

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam suatu pengelolaan sumber daya air dengan perancangan bangunan air diperlukan suatu informasi yang menunjukkan jumlah air yang akan masuk ke bangunan tersebut dalam satuan waktu yang dikenal sebagai debit aliran. Data debit tersebut umumnya diturunkan dari data muka air dengan menggunakan persamaan *rating curve* yang telah ditetapkan untuk titik lokasi pengukuran, maka setiap nilai - nilai muka air yang telah terukur akan dapat diketahui besaran debitnya. Analisis debit aliran merupakan suatu kajian atau telah data debit yang diarahkan pada suatu hasil perumusan atau pendekatan potensi sumberdaya air yang tersedia. Dengan metode ini dapat diketahui gambaran sebaran data baik nilai besarannya maupun waktu kejadiannya serta probabilitas kejadiannya yang diinginkan, seperti besarnya debit andalan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini belajar melakukan pengukuran debit sungai untuk mendapatkan informasi besarnya air yang mengalir pada suatu sungai pada saat waktu tertentu.

Debit aliran merupakan satuan untuk mendekati nilai-nilai hidrologis proses yang terjadi di lapangan. Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air di suatu wilayah DAS. Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air permukaan yang ada.

Air merupakan sumber daya alam yang tak akan habis namun akan hilang kualitasnya jika tidak dilestarikan, sehingga perlunya pelestarian namun air juga dapat mendatangkan masalah bagi manusia. Air adalah sumber daya alam yang dapat terbarukan dan dapat dijumpai dimana – mana, meskipun secara kuantitas maupun kualitas masih terbatas keberadaan maupun ketersediaannya baik ditinjau secara geografis maupun menurut

musim. Oleh sebab itu, peningkatan penggunaannya akan mengakibatkan intervensi manusia terhadap sumberdaya air makin besar (Effendi Efni, 2013).

Pengukuran debit air dapat dilakukan dengan mengukur kecepatan aliran air pada suatu wadah dengan luas penampang area tertentu. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk pengukuran kecepatan aliran air pada sungai atau alur antara lain: *Area-velocity method*, *Tracer method*, *Slope area method*, *Weir dan flume*, *Volumetric method Area*. Kecepatan aliran dapat diukur dengan metode : metode *current-meter* dan metode apung. Kemudian distribusi kecepatan aliran di dalam alur tidak sama pada arah horizontal maupun arah vertikal.

Debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/dt).

Menurut informasi yang didapatkan oleh peneliti adalah keadaan sungai barumun beberapa tahun yang lalu masih normal, sungai tersebut terdiri dari 2 sungai akan tetapi pada saat sekarang ini sungai tersebut mengalami tanahnya roboh sehingga sungai tersebut bergabung menjadi satu dikarenakan keadaan air yang tinggi membuat tanah disekitar sungai mengalami lonsor akibat dikikis oleh debit air yang sangat tinggi menurut masyarakat yang tinggal didaerah tersebut.

Berdasarkan pengamatan yang diamati maka penelitian tertarik mengambil judul “**Analisis Debit Air Sungai barumun desa Simanulang Jae Kabupaten Padang Lawas Kecamatan Barumun**”. atas dasar sungai ini menurut cerita orang sekitar sungai tersebut dulu sungai nya ada dua tapi sekarang menjadi satu karena sering terjadi roboh tebingnya dikikis air pada sungai tersebut sehingga sungai yang ada dua tadi menjadi satu dan melebar.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Apakah debit air di hari pertama sampai 15 hari sama?

Apakah analisis debit aliran air setiap jarak pengukuran sama?

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan penelitian pada sungai barumun untuk mengetahui bentuk penampang pada saluran lurus, untuk mengetahui kecepatan terbesar aliran sungai selama 15 hari, dan untuk mengetahui debit maksimum selama yang 15 hari.

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu mengerti dan mengetahui cara – cara mengukur sungai dan menganalisis debit air dengan emboys float method. Dan untuk mengetahui apa yang mempengaruhi debit air pada daerah tersebut dan membuat solusi jalan keluarnya.

1.4 BATASAN MASALAH

Dengan memperhatikan latar belakang, maka penelitian dibatasi Daerah penelitian disalurkan disungai barumun desa simanulang jae kabupaten padang lawas kecamatan barumun. penelitian ini hanya membahas Pengukuran lebar pada sungai, kecepatan aliran, kedalaman sungai dan analisis debit pada alirannya. Pengukuran kecepatan yang diukur hanya kecepatan searah aliran. Penelitian ini hanya pada daerah aliran sungai dengan titik koordinat pada penampang A titik koordinatnya $1^{\circ}05'03.4''N$ $99^{\circ}44'09''E$, kemudian pada koordinat penampang B titik koordinatnya $1^{\circ}05'04.1''N$ $99^{\circ}44'09''E$, dan pada penampang C berada pada titik koordinat $1^{\circ}05'05.0''N$ $99^{\circ}46'02''E$.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Menurut Sunu Tikno (2000) dengan judul “ANALISIS DEBIT DIDAEARAH ALIRAN SUNGAI BATANG HARIAN PROPINSI JAMBI DENGAN METODE DURATION CURVE DEBIT”. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui debit yang terjadi pada aliran sungai batang harian dan nilai rata – ratanya dengan menganalisis data debit yang tersedia didaerah DAS batanghari. Selanjutnya dibuat analisis dengan pendekatan rerata debit bulanan dan duration curve debit aliran harian. Penelitian ini dilakukan didaerah sungai batang harian yang mempunyai luas sekitar 4.537.882 ha terdapat 17 lokasi pos duga air (pos hidrometrik) yang tersebar diseluruh DAS. DAS batanghari dengan sungai utama batanghari merupakan jalur tranfortasi utama yang menghubungkan kota jambi dengan daerah – daerah pedalaman. Penulis ini mencoba menganalisis dan membahas kondisi debit yang diukur di beberapa pos hidrometrik yang tersebar di enam sub DAS yaitu sub DAS batanghari hulu, sub DAS batang tebo, sub DAS Batang tabir, sub DAS sumai, sub DAS batang merangin tembesi, dan sub DAS batanghari hilir. Dan hasil analisis kurva duration debit untuk estimasi debit andalan (probability 80%) di beberapa Sub DAS adalah sebagai berikut: Batang Tebo sebesar $60 \text{ m}^3/\text{detik}$, Batang Tabir sebesar $27 \text{ m}^3/\text{detik}$, Merangin Tembesi sebesar $53 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Batanghari Hilir-Muara Tembesi sebesar $1000 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Zulfikar Indra (2012) dengan judul “ANALISIS DEBIT SUNGAI MUNTE DENGAN METODE MOCK DAN METODE NRECA UNTUK KEBUTUHAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR”, penelitian dilaksanakan di sungai munte yang merupakan anak sungai dimana berlokasi didesa tincep, kecamatan sonder kabupaten minahasa. Analisa pontensi/debit sungai pada penelitian ini yaitu menggunakan Metode NRECA dan Metode

