsip efisiensi air dilaksanakan dengan memanfaatkan air permukaan dan air tanah secara terpadu. Pemenuhan kebutuhan air untuk berbagai keperluan diutamakan dari sumber air permukaan sedangkan air tanah digunakan sebagai tambahan pasokan air serta prioritas peruntukan air tanah adalah untuk memenuhi kebutuhan air minum dan rumah tangga.

D.KUALITAS AIR TANAH

Berdasarkan uraian di atas dapat diketahui bahwa pemanfaatan air tanah maupun air permukaan menjadi sesuatu yang sangat penting. Berkaitan dengan hal tersebut maka agar air dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan, salah satu langkah yang dilakukan adalah dengan pemantauan dan interpretasi data kualitas air. Pemantauan kualitas air mencakup kualitas fisika, kimia dan biologi. Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter, seperti parameter fisika yaitu suhu, kekeruhan, padatan terlarut, dan sebagainya, parameter kimia yaitu pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan sebagainya dan parameter biologi yaitu keberadaan plankton dan bakteri (Effendi, 2003).

Apabila hasil pemantauan kualitas air tidak sesuai dengan hakekat seperti di atas maka air dapat dikatakan tercemar. Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi sesuai dengan peruntukaannya. Pencemaran air diakibatkan oleh masuknya bahan pencemar berupa gas, bahan terlarut, maupun partikulat yang menyebabkan air menjadi tidak lagi sesuai dengan kondisi alamiahnya. Bahan pencemar yang memasuki badan perairan bisa masuk dengan berbagai cara antara lain melalui tanah, atmosfer, limbah domestik, limbah industri dan lain sebagainya (Effendi, 2003).

Pencemaran bisa terjadi pada air permukaan (surface water) dan air tanah (groundwater). Kebanyakan pencemaran air tanah disebabkan oleh bahan pencemar yang bersifat cairan misalnya limbah industri. Ketepatan pengecekan kualitas air untuk menentukan tercemar

atau tidaknya bisa dilakukan dengan pemeriksaan secara laboratorium. Untuk mengetahui apakah suatu air terpolusi atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan polusi air. Sifat-sifat air yang umum diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat polusi air misalnya : nilai pH, keasaman dan alkalinitas, suhu, warna, bau dan rasa, jumlah padatan, nilai BOD/COD, pencemaran mikroorganisme patogen, kandungan minyak, dan kandungan logam berat (Purwanto, 2003)

E. BAKU MUTU AIR

Baku mutu air adalah batas atau kadar makhluk hidup, zat energi atau komponen lain yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang adanya dalam air pada sumber air tertentu sesuai dengan peruntukannya.

Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air, air dikelompokkan menjadi 4 kelas yaitu :

1. Kelas I, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berkenaan dengan baku mutu air tersebut dapat dikelompokkan factor-faktor yang mempengaruhi kualitas air tanah menjadi dua yaitu:

1. Faktor alami, meliputi geologi, tanah, vegetasi, dan iklim dan
2. Faktor buatan, meliputi limbah domestik, pupuk, limbah pertanian, insektisida dan pestisida, dan limbah industri (Setyawan, 2007).

Sifat-sifat fisika, kimia dan bakteri sangat menentukan penggunaan air untuk penyediaan air minum, irigasi, industri dan lain-lainnya. Kualitas air di suatu wilayah tidak selalu tetap, melainkan dapat berubah oleh adanya pencemaran. Kualitas yang tadinya

memenuhi syarat–syarat untuk dipakai suatu kebutuhan, seperti air minum pada suatu saat kualitasnya tidak memenuhi syarat lagi. Oleh sebab itu kualitas–kualitasnya perlu dilindungi dari pencemaran (Hendrayana, 2002).

BAB VI. KEBUTUHAN AIR IRIGASI

A. PENGERTIAN IRIGASI

Irigasi adalah sejumlah air yang pada umumnya diambil dari sungai atau bendung yang dialirkan melalui system jaringan irigasi untuk menjaga keseimbangan jumlah air didalam tanah. (Suharjono, 1994).

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 23/1982 Ps. 1, pengertian irigasi, bangunan irigasi, dan petak irigasi telah dibakukan yaitu sebagai berikut :

1. Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian.
2. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian pemberian dan penggunaannya.
3. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.
4. Petak irigasi adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi.

Dari butir-butir pengertian tentang irigasi dan jaringan irigasi tersebut di atas kemudian dapat disusun rumusan pengertian irigasi sebagai berikut: Irigasi merupakan bentuk kegiatan penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian dan penggunaan air untuk pertanian dengan menggunakan satu kesatuan salsaluran dan bangunan berupa jaringan irigasi.

B. MAKSUD DAN TUJUAN IRIGASI

Maksud irigasi adalah suatu sistem pemberian air ketanah-tanah pertanian guna mencukupi kebutuhan tanaman agar tanaman tersebut tumbuh dengan baik.

Adapun tujuan dari irigasi antara lain :

1. Membasahi tanaman Membasahi tanah dengan menggunakan air irigasi bertujuan memenuhi kekurangan air didaerah pertanian pada saat air hujan kurang atau tidak ada. Hal ini penting sekali karena kekurangan air yang di perlukan untuk tumbuh dapat mempengaruhi hasil panen tanaman tersebut.

2. Merabuk adalah pemberian air yang tujuannya selain membasahi juga member zat-zat yang berguna bagi tanaman itu sendiri
3. Mengatur suhu Tanaman dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah, sesuai dengan jenis tanamannya.
4. Membersihkan tanah / memberantas hama Maksud irigasi juga bertujuan untuk membasmi hama-hama yang berada dan bersarang dalam tanah dan membahayakan bagi tanaman sehingga pada musim kemarau sebaiknya sawah diberikan air agar sifat garamnya hilang.
5. Kolmatase Kolmatase adalah pengairan dengan maksud memperbaiki / meninggikan permukaan tanah.
6. Menambah persediaan air tanah Tujuan bermaksud menambah persediaan air tanah untuk keperluan sehari-hari. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air disuatu tempat, sehingga memberikan kesempatan pada air tersebut untuk meresap kedalam tanah yang pada akhirnya dimanfaatkan oleh yang memerlukan. (sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

C. JENIS-JENIS IRIGASI

Pemilihan sistem irigasi untuk suatu daerah tergantung dari keadaan topografi, biaya, dan teknologi yang tersedia. Berikut ini terdapat empat jenis sistem irigasi:

1. Irigasi gravitasi Sistem irigasi ini memanfaatkan gaya gravitasi bumi untuk pengaliran airnya. Dengan prinsip air mengalir dari tempat yang tinggi menuju tempat yang rendah karena ada gravitasi. Jenis irigasi yang menggunakan sistem irigasi seperti ini adalah: irigasi genangan liar, irigasi genangan dari saluran, irigasi alur dan gelombang.
2. Irigasi siraman Pada sistem irigasi ini air dialirkan melalui jaringan pipa dan disemprotkan ke permukaan tanah dengan kekuatan mesin pompa air. Sistem ini biasanya digunakan apabila topografi daerah irigasi tidak memungkinkan untuk penggunaan irigasi gravitasi. Ada dua macam sistem irigasi saluran, yaitu: pipa tetap dan pipa bergerak.
3. Irigasi bawah permukaan Pada sistem ini air dialirkan dibawah permukaan melalui saluran-saluran yang ada di sisi-sisi petak sawah. Adanya air ini mengakibatkan muka air tanah pada petak sawah naik. Kemudian air tanah akan mencapai daerah penakaran secara kapiler sehingga kebutuhan air akan dapat terpenuhi.

4. Irigasi tetesan Air dialirkan melalui jaringan pipa dan diteteskan tepat di daerah penakaran tanaman dengan menggunakan mesin pompa sebagai tenaga penggerak. Perbedaan jenis sistem irigasi ini dengan sistem irigasi siraman adalah pipa tersier jalurnya melalui pohon, tekanan yang dibutuhkan kecil (1 atm). (Sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

D. KLASIFIKASI JARINGAN IRIGASI

Berdasarkan cara pengaturan pengukuran aliran air dan lengkapnya fasilitas, jaringan irigasi dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan yakni:

1. Jaringan irigasi sederhana.

Di dalam irigasi sederhana, pembagian air tidak diukur atau diatur, air lebih akan mengalir ke saluran pembuang. Para petani pemakai air itu tergabung dalam satu kelompok jaringan irigasi yang sama, sehingga tidak memerlukan keterlibatan pemerintah di dalam organisasi jaringan irigasi semacam ini. Persediaan air biasanya berlimpah dengan kemiringan berkisar antara sedang sampai curam. Oleh karena itu hampir-hampir tidak diperlukan teknik yang sulit untuk sistem pembagian airnya.