Mock. hasil analisis debit rencana sungai munte menggunakan metode Nreca dan metode Mock dengan data curah hujan 10 tahun (2001 – 2010), stasiun hujan kakaskasen, pada titik pengamatan desa tincep, dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 2030 ha dapat dijelaskan sebagai berikut. Debit Harian hasil perhitungan debit harian dan rekapitulasi debit menggunakan metode Nreca dimana besarnya debit minimum berfluktuasi antara $0.7054 \text{ m}^3/\text{detik}$ – $0.7342 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan besarnya debit max (Q_{max}) berfluktuasi antara $0.9053 \text{ m}^3/\text{detik}$ – $0.9986 \text{ m}^3/\text{detik}$ besarnya debit minimal terjadi pada tahun 2001 sebesar $0.7054 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit maxter terjadi pada tahun 2010 sebesar $0.9986 \text{ m}^3/\text{detik}$. Besarnya debit harian rata – rata sebesar $0.855 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit bulanan hasil perhitungannya tahun 2001 sampai dengan tahun 2010 dan rekapitulasi debit bulanan menggunakan metode mock. Besarnya debit minimal berfluktuasi antara $0.171 \text{ m}^3/\text{detik}$ – $0.950 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit maxsimal berfluktuasi antara $0.764 \text{ m}^3/\text{detik}$ – $2.711 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit minimal terjadi pada tahun 2007 sebesar $2.711 \text{ m}^3/\text{detik}$. Debit rata – rata sebesar $0.985 \text{ m}^3/\text{detik}$.

Abd Kamal Neno (2015) dengan judul “ANALISIS HUBUNGAN DEBIT AIR DAN TINGGI MUKA AIR DISUNGAI LAMBAGU KECAMATAN TAWAELI KOTA PALU” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan debit air dan perubahan tinggi muka air sungai di Sungai Lambagu kecamatan Tawaeli Kota Palu. Penelitian ini akan dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Februari sampai dengan bulan April 2015 bertempat di wilayah Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei lapangan dengan pengamatan langsung di lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari lapangan, yaitu data lebar penampang basah sungai, panjang penampang basah sungai kedalaman penampang basah sungai, kecepatan arus sungai, tinggi muka air sungai, dan curah hujan sedangkan Data sekunder meliputi data kondisi topografi,

geomorfologi, penutupan lahan, data curah hujan sekitar DAS Lambagu selama 4 tahun terakhir diperoleh dari BPDAS Palu-Poso dan kondisi iklim wilayah Sungai Lambagu Kecamatan Tawaeli Kota Palu. Masing-masing data tersebut dikumpulkan selama 30 hari pengamatan. Hasilnya Debit air di Sungai Lambagu Kelurahan Pantoloan selama periode penelitian diperoleh nilai rata-rata sebesar $0.757 \text{ m}^3/\text{detik}$. Tinggi Muka Air di Sungai Lambagu dengan rata-rata berkisar 0.26 m . Hubungan debit air dan tinggi muka air menunjukkan suatu hubungan yang sangat kuat (positif) dengan diperoleh persamaan yaitu $Q = 0.157h^{0.654x}$ dengan nilai koefisien determinan korelasi sebesar $(R^2) = 0.905$. Sedangkan berdasarkan hasil analisis hubungan curah hujan dan tinggi muka air diperoleh suatu hubungan yang kuat (positif) berdasarkan analisis regresi linier dengan persamaan yaitu $Y = 0.004x + 0.246$ dengan nilai koefisien determinan $(R^2) = 0.612$, nilai curah hujan pada sumbu x dan nilai tinggi muka air dimasukkan pada sumbu y sehingga didapatkan nilai $a = 0.004$ dan $b = 0.246$.

Hunggul Y.S.H Nugroho (2015) judul penelitian “ANALISIS DEBIT ALIRAN DAS MIKRO DAN POTENSI PEMANFAATANNYA” dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik debit aliran DAS Mikro serta potensi pemanfaatannya bagi masyarakat. Waktu penelitian selama 2 bulan dan Penelitian dilaksanakan di 3 (tiga) DAS Mikro perwakilan dari DAS-DAS prioritas di Sulawesi, yaitu :

- 1) DAS Mikro Dataran perwakilan dari DAS Jeneberang yang secara administratif berada di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Dari seri data hubungan antara tinggi muka air dan debit aliran permukaan (runoff) pada penampang SPAS diperoleh kurva lengkung debit (discharges rating curve) DAS Mikro Dataran $y = 5.397x^{1.3432}$. Dengan menggunakan persamaan tersebut dilakukan penghitungan debit aliran. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar $29,4 \text{ juta } m^3$ aliran permukaan (setelah

pemisahan aliran dasar) sebesar 24,9 juta m^3 , dan aliran dasar sebesar 4,5 juta m^3 .