2. Jaringan irigasi semi teknis

Dalam banyak hal, perbedaan satu-satunya antara jaringan irigasi sederhana dan jaringan semi teknis adalah bahwa jaringan semi teknis ini bendungnya terletak di sungai lengkap dengan bangunan pengambilan dan bangunan pengukur di bagian hilirnya. Mungkin juga dibangun beberapa bangunan permanen di jaringan saluran. Sistem pembagian air biasanya serupa dengan jaringan sederhana. Adalah mungkin bahwa pengambilan dipakai untuk melayani/mengairi daerah yang lebih luas dari daerah layanan pada jaringan sederhana. Oleh karena itu biayanya ditanggung oleh lebih banyak daerah layanan. Organisasinya akan lebih rumit jika bangunan tetapnya berupa bangunan pengambilan dari sungai, karena diperlukan lebih banyak keterlibatan dari pemerintah.

3. Jaringan irigasi teknis

Salah satu prinsip dalam perencanaan jaringan teknis adalah pemisahan antara jaringan irigasi dan jaringan pembuang/pematus. Hal ini berarti bahwa baik saluran irigasi maupun pembuang tetap bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing, dari pangkal hingga ujung. Saluran irigasi mengalirkan air irigasi ke sawahsawah dan saluran

pembuang mengalirkan air lebih dari sawah-sawah ke saluran pembuang alamiah yang kemudian akan diteruskan ke laut. (sumber: standar perencanaan irigasi KP-01).

E. PETAK IRIGASI

1. Petak tersier

Petak tersier menerima air irigasi yang dialirkan dan diukur pada bangunan sadap (off take) tersier. Bangunan sadap tersier mengalirkan airnya ke saluran tersier. Petak tersier yang kelewat besar akan mengakibatkan pembagian air menjadi tidak efisien. Faktor-faktor penting lainnya adalah jenis tanaman dan topografi. Di daerah-daerah yang ditanami padi luas petak tersier idealnya maksimum 50 ha, tapi dalam keadaan tertentu dapat ditolelir sampai seluas 75 ha, disesuaikan dengan kondisi topografi dan kemudahan eksploitasi dengan tujuan agar pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan lebih mudah. Petak tersier harus mempunyai batas-batas yang jelas seperti misalnya parit, jalan, batas desa dan batas perubahan bentuk medan (terrain fault).

Petak tersier dibagi menjadi petak-petak kuartier, masing-masing seluas kurang lebih 8 - 15 ha. Apabila keadaan topografi memungkinkan, bentuk petak tersier sebaiknya bujur sangkar atau segi empat untuk mempermudah pengaturan tata letak dan memungkinkan pembagian air secara efisien. Petak tersier harus terletak langsung berbatasan dengan saluran sekunder atau saluran primer. Perkecualian kalau petak-petak tersier tidak secara langsung terletak di sepanjang jaringan saluran irigasi utama yang dengan demikian, memerlukan saluran tersier yang membatasi petak-petak tersier lainnya, hal ini harus dihindari. Panjang saluran tersier sebaiknya kurang dari 1.500 m, tetapi dalam kenyataan kadang-kadang panjang saluran ini mencapai 2.500 m. Panjang saluran kuartier lebih baik dibawah 500m, tetapi prakteknya kadang-kadang sampai 800m.

2. Petak sekunder

Petak sekunder terdiri dari beberapa petak tersier yang kesemuanya dilayani oleh satu saluran sekunder. Biasanya petak sekunder menerima air dari bangunan bagi yang terletak di saluran primer atau sekunder. Batas-batas petak sekunder pada umumnya berupa tanda-tanda topografi yang jelas, seperti misalnya saluran pembuang. Luas petak sekunder bisa berbeda-beda, tergantung pada situasi daerah. Saluran sekunder sering terletak di punggung medan mengairi kedua sisi saluran hingga saluran pembuang yang membatasinya. Saluran sekunder boleh juga direncanakan sebagai saluran garis tinggi yang mengairi lereng-lereng medan yang lebih rendah saja.

3. Petak primer Petak primer terdiri dari beberapa petak sekunder, yang mengambil air langsung dari saluran primer. Petak primer dilayani oleh satu saluran primer yang mengambil airnya langsung dari sumber air, biasanya sungai. Proyek-proyek irigasi tertentu mempunyai dua saluran primer. Ini menghasilkan dua petak primer. Daerah di sepanjang saluran primer sering tidak dapat dilayani dengan mudah dengan cara menyadap air dari saluran sekunder. Apabila saluran primer melewati sepanjang garis tinggi, daerah saluran primer yang berdekatan harus dilayani langsung dari saluran primer. (sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

F.BANGUNAN IRIGASI

Bangunan irigasi digunakan untuk keperluan dalam menunjang pengambilan dan pengaturan air irigasi, sehingga air dapat mengalir dengan baik ke areal persawahan.

1. Bangunan utama

Bangunan utama (head works) dapat didefinisikan sebagai kompleks bangunan yang direncanakan dan disepanjang sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan saluran agar dapat di pakai untuk keperluan irigasi. Bangunan utama bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan, serta mengukur banyaknya air yang masuk.

Bangunan utama terdiri dari bendung dengan peredam energi, satu atau dua pengambilan utama pintu bilas kolam olah dan (jika diperlukan) kantong lumpur, tanggul banjir pekerjaan sungai dan bangunan-bangunan pelengkap. Bangunan utama dapat diklasifikasi ke dalam sejumlah kategori, bergantung kepada perencanaannya. Berikut ini terdapat beberapa kategori antara lain:

- a. Bendung atau Bendung gerak
- b. Bendung karet
- c. Pengambilan bebas
- d. Pengambilan dari waduk
- e. Stasiun pompa.

2. Bangunan pembawa

Bangunan-bangunan pembawa membawa air dari ruas hulu ke ruas hilir saluran. Aliran yang melalui bangunan ini bisa superkritis atau subkritis.

- a. Bangunan pembawa dengan aliran superkritis yaitu Bangunan pembawa dengan aliran tempat di mana lereng medannya maksimum saluran. Superkritis diperlukan

di tempat lebih curam daripada kemiringan maksimal saluran. (Jika di tempat dimana kemiringan medannya lebih curam daripada kemiringan dasar saluran, maka bisa terjadi aliran superkritis yang akan dapat merusak saluran. Untuk itu diperlukan bangunan peredam). Macam-macam bangunan pembawa dengan aliran superkritis: 1). Bangunan Terjun, 2). Got Miring

- b. Bangunan pembawa dengan aliran subkritis (Bangunan silang) Macam-macam bangunan pembawa dengan aliran subkritis (bangunan silang): 1). Gorong-gorong 2). Talang 3). Sipun 4). Jembatan sipon 5). Flum (flume) 6) Saluran tertutup 7). Terowongan

3. Bangunan bagi dan sadap

Bangunan bagi dan sadap pada irigasi teknis dilengkapi dengan pintu dan alat pengukur debit untuk memenuhi kebutuhan air irigasi sesuai jumlah dan pada waktu tertentu. Untuk itu kriteria ini menetapkan agar diterapkan tetap memakai pintu dan alat ukur debit dengan memenuhi tiga syarat proporsional.

- a. Bangunan bagi terletak di saluran primer dan sekunder pada suatu titik cabang dan berfungsi untuk membagi aliran antara dua saluran atau lebih.
- b. Bangunan sadap tersier mengalirkan air dari saluran primer atau sekunder ke saluran tersier penerima.
- c. Bangunan bagi dan sadap mungkin digabung menjadi satu rangkaian bangunan. Boks-boks bagi di saluran tersier membagi aliran untuk dua saluran atau lebih (tersier, subtersier dan atau kuarter)

4. Bangunan pengatur dan pengukur

Aliran akan di ukur di hulu (udik) saluran primer, di cabang saluran jaringan primer dan di bangunan sadap sekunder maupun tersier. Bangunan ukur dapat dibedakan menjadi bangunan ukur aliran atas bebas (free overflow) dan bangunan ukur aliran bawah (underflow). Beberapa dari bangunan pengukur dapat juga dipakai untuk mengatur aliran air. Berdasarkan KP-04 Bangunan memberikan uraian terinci mengenai peralatan ukur dan penggunaannya. Peralatan berikut dianjurkan pemakaiannya:

- i. Di hulu saluran primer

Untuk aliran besar alat ukur ambang lebar dipakai untuk pengukuran dan pintu sorong atau radial untuk pengatur.