- 2) DAS Mikro Mararin perwakilan dari DAS Saddang dan secara administratif terletak di Kecamatan Mangkendek, Kabupaten Tana Toraja, Hasil perhitungan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar 6,6 juta m^3 dan aliran permukaan sebesar 4,7 juta m^3 dan aliran dasar sebesar 1,9 juta m^3 . Nilai KRS Das Makro Mararin sebesar 10,14 yang tergolong dalam kondisi DAS yang baik. Nilai koefisien limpasannya adalah sebesar 0,23 yang juga menunjukkan DAS Mikro Batanguru sebagai DAS yang masih baik. Nilai ini menunjukkan bahwa dari total curah hujan yang jatuh, hanya 23% nya yang mengalir menjadi aliran permukaan.
- 3) DAS Mikro Batanguru perwakilan dari DAS Mamasa dan secara administratif terletak di Kecamatan Sumarorong, Kabupaten Mamasa. Penelitian dilaksanakan selama 2 (dua) tahun dari 2010 sampai dengan 2012. Dari data series hubungan antara tinggi muka air dan debit runoff yang dihitung berdasarkan kecepatan aliran pada penampang SPAS diperoleh kurva lengkung debit untuk DAS Mikro Batanguru yang sesuai dengan persamaan $y = 3.0792x^{1.1}$. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada tahun 2011 terjadi aliran permukaan total sebesar 17,4 juta m^3 , aliran permukaan sebesar 4,56 juta m^3 dan aliran dasar sebesar 12,9 juta m^3 . Berdasarkan nilai KRS sebesar 2,6 maupun koefisien limpasan sebesar 0,18, Das Mikro Batanguru tergolong dalam kondisi DAS yang baik. Nilai koefisien limpasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari curah hujan dan hasil air, ketiga DAS Mikro merupakan daerah yang potensial untuk menjadi sumber air untuk memenuhi kebutuhan air irigasi maupun air rumah tangga. Semakin tinggi proporsi luas penutupan hutan dan semakin baik kualitas penutupannya, semakin baik hasil air dan semakin tinggi pula potensi pemanfaatannya.

Aidi Finawan (2011). Dengan judul penelitian “PENGUKURAN DEBIT AIR BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51”. Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah alat ukur kecepatan aliran air dengan tampilan LCD dalam satuan m/detik. Pengujian sistem dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan menggunakan peralatan ukur yang telah dibuat dan juga dengan menggunakan aliran gabus pada jarak 5 meter sebagai pembandingan besaran ukur. Pengujian peralatan ukur dilakukan pada tiga lokasi saluran irigasi di kawasan Aceh Utara. Titik pengukuran yang dilakukan antara lain pada saluran irigasi Desa Bale Raya Bayu, Desa Meunasah Mesjid Bayu, dan Desa Alu Lim Simpang Keramat. Metode penelitiannya dengan Implementasi Sistem yaitu Sistem pengukuran kecepatan aliran air ini dirancang agar dapat digunakan untuk pengukuran pada sungai atau aliran alur lainnya. Sehingga untuk memudahkan pengukuran. Sedangkan dengan rangkaian sensor proximity dengan menggunakan phototransistor untuk mendeteksi putaran baling-baling. Prinsip kerja phototransistor pada rangkaian sensor tersebut mempunyai keluaran aktif rendah. Pengujian sistem dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan menggunakan peralatan ukur yang telah dibuat dan juga dengan menggunakan aliran gabus pada jarak 5 meter sebagai pembandingan besaran ukur. Hasil pengukuran kecepatan aliran air yang diperoleh untuk mendapatkan besaran debit air (m/det) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3 dan persamaan 4. Misalnya untuk menghitung debit air pada pengukuran di saluran irigasi Desa Bale Raya Bayu, maka didapatkan sebesar 640 liter/det, dengan data luas penampang basah adalah $2,56 m^2$ dan kecepatan aliran air = 0,25 m/detik.

2.2 Keaslian Penelitian atau Perbedaan Penelitian Terdahulu

Perbedaan punya saya dengan penelitian terdahulu yaitu Dari kelima penelitian terdahulu mempunyai metode yang berbeda – beda, metode yang mereka gunakan metode duration curve debit, metode mock dan metode nreca, metode survei lapangan. Sedangkan metode yang saya buat untuk

penelitian ini pengukuran debit air menggunakan metode *emboys float*, metode ini menggunakan pelampung. waktunya penelitian selama 15 hari disungai barumun desa simanulang jae kabupaten padang lawas kecamatan barumun. Dengan tahap pengambilan data dilapangan dilakukan dialiran lurus dengan jarak persegmen 50 meter sebanyak 3 segmen. cara kerja dalam metode ini juga mudah tidak memerlukan energi yang banyak, waktu yang dibutuhkan relatif singkat. Beberapa kekurangan *embody's float* ialah metode ini sangat dipengaruhi oleh angin sebab perlakuan bola pingpong berada di aliran permukaan perairan, pengamatan panjang lintasan juga relatif sulit karena pengukuran dilakukan di dasar perairan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 PENGERTIAN ALIRAN

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam suatu volume perwaktu. Debit aliran sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air. Pengukuran dilakukan setiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu.

3.2 KLASIFIKASI ALIRAN

1. Aliran tunak (*steady flow*), terjadi jika kedalaman aliran tidak berubah atau selalu dalam keadaan konstan pada selang waktu tertentu.
2. Aliran seragam (*uniform flow*) merupakan aliran dengan kecepatan rata-rata sepanjang alur aliran adalah sama sepanjang waktu. Aliran dikatakan seragam, jika kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran.
3. Aliran tak seragam (*varied flow*) adalah kedalaman dan kecepatan aliran disepanjang saluran tidak konstan, garis tenaga tidak sejajar dengan garis muka air dan dasar saluran. Analisis aliran tak seragam biasanya bertujuan untuk mengetahui profil aliran di sepanjang saluran atau sungai.

3.3 PRILAKU ALIRAN

Tipe perilaku aliran dapat dibedakan dengan bilangan *floude*. Menurut bilangan *floude* tipe aliran dapat dibedakan menjadi 3 aliran:

1. Aliran *Kritis*, jika bilangan floude sama dengan satu ($fr = 1$) dan gangguan permukaan misalnya akibat riak yang terjadi akibat batu yang dilempar kedalam sungai tidak akan bergerak menyebar melawan arus.

2. Aliran *Subkritis*, jika bilangan fraude lebih kecil dari satu ($fr < 1$). Untuk aliran *subkritis*, kedalamannya biasanya lebih besar dan kecepatannya aliran rendah (semua riak yang timbul dapat melawan arus).
3. Aliran *Superkritis*, jika bilangan fraude lebih besar dari satu ($fr > 1$). Untuk aliran *superkritis*, kedalaman aliran relatif lebih kecil dan kecepatan relatif tinggi (segala riak yang ditimbulkan dari segala gangguan adalah mengikuti arah arus).

Persamaan untuk bilangan *fraude* yaitu:

$$Fr = \frac{U}{\sqrt{g \cdot h}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

Fr = bilangan *fraude*

U = kecepatan aliran (m/detik)

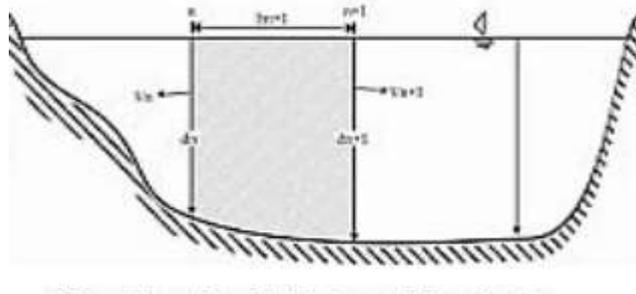
g = kecepatan gravitasi (m/detik²)

h = kedalaman aliran (m)

3.4 LUAS PENAMPANG ALIRAN

Pengukuran luas penampang aliran dilakukan dengan membuat profil penampang melintangnya dengan cara melakukan pengukuran kearah horizontal (lebar aliran) dan kerah vertical (kedalaman air). Luas aliran merupakan jumlah luas tiap bagian (segmen) dari profil yang terbuat. Ada dua cara untuk menghitung luas penampang melintang yaitu:

A. Mean Section Method



Gambar 3.1 Menghitung luas seksi dengan Mean Section

Menghitung luas penampang:

$$a_n = \frac{d_n + d_{n+1}}{2} \times b_{n+1} \dots\dots\dots(3.2)$$

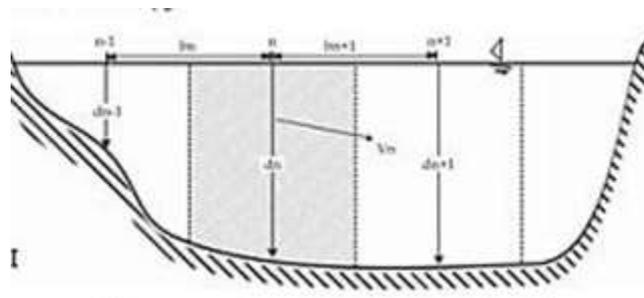
dimana :

d_n = kedalaman sungai ke n

d_{n+1} = kedalaman sungai ke n+1

b_{n+1} = lebar seksi n

B. Mid Section Method



Gambar 3.2 Menghitung luas seksi dengan Mid Section

Menghitung luas penampang:

$$a_n = \frac{b_n + b_{n+1}}{2} \times d_n \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana :

b_n =lebar sungai ke n

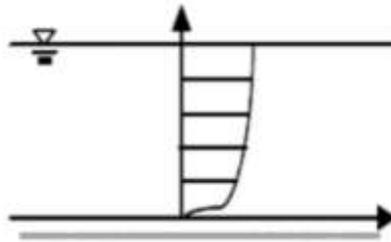
b_{n+1} =lebar sungai ke n+1

d_n =kedalaman seksi ke n

3.5 DISTRIBUSI KECEPATAN

Hasil pengamatan terhadap saluran yang lebar menunjukkan bahwa distribusi kecepatan pada daerah pusat dari penampang adalah persis sama dengan pada saluran persegi panjang yang lebarnya tak terhingga.

Dengan kata lain, berdasarkan keadaan tersebut, tepi saluran praktis tidak mempengaruhi distribusi kecepatan didaerah pusat, dan aliran didaerah pusat penampang dapat dianggap bersifat dua dimensi dalam analisa hidroliknya.

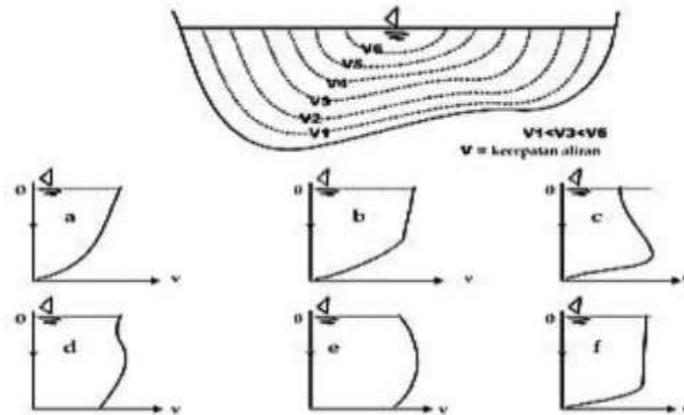


Gambar 3.3 Distribusi kecepatan pada saluran terbuka.

Kecepatan aliran v adalah jarak yang ditempuh aliran air pada saluran dalam satuan waktu. Biasanya kecepatan v dinyatakan dalam satuan m/dt. Kecepatan aliran pada saluran tidak merata. Kecepatan maksimum aliran terjadi pada kisaran 0.05 hingga 0.25 kedalamannya. Makin mendekati tepi saluran maupun dasar saluran, kecepatan aliran akan semakin mengecil.

Distribusi kecepatan pada penampang saluran tergantung pada beberapa factor antara lain :

- a. Bentuk penampang.
- b. Kekasaran saluran.
- c. Adanya tekukan-tekukan.



Gambar 3.4 distribusi kecepatan aliran

A : teoritis

B :dasar saluran kasar dan banyak tumbuhan

C : gangguan permukaan (sampah)

D : aliran cepat,aliran turbulen pada dasar

E : aliran lambat,dasar saluran halus

F : dasar saluran kasar/berbatu.

Metode Pengukuran Kecepatan Aliran Di Sungai



3.6 PENGERTIAN DEBIT

Pengertian debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan dalam system satuan SI adalah meter kubik per detik (m^3 / detik). Menurut Asdak (2002), debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam system SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik. Debit aliran juga dapat dinyatakan dalam persamaan $Q = A \times V$, dimana A adalah luas penampang (m^2) dan V adalah kecepatan aliran (m/ detik). Pengertian debit sungai antara lain:

1. **Dalam hidrologi**, debit air sungai adalah tinggi permukaan air sungai yang terukur oleh alat ukur permukaan air sungai. Pengukurannya dilakukan tiap hari, atau dengan pengertian yang lain debit atau aliran sungai adalah laju aliran sungai (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai persatuan waktu. Dalam sistem satuan SI besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik perdetik (m^3/dt).
2. **Menurut Sosrodarsono dan Takeda (2006)**, debit air sungai adalah laju aliran air yang melewati suatu penampang melintang dengan persatuan waktu. Besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/detik).
3. **Menurut Harnalin (2010)**, debit air adalah jumlah air yang mengalir dari suatu penampang tertentu (sungai/saluran/mata air) persatuan waktu (ltr, dtk, m^3/dtk , dm^3/dtk). Dengan mengetahui debit air suatu perairan kita dapat mengetahui jenis organisme apa saja yang hidup disuatu perairan tersebut. Jika debit air disuatu perairan tinggi maka dapat dipastikan bahwa organisme yang hidup diperairan tersebut adalah organisme perenang kuat dan apabila debit suatu.
4. **Menurut Soemarto (1987)** debit diartikan sebagai volume air yang mengalir persatuan waktu melewati suatu penampang melintang palung sungai, pipa, pelimpah, akuifer dan sebagainya. Data debit diperlukan untuk menentukan volume aliran atau perubahan – perubahannya dalam

suatu sistem das. Data debit diperoleh dengan cara pengukuran debit langsung dan pengukuran tidak langsung, yaitu dengan menggunakan liku kalibrasi. Liku kalibrasi (*rating curve*) menurut Sri Harto (2000) adalah hubungan grafis antara tinggi muka air dengan debit. Liku kalibrasi diperoleh dengan sejumlah pengukuran yang terencana dan mengkorelasikan dua variabel yaitu tinggi muka air dan debit dapat dilakukan dengan menghubungkan titik – titik pengukuran dengan garis lengkung diatas kertas logaritmik.

Dalam laporan – laporan teknis, debit aliran biasanya ditunjukan dalam bentuk hidrograf aliran. Hidrograf aliran adalah suatu perilaku debit sebagai respon adanya perubahan karakteristik biogeofisik yang berlangsung dalam suatu DAS (oleh adanya pengelolaan DAS) dan atau adanya perubahan (fluktuasi musiman atau tahunan).

Kemampuan pengukuran debit aliran sangat diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air disuatu wilayah DAS. Debit aliran dapat dijadikan sebuah alat untuk memonitor dan mengevaluasi neraca air suatu kawasan melalui pendekatan potensi sumber daya air permukaan yang ada. Penentuan debit sungai dapat dilaksanakan dengan cara pengukuran aliran dan cara analisis. Pelaksanaan pengukuran debit sungai dapat dilakukan secara langsung dan cara tidak langsung, yaitu dengan melakukan pendataan terhadap parameter alur sungai dan tanda bekas banjir. Dalam hidrologi masalah penentuan debit sungai dengan cara pengukuran termasuk dalam bidang hidrometri, yaitu ilmu yang mempelajari masalah pengukuran air atau pengumpulan data dasar untuk analisis mencakup data tinggi muka air, debit dan sedimentasi.

3.7 METODE PENGUKURAN DEBIT AIR

Ada beberapa metode pengukuran debit aliran sungai yaitu:

1) *Area- Velocity Method*

Pengukuran debit dengan bantuan alat ukur *flow meter* sering dikenal sebagai pengukur debit melalui pendekatan *velocity-area method* yang paling banyak digunakan dan berlaku untuk kebanyakan aliran sungai. *Flow meter* berupa alat yang berbentuk propeller dihubungkan dengan kotak pencatat (monitor yang akan mencatat jumlah putaran selama propeller tersebut berada dalam air) kemudian dimasukkan kedalam sungai yang akan diukur kecepatannya. Bagian ekor alat tersebut yang berbentuk seperti sirip akan berputar karena gerakan aliran air sungai. Kecepatan aliran air akan ditentukan dengan jumlah putaran per detik yang kemudian dihitung akan disajikan dalam monitor kecepatan aliran air selama selang waktu tertentu. Pengukuran dilakukan dengan membagi kedalaman sungai menjadi beberapa bagian dengan lebar permukaan yang berbeda. Kecepatan aliran sungai pada setiap bagian diukur sesuai dengan kedalaman.

Pada prinsipnya adalah pengukuran luas penampang basah dan kecepatan aliran. Penampang basah (A) diperoleh dengan pengukuran lebar permukaan air dan pengukuran kedalaman dengan tongkat pengukuran atau kabel pengukur.

Setelah kecepatan aliran sungai dan luas sungainya didapatkan, debit aliran sungai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan matematis berikut.

$$Q = V.A \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana:

Q = debit (m^3 /detik)

V = kecepatan aliran rata-rata (m/detik)

A = luas penampang basah (m^2)

Current meter adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran (kecepatan arus). Ada dua tipe current meter yaitu tipe baling-baling (*proppeler type*) dan tipe canting (*cup type*). Oleh karena distribusi kecepatan aliran disungai tidak sama baik arah vertikal maupun horizontal, maka pengukuran kecepatan aliran dengan alat ini tidak cukup pada satu titik.

2) Pengukuran Debit dengan Cara Apung (*float area methode*)

Prinsip :

Kecepatan aliran (V) ditetapkan berdasarkan kecepatan pelampung (U) luas penampang (A) ditetapkan berdasarkan pengukuran lebar saluran (L) dan kedalaman saluran (D) debit sungai (Q) = A x V atau A = a x k dimana k adalah konstanta.

$$Q = A \times k \times U \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

Q = debit (m^3/det)

U = kecepatan pelampung (m/det)

A = luas penampang basah sungai (m^2)

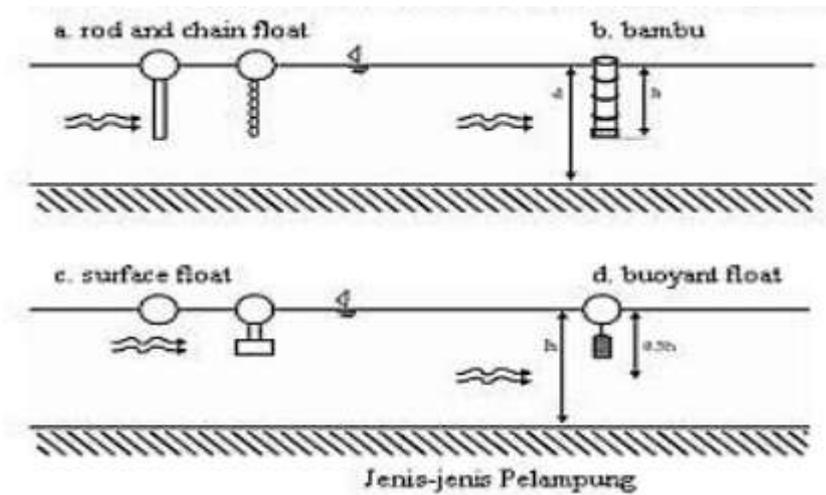
K = koefisien pelampung

a = kedalaman t

$$K = 1 - 0,116 ((\sqrt{1. a}) - 0.1$$

K = koefisien pelampung

kedalaman tangkai (h) per kedalaman air (d) yaitu kedalaman bagian pelampung yang tenggelam dibagi kedalaman air.



Gambar 3.5 pengukuran dengan pelampung

3) Pengukuran debit dengan metode kontinyu

Flow meter diturunkan kedalaman aliran air dengan kecepatan penurunan yang konstant dari permukaan dan setelah mencapai dasar sungai diangkat lagi ke atas dengan kecepatan yang sama. Untuk menghitung luas seksi ada dua cara:

A. Mean Section Method

a. Menghitung luas penampang:

$$a_n = \frac{d_n + d_{n+1}}{2} \times b_{n+1} \dots \dots \dots (3.7)$$

dimana :

d_n = kedalaman sungai ke n

d_{n+1} = kedalaman sungai ke n+1

b_{n+1} = lebar seksi n

b. Menghitung kecepatan:

$$\bar{v}_n = \frac{v_n + v_{n+1}}{2} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana:

v_n = kecepatan pada seksi ke n

v_{n+1} = kecepatan pada seksi ke n + 1

c. Menghitung debit seksi (q):

$$q_n = \bar{v}_n \times a_n \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana:

\bar{v}_n = kecepatan rata –rata seksi n

a_n = luas seksi n

d. Menghitung debit sungai:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \dots\dots\dots(3.10)$$

B. Mid Section Method

a. Menghitung luas penampang:

$$a_n = \frac{b_n + b_{n+1}}{2} \times d_n \dots\dots\dots (3.11)$$

dimana :

b_n =lebar sungai ke n

b_{n+1} =lebar sungai ke n+1

d_n =kedalaman seksi ke n

b. Menghitung debit seksi (q) :

$$q_n = \bar{V}_n \times a_n \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana:

\bar{v}_n = Kecepatan rata – rata seksi n

a_n = Luas seksi n

c. Menghitung debit sungai:

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \dots\dots\dots(3.13)$$

Penentuan debit sungai dapat dilaksanakan dengan cara pengukuran aliran dengan cara analisis. Pelaksanaan pengukuran debit sungai dapat dilakukan secara langsung dan tidak langsung, yaitu melakukan pendataan terhadap para meter alur sungai dan tanda bekas banjir. Dalam hidrologi masalah penentuan debit sungai dengan cara pengukur termasuk dalam bidang hidrometri. Yaitu ilmu yang mempelajari masalah pengukuran air dan pengumpulan data dasar untuk analisis mencakup data tinggi muka air, debit dan sedimentasi.

3.8 PENGUKURAN DEBIT

Pengukuran debit dapat terbagi 2 cara yaitu dilakukan secara langsung dan secara tidak langsung.

A. Pengukuran Debit Secara Langsung

Pengukuran debit secara langsung adalah pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan peralatan berupa alat pengukur arus (*current meter*), pelampung, zat warna dan lain-lain. Debit hasil pengukuran dapat dihitung segera setelah pengukuran selesai dilakukan.

Besarnya aliran tiap waktu atau disebut dengan debit, akan tergantung pada luas tampang aliran dan kecepatan aliran rerata. Pendekatan nilai debit dapat dilakukan dengan cara mengukur tampang aliran dan mengukur kecepatan aliran tersebut. Cara ini merupakan prosedur umum dalam pengukuran debit sungai secara langsung.

Pengukuran luas tampang aliran dilakukan dengan mengukur tinggi muka air dan lebar dasar alur sungai. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran tinggi muka air dapat dilakukan pada beberapa titik pada sepanjang tampang aliran. Selanjutnya debit aliran dihitung sebagai penjumlahan dan semua luasan pias tampang aliran yang terukur.

Teknik pengukuran debit aliran langsung di lapangan pada dasarnya dapat dilakukan melalui empat katagori:

1. Pengukuran volume air sungai

2. Pengukuran debit dengan cara mengukur kecepatan aliran dan menentukan luas penampang melintang sungai.
3. Pengukuran debit dengan menggunakan bahan kimia (pewarna) yang dialirkan dalam aliran sungai (*substance tracing method*).
4. Pengukuran debit dengan membuat bangunan pengukuran debit seperti *weir* (aliran air lambat) atau *flume* (aliran cepat).

Pada katagori pengukuran debit yang kedua, yaitu pengukuran debit dengan bantuan alat ukur *current meter* atau sering dikenal sebagai pengukuran debit melalui pendekatan *velocity-area method* yang paling banyak digunakan dan berlaku untuk kebanyakan aliran sungai. *Current meter* berupa alat yang berbentuk propeller dihubungkan dengan kotak pencatat (monitor yang akan mencatat jumlah putaran selama propeller tersebut berada dalam air) kemudian dimasukkan ke dalam sungai yang akan diukur kecepatannya. Bagian ekor alat tersebut yang berbentuk seperti sirip akan berputar karena gerakan aliran air sungai. Kecepatan aliran air akan ditentukan dengan jumlah putaran per detik yang kemudian dihitung akan disajikan dalam monitor kecepatan rata-rata aliran air selama selang waktu tertentu. Pengukuran dilakukan dengan membagi kedalaman sungai menjadi beberapa bagian dengan lebar permukaan yang berbeda. Kecepatan aliran sungai pada setiap bagian diukur sesuai dengan kedalaman. Setelah kecepatan aliran sungai dan luasnya didapatkan, debit aliran sungai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan matematis berikut.

$$Q = A V$$

Dimana :

Q : debit (m^3/dt)

V : kecepatan (m/dt)

A : luasan sungai (m^2)

Dalam melakukan pengukuran debit sungai perlu diperhatikan angka kecepatan aliran rata-rata, lebar sungai, kedalaman, kemiringan, dan geseran tepi dasar sungai. Geseran tepi dan dasar sungai akan menurunkan kecepatan aliran terbesar pada bagian tengah dan terkecil pada bagian dasar sungai.

B. Pengukuran Debit Secara Tidak Langsung

Pengukuran debit secara tidak langsung adalah pengukuran debit yang dilakukan dengan menggunakan rumus hidrolika misal rumus *Manning* atau *Chezy*. Pengukuran dilakukan dengan cara mengukur parameter hidraulis sungai yaitu luas penampang melintang sungai, keliling basah, dan kemiringan garis energi. Garis energi diperoleh dari bekas banjir yang teramati di tebing sungai. Untuk pos duga air yang sudah dilengkapi dengan pelskal khusus garis energi dapat dibaca dari pelskal khusus tersebut.

a. Rumus Manning

Rumus Manning pada pengaliran disaluran terbuka dan untuk saluran tertutup (pipa), dapat dirumuskan dalam bentuk:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dengan :

V = Kecepatan

R = Jari – jari hidraulik

n = Koefisien kekasaran manning, dan

S = kemiringan dasar saluran

b. Rumus Strickler

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dengan:

V = Kecepatan

K = Koefisien kekerasan

R = Jari – jari hidraulik

S = kemiringan dasar saluran

c. Rumus Antoine Dan Chezy

Zat cair yang mengalir melalui saluran terbuka akan menimbulkan tegangan geser (tahanan) pada dinding saluran. Tahanan ini akan diimbangi oleh komponen gaya berat yang bekerja pada zat cair dalam arah aliran. Pada aliran seragam, komponen gaya berat dalam arah aliran adalah seimbang dengan tahanan geser, dimana harus dipengaruhi oleh kecepatan aliran. diturunkan matematis dengan anggapan berikut:

Gaya yang menahan aliran tiap satuan luas dasar saluran adalah sebanding dengan kuadrat kecepatan dalam bentuk:

$$\tau_0 = k \cdot V^2 \dots\dots\dots(3.16)$$

Dengan k adalah konstanta. Bidang singgung (kontak) antara aliran dengan dasar saluran adalah sama dengan perkalian antara keliling basah (P) dan panjang saluran (L) yang ditinjau, maka gaya total yang menahan aliran adalah :

$$\text{Gaya tahanan} = \tau_0 \cdot P \cdot L \dots\dots\dots(3.17)$$

Pada aliran mantap, komponen gaya berat (searah aliran) mengakibatkan aliran harus sama dengan gaya tahan total adalah komponen gaya berat = γ

$$A \cdot L \sin \alpha \dots\dots\dots(3.18)$$

Dengan:

γ = berat jenis zat cair

A = luas penampang basah

L = panjang saluran

α = sudut kemiringan saluran

Dalam aliran seragam, komponen efektif gaya berat sejajar dasar saluran dan sama dengan $\omega AL \sin \theta = \omega ALS$ dengan W adalah kemiringan saluran. Maka $\omega ALS = KV^2 PL$, dengan $A/P = R$ dan $\sqrt{\omega/k}$ disebut menjadi suatu faktor C , kemudian persamaan diatas digabungkan kerumus Chezy, maka:

$$V = CR^{1/2}S^{1/2} = C \sqrt{RS} \dots\dots\dots(3.19)$$

Dengan:

V = kecepatan aliran (m/detik)

C = faktor tahanan aliran atau faktor C dari Chezy

R = jari – jari hidrolis (m)

S = kemiringan garis energi atau kemiringan dasar saluran atau kemiringan muka air.

3.9 METODE EMBODY'S FLOAT

Dalam metode embody's float terdapat beberapa kelebihan dan beberapa kekurangan. Kelebihan menggunakan embody's float ialah alat-alat yang digunakan cukup mudah didapatkan, cara kerja dalam metode ini juga mudah tidak memerlukan energi yang banyak, waktu yang dibutuhkan relatif singkat. Beberapa kekurangan embody's float ialah metode ini sangat dipengaruhi oleh angin sebab perlakuan bola pingpong berada di aliran permukaan perairan, pengamatan panjang lintasan juga relatif sulit karena pengukuran dilakukan di dasar perairan. Pengukuran debit air dengan metode ini dapat dihitung dengan rumus :

$$R = \frac{WDA L}{T} \dots\dots\dots(3.20)$$

Dengan:

R = Debit air (m³/s)

W= rata-rata lebar(m)

D = rata-rata kedalaman(m)

A = konstanta (0,8 untuk dasar perairan berbatu dan berkerikil serta 0,9 untuk dasar perairan berlumpur)

L = jarak yang ditempuh bola pingpong(m)

T = waktu tempuh bola pingpong(s).

Cara pengukuran lainnya selain dengan menggunakan alat *Current meter*, dalam pengukuran kecepatan aliran sungai juga dapat dilakukan dengan metode apung (*floating method*).Caranya dengan menempatkan benda yang tidak dapat tenggelam di permukaan aliran sungai untuk jarak tertentu dan mencatat waktu yang diperlukan oleh benda apung tersebut bergerak dari satu titik pengamatan ke titik pengamatan lain yang telah ditentukan. Benda apung yang digunakan dalam pengukuran ini pada dasarnya adalah benda apa saja sepanjang dapat terapung dalam aliran sungai. Pemilihan tempat pengukuran sebaiknya pada bagian sungai yang relatif lurus dengan tidak banyak arus tidak beraturan. Jarak antara dua titik pengamatan yang diperlukan ditentukan sekurang-sekurangnya yang memberikan waktu perjalanan selama 20 detik.

Jadi rumus debit air adalah:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(3.21)$$

Untuk mencari volume air adalah:

$$V = Q \times t \dots\dots\dots(3.22)$$

Untuk mencari waktu adalah:

$$t = V : Q \dots\dots\dots(3.23)$$

Keterangan :

Q : debit (m³/detik)

A : Luas Penampang (m²)

V : Volume

t : Waktu

3.10 PENENTUAN DEBIT DENGAN CARA ANALISIS.

Penggunaan cara analisis hidrologi dalam penentuan debit sungai, hanya dapat diperbolehkan apabila pengukuran secara langsung seperti dijelaskan pada uraian terdahulu tidak dapat dilakukan karena terbatasnya data, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pemilihan metode yang dipergunakan harus disesuaikan dengan karakteristik DAS yang ditinjau, data tersedia, dan harus mendapat persetujuan dan pihak pemilik, perancang (pendesain), dan instansi yang berwenang dan bertanggung jawab terhadap pembinaan sungai.

Penggunaan cara analisis dalam menentukan debit sungai sering dilakukan terutama dalam kaitannya dengan keperluan informasi pola dan besarnya aliran sungai tahunan. Sebagai contoh dalam penentuan debit dominan sungai, perlu diketahui besarnya debit aliran sungai yang mewakili aliran secara kontinyu dalam sama tahun. Untuk masalah ini, kiranya tidak mungkin dilakukan pengumpulan data debit secara terus menerus dengan cara pengukuran langsung, mengingat kesulitan-kesulitan seperti yang telah dijelaskan pada uraian terdahulu. Umumnya kesulitan ini diatasi dengan cara pembuatan kurva debit atau rating curve aliran sungai pada suatu tampang tertentu. Dengan kurva debit ini, pemantauan dan pengukuran debit dapat dilakukan berdasarkan pengamatan terhadap data tinggi muka air. Cara ini

mempunyai kekurangan yaitu bahwa keberlakuan kurva debit sangat terbatas, mengingat perubahan geometri sungai akibat proses morfologi sungai. Untuk itu kurva debit perlu diperbaiki/dibuat lagi pada setiap periode tertentu (misal setiap 2 tahun).

Penggunaan cara analisis dalam penentuan debit aliran juga mengandung keterbatasan, yaitu belum tentu mendapatkan hasil yang teliti, khususnya pada kasus dimana digunakan model matematik (model hidrologi) pada lokasi yang tidak terdapat data aliran sama sekali. Kesulitan dijumpai pada tahap kalibrasi, yang bertujuan untuk mendapatkan besaran parameter DAS. Meskipun demikian, secara teoritis dengan cara model hidrologi dapat diperkirakan aliran kontinyu dengan periode hitungan yang pendek, misal harian atau jam-jaman.