- ii. Di bangunan bagi bangunan sadap sekunder
Pintu romijn dan pintu crump-de gruyter dipakai untuk mengukur dan mengatur aliran. Bila debit terlalu besar, maka alat ukur ambang lebar dengan pintu sorong atau radial bisa dipakai seperti untuk saluran primer.
- iii. Di bangunan sadap tersier
Untuk mengatur dan mengukur aliran dipakai alat ukur romijn atau jika fluktuasi di saluran besar dapat dipakai alat ukur crump-de gruyter. Di petakpetak tersier kecil di sepanjang saluran primer dengan tinggi muka air yang bervariasi dapat dipertimbangkan untuk memakai bangunan sadap pipa sederhana, di lokasi yang petani tidak bisa menerima bentuk ambang sebaiknya dipasang alat ukur parshall atau cut throat flume. Alat ukur parshall memerlukan ruangan yang panjang, presisi yang tinggi dan sulit pembacaannya, alat ukur cut throat flume lebih pendek dan mudah pembacaannya.

5. Bangunan lindung

Diperlukan untuk melindungi saluran baik dari dalam maupun dari luar. Dari luar bangunan itu memberikan perlindungan terhadap limpasan air buangan yang berlebihan dan dari dalam terhadap aliran saluran yang berlebihan akibat kesalahan eksploitasi atau akibat masuknya air dan luar saluran. Bangunan lindung terdiri dari:

- a. Bangunan pembuang silang
- b. Pelimpah (spillway)
- c. Bangunan penggelontor sedimen (sediment excluder)
- d. Bangunan penguras (wasteway)
- e. Saluran pembuang samping f. Saluran gendong

6. Bangunan pelengkap

Tanggul-tanggul diperlukan untuk melindungi daerah irigasi terhadap banjir yang berasal dari sungai atau saluran pembuang yang besar. Pada umumnya tanggul diperlukan di sepanjang sungai di sebelah hulu bendung atau di sepanjang saluran primer.

(sumber: standar perencanaan irigasi KP-01)

SOAL-SOAL

1. Sebutkan dan jelaskan 3 peranan utama Hidrologi dalam ilmu Teknik Sipil!
2. Jelaskan yang dimaksud dengan:
 - a. Water availability.
 - b. Water balance.
 - c. Penentuan elevasi jalan.
 - d. Penentuan dimensi tanggul.
 - e. Penentuan debit yang dapat diambil.
3. Dalam mempelajari ilmu Hidrologi, dibutuhkan kemampuan untuk memperkirakan kelakuan fenomena alam, dan kemudian diuji melalui pengamatan. Jelaskan pernyataan tersebut!
4. Apa yang dimaksud dengan Siklus Hidrologi? Jelaskan dan lengkapi dengan gambar Siklus Hidrologi secara detail.
5. Apa yang dimaksud dengan Daerah Aliran Sungai (DAS)? Jelaskan dan lengkapi dengan gambar DAS secara detail.
6. Apa yang dimaksud dengan distribusi hujan dan hujan rencana? Jelaskan secara detail.
7. Data dibawah adalah hasil pengukuran dari hujan lebat dengan durasi 6 jam, luas DAS yang terukur = 316 km², aliran dasar diasumsikan konstan = 17.0 m³/dt.
 - a. Hitung dan gambar unit hidrograf dengan durasi 6 jam.
 - b. Hitung tinggi hujan efektif dan gambar hidrograf banjir tersebut.

Penyelesaian : tinggi hujan efektif = ...?

Waktu/Jam	Debit Tota l (m ³ /dt)	Aliran Dasar (m ³ /dt)	Limpasan Langsung (m ³ /dt)	Hidrograf Satuan (m ³ /dt)	U6,48(t,6)
1 Juni 0.00	17.0	17	0	0	0
6.00	113.2	17	96.2	14.853	96.2
12.00	254.5	17	237.5	36.669	231.0
18.00	198.0	17	181.0	27.946	174.5
2 Juni 0.00	150.0	17	133.0	20.535	126.5
6.00	113.2	17	96.2	14.853	89.7
12.00	87.7	17	70.7	10.916	64.2
18.00	67.9	17	50.9	7.859	44.4
3 Juni 0.00	53.8	17	36.8	5.682	30.3
6.00	42.5	17	25.5	3.937	19.0
12.00	31.1	17	14.1	2.177	7.6
18.00	22.64	17	5.6	0.871	-0.8
4 Juni 0.00	17.0	17	0.0	0.0	-6.5

8. Besarnya debit banjir dari beberapa STA seperti dalam tabel dibawah luas daerah pengaliran = 470 km², banjir tersebut disebabkan oleh hujan selama 3 jam berturut-turut adalah : 4,6 ; 3,5 ; 2,5.

a. Hitung ϕ indek dan gambar distribusi hujan tersebut.

b. Hitung hidrograf limpasan dan unit hidrografnya.

Waktu/Jam	STA . A Debit (m ³ /dt)	Aliran Dasar (m ³ /dt)	Aliran Langsung (m ³ /dt)	U 1,58 (t,1)	U 0,48 (t-1,1)	U1 (t,1)
1	17.5	17.5	0	0	0	0
2	35.85	17.28	18.57	18.57	0	11.75
3	95.76	17.07	78.69	73.05	5.64	46.23
4	112.13	16.85	95.28	73.09	22.19	46.26
5	27.65	16.64	11.01	-11.19	22.20	-7.08
6	26.34	16.42	9.92	6.52	-3.40	4.13
7	25.47	16.21	9.26	7.28	1.98	4.61
8	25.5	15.99	9.51	7.30	2.21	4.62
9	22.32	15.77	6.55	4.33	2.22	2.74
10	20.35	15.56	4.79	3.47	1.32	2.20
11	20.15	15.34	4.81	3.75	1.06	2.38
12	19.65	15.13	4.52	3.38	1.14	2.14
13	19.42	14.91	4.51	3.48	1.03	2.20
14	18.42	14.69	3.73	2.67	1.06	1.69
15	16.65	14.48	2.17	1.36	0.81	0.86
16	16.36	14.26	2.1	1.69	0.41	1.07
17	15.75	14.05	1.7	1.19	0.51	0.75
18	15.33	13.83	1.5	1.14	0.36	0.72
19	14.65	13.62	1.03	0.68	0.35	0.43
20	13.4	13.4	0	-0.21	0.21	0

9. Pada suatu tempat pengukuran (*gauging station*) sebuah DPS seluas 50 km², tercatat banjir besar seperti tercantum dalam tabel di bawah ini :

Jam ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Debit (m ³ /dt)	15	150	75	45	43	42	39	38	37	36	30	25	20	15	10

Dari penelitian ternyata banjir tersebut disebabkan oleh hujan selama 4 jam berturut- turut 60, 40, 30 dan 10 mm/jam.

Dari data hujan yang terkumpul dari 15 buah stasiun selama 48 tahun tercatat hujan harian efektif maksimum :

Tahun ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Hujan (m m)	25	27	32.5	26	41	44.3	27.9	28.3	27.7	29.6	30	46	37.3	33.7	35.8	26

Tahun ke	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Hujan (m m)	25.8	26.8	31.1	44	38	37.6	38.2	30.6	24.4	27.4	25	25.5	28.3	29	33.3	32

Tahun ke	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Hujan (m m)	30.6	41.3	41.9	34	27	26.7	25.4	28	32.4	30.8	34	39.9	28.3	38.9	36.7	34

Rata-rata hujan harian dapat dianggap terdistribusi selama 5 jam dengan masing-masing 15%, 40%, 20%, 15%, dan 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Chay Asdak. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- David Keith Todd. 1980. Ground Water Hydrology. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Ersin Seyhan. 1995. Dasar-Dasar Hidrologi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suyono Sosrodarsono. 1977. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita.