

TUGAS AKHIR

STUDI KASUS ANALISIS KECEPATAN ALIRAN PADA PENAMPANG

SALURAN SEGI EMPAT DAN TRAPESIUM DI SALURAN INDUK

BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS



Disusun oleh :

MUHAMMAD SYARIF
45 16 041 159

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2022



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A.1203/FT/Unibos/VIII/2022, Tanggal 19 Agustus 2022, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 19 Agustus 2022
Nama : **MUHAMMAD SYARIF**
Nomor Stambuk : **45 16 041 159**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : "Studi Kasus Analisis Kecepatan Aliran Pada Penampang Saluran Segi Empat dan Trapesium di Saluran Induk Bantimurung Kabupaten Maros"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Ir. Burhanuddin Badrun, MSp** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT** (.....)
Anggota : **Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp** (.....)
Ir. Fauzi Lebang, ST., MT (.....)

Makassar, Agustus 2022

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


(Dr. H. Nasrullah, ST., MT.)
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Univ. Bosowa Makassar


(Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT)
NIDN. 00 010565 02



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul :

**“STUDI KASUS ANALISIS KECEPATAN ALIRAN PADA PENAMPANG
SALURAN SEGI EMPAT DAN TRAPESIUM DI SALURAN INDUK
BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS“**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **MUHAMMAD SYARIF**

No. Stambuk : **45 16 041 159**

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi/Tim Pembimbing :

Pembimbing I : **Ir. Burhanuddin Badrun, MSp** (.....)


Pembimbing II : **Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT** (.....)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik


Dr. H. Nasrullah, ST., MT.
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, MT
NIDN. 00 010565 02

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **MUHAMMAD SYARIF**

Nomor Stambuk : **45 16 041 159**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **STUDI KASUS ANALISIS KECEPATAN ALIRAN PADA
PENAMPANG SALURAN SEGI EMPAT DAN TRAPESIUM DI
SALURAN INDUK BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS**

mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, megalihmediakan / mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusa Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Agustus 2022

Yang membuat pernyataan



(MUHAMMAD SYARIF)
45 16 041 159

**STUDI KASUS ANALISIS KECEPATAN ALIRAN PADA PENAMPANG
SALURAN SEGI EMPAT DAN TRAPESIUM DI SALURAN INDUK
BANTIMURUNG KABUPATEN MAROS**

***CASE STUDY OF FLOW VELOCITY ANALYSIS IN RECTANGULAR
AND TRAPEZOIDAL CHANNELS IN THE BANTIMURUNG MAIN
CHANNEL, MAROS REGENCY***

MUHAMMAD SYARIF

Program Studi Teknik Sipil Universitas Bosowa

email: syarifgapensi@gmail.com

Diterima:; Direvisi:; Disetujui:

ABSTRAK

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Saluran irigasi teknis dibangun ditunjukkan dengan adanya sekat sebagai saluran tempat mengalirnya air. Untuk mengatur volume dan kecepatan air, saluran harus dibagi-bagi. Adanya kotoran dan sampah yang tertimbun juga dapat mengganggu aliran air. Saluran air juga dapat membendung jika terjadi banjir sewaktu-waktu (Wirawan, 1991). Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul : “Studi Kasus Analisis Kecepatan Aliran Pada Penampang Saluran Segi Empat dan Trapesium di Saluran Induk Bantimurung Kabupaten Maros”. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui distribusi kecepatan aliran dan menganalisis perbedaan kecepatan aliran pada saluran segi empat dan trapesium di saluran induk Bantimurung Kabupaten Maros. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu dimulai dari melakukan observasi di lapangan terkait pemilihan lokasi penelitian kemudian

melakukan pengumpulan data pada lokasi yang dipilih di lapangan dengan masing-masing sampel di tiap saluran. Selanjutnya Studi Kasus dari berbagai buku-buku literature yang berkaitan dengan distribusi kecepatan aliran, dan menganalisis perbandingan kecepatan aliran serta cara menghitung debit aliran. Berdasarkan penelitian ini maka diperoleh Distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran trapezium dan penampang saluran segiempat menunjukkan nilai kecepatan aliran yang besar berada pada bagian tengah saluran dan menurun jika mendekati tepi saluran. Debit saluran Q pada aliran saluran yang sama dengan penampang saluran yang berbeda, dipengaruhi nilai jari-jari hidrolis (R) yang berbeda tergantung bentuk saluran.

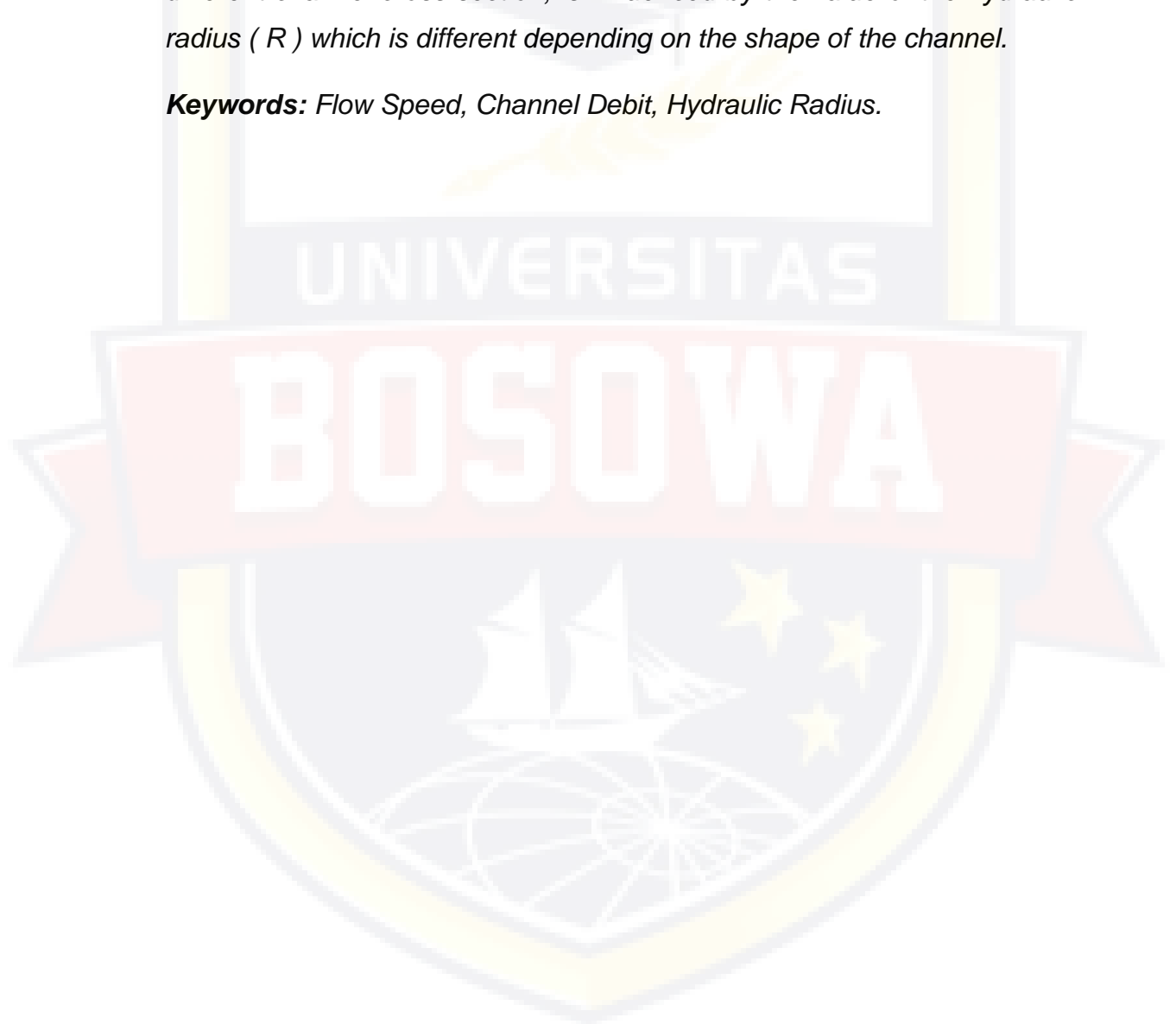
Kata kunci: Kecepatan Aliran, Debit Saluran, Jari-jari Hidrolis.

ABSTRACT

Irrigation is an effort made by humans to irrigate agricultural land. The technical irrigation canals are built as indicated by the presence of a bulkhead as a channel through which water flows. To regulate the volume and speed of water, the channel must be divided. The presence of buried dirt and garbage can also disrupt the flow of water. Waterways can also stem if there is a flood at any time (Wirawan, 1991). Based on the description above, the authors conducted a study with the title: "Case Study of Flow Velocity Analysis in Rectangular and Trapezoidal Channels in the Bantimurung Main Channel, Maros Regency". This study aims to determine the distribution of flow velocity and analyze differences in flow velocity in the rectangular and trapezoidal channels in the Bantimurung main channel, Maros Regency. The research method used is starting from making observations in the field related to the selection of research sites and then collecting data at the selected locations in the field with each sample in each channel. Furthermore, case studies or literature studies from various literature books related to the distribution of flow velocity, and analyzing the

comparison of flow rates and how to calculate flow rate. Based on this research, it is obtained that the flow velocity distribution on the trapezoidal channel section and the rectangular channel section shows a large flow velocity value in the center of the channel and decreases when approaching the channel edge. Channel discharge Q in the same channel flow with a different channel cross section, is influenced by the value of the hydraulic radius (R) which is different depending on the shape of the channel.

Keywords: *Flow Speed, Channel Debit, Hydraulic Radius.*



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan susunan tugas akhir ini. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademis untuk mencapai derajat Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar. Tugas Akhir ini berjudul “Studi Kasus Analisis Kecepatan Aliran Pada Penampang Saluran Segi Empat Dan Trapesium Di Saluran Induk Bantimurung Kabupaten Maros”

Walaupun jauh dari kata sempurna penulis sepenuhnya sadar, akan keterbatasan penulisan ini, banyaknya hambatan dan kendala yang penulis hadapi, namun berkat tekad dan kerja serta dorongan dari beberapa pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan walaupun dalam bentuk sederhana. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan jalan yang terbaik dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Terkhusus untuk Ayah dan Ibu yang telah memberikan dukungan serta doa selama ini
3. Kepada Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan panduan untuk menyelesaikan tugas akhir ini
4. Kepada keluarga, teman-teman dan dosen penguji serta semua pihak

yang turut membantu penyelesaian tugas akhir ini, namun tidak dituliskan pada lembaran ini, penulis mohon maaf dan tidak mengurangi rasa terima kasih penulis.

Sebagai manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan dan kekhilafan, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masi jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Besar harapan penulis jika tugas akhir ini bermanfaat untuk kita semua. Aamiin.

Makassar, 03 Desember 2021

Muhammad Syarif

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-2
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-2
1.4. Batasan Masalah dan Ruang Lingkup.....	I-3
1.5. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Aliran Saluran Terbuka.....	II-1
2.2. Irigasi.....	II-4
2.3. Saluran Irigasi	II-5
2.4. Kecepatan dan Debit Aliran.....	II-6
2.5. Pengukuran Debit Dengan Alat Ukur Arus	II-8
2.6. Geometri Saluran	II-14
2.7. Klasifikasi Aliran	II-15
2.8. Energi Spesifik (<i>Specific Energy</i>)	II-20
2.9. Bilangan Froude.....	II-22
2.10. Bilangan Reynolds	II-25
2.11. Profil Muka Air.....	II-28
2.12. Persamaan Aliran Saluran Terbuk	II-29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3. 1. Jenis Penelitian	III-1

3. 2. Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3. 3. Metode Penelitian.....	III-2
3. 4. Alur Penelitian	III-13
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Kecepatan Aliran pada Penampang Saluran Segi Empat dan Saluran Trapesium.....	IV-1
4.2. Penampang Saluran.....	IV-6
4.3. Kecepatan Aliran	IV-6
4.4. Koefisien Saluran	IV-10
4.5. Kemiringan Saluran.....	IV-11
BAB V PENUTUP	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....	1
LAMPIRAN.....	3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Energi Aliran Saluran Terbuka dan Sketsa Tekanan Udara (Chow,1992)	II-3
Gambar 2. 2 Penampang saluran Segi Empat panjang Sumber: Bambang Triatmojo, 2008	II-14
Gambar 2. 3 Penampang saluran Trapesium Sumber: Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol.2, No. 1	II-15
Gambar 2. 4 (a) Aliran seragam, (b) Aliran tak seragam Sumber : Robert, J.K.,2002.....	II-19
Gambar 2. 5 Parameter energi spesifik Sumber : Robert J.K., 2002	II-20
Gambar 2. 6 Profil aliran melalui penyempitan Sumber Ven Te Chow, 1992.	II-21
Gambar 2. 7 Pola penjalaran gelombang disaluran terbuka Sumber: Bambang Triatmojo, 2008.....	II-24
Gambar 2. 8 Pembentukan aliran seragam pada saluran Sumber: Ven Te Chow., E.V. nensi Rosalina, 1989.....	II-25
Gambar 2. 9 Aliran turbulen dan laminer sumber: Amazon.com	II-27
Gambar 2. 10 Hitungan profil muka air Sumber: Bambang Triatmojo, 2008....	II-29
Gambar 3. 1 Peta lokasi penelitian	III-3
Gambar 3. 2 Current Meter	III-5
Gambar 3. 3 Penempatan stasiun Pengamat	III-6
Gambar 3. 4 Pengukuran debit dengan current meter	III-7
Gambar 3. 5 Metode Merawas.....	III-10
Gambar 3. 6 Alur Penelitian	III-13
Gambar 4. 1 Sketsa Perubahan Penampang Saluran	IV-4
Gambar 4. 2 Distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran	IV-7

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 kekentalan kinematik terhadap bilangan reynold Sumber : Piyantoro,1991	II-26
Tabel 3. 1 Uraian Waktu Penyelesaian.....	III-2
Tabel 4. 1 Penampang Saluran P1 Bentuk Trapesium	1
Tabel 4. 2 Penampang Saluran P2 Bentuk Segi Empat	1
Tabel 4. 3 Penampang Saluran P3 Bentuk Trapesium	2
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran	2
Tabel 4. 5 Perbedaan Kecepatan Aliran saluran Trapesium dan Saluran Segi Empat	3
Tabel 4. 6 Perbandingan Nilai R	5

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air merupakan salah satu faktor penentu dalam proses produksi pertanian. Oleh karena itu investasi irigasi menjadi sangat penting dan strategis dalam rangka penyediaan air untuk pertanian. Dalam memenuhi kebutuhan air untuk berbagai keperluan usaha tani, maka air harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat, jika tidak maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya yang pada gilirannya akan mempengaruhi produksi pertanian (Direktorat Pengelolaan Air, 2010).

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Dalam dunia modern, saat ini sudah banyak model irigasi yang dapat dilakukan manusia. Pada zaman dahulu, jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka irigasi dilakukan dengan mengalirkan air tersebut ke lahan pertanian. Namun, irigasi juga juga biasa dilakukan dengan membawa air dengan menggunakan wadah kemudian menuangkan pada tanaman satu per satu. Untuk irigasi dengan model seperti ini di Indonesia biasa disebut menyiram.

Sesuai dengan definisi irigasinya, maka tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya rekayasa teknis untuk penyediaan dan

pengaturan air dalam menunjang proses produksi pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan serta mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

Saluran irigasi teknis dibangun ditunjukkan dengan adanya sekat sebagai saluran tempat mengalirnya air. Untuk mengatur volume dan kecepatan air, saluran harus dibagi-bagi. Adanya kotoran dan sampah yang tertimbun juga dapat mengganggu aliran air. Saluran air juga dapat membendung jika terjadi banjir sewaktu-waktu (Wirawan, 1991).

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul : **“Studi Kasus Analisis Kecepatan Aliran Pada Penampang Saluran Segi Empat dan Trapesium di Saluran Induk Bantimurung kabupaten Maros”**

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah

- 1.2.1. Seberapa besar kecepatan aliran pada penampang saluran segi empat dan trapesium
- 1.2.2. Seberapa besar perbedaan kecepatan aliran pada penampang segi empat dan trapesium

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran segi empat dan trapesium
2. Untuk menganalisis perbedaan kecepatan aliran dan pada saluran segi empat dan trapesium

1.4.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran segi empat dan trapesium
2. Memberikan informasi tentang perbedaan kecepatan aliran dan pada saluran segi empat dan trapesium
3. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan masukan untuk penelitian selanjutnya khususnya yang berkaitan dengan kecepatan aliran pada penampang segi empat dan trapesium

1.4. Batasan Masalah dan Ruang Lingkup

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1.4.1. Lokasi penelitian penulis dilakukan di saluran induk Bantimurung Kabupaten Maros dengan dua penampang saluran yaitu penampang saluran segi empat dan penampang saluran trapesium
- 1.4.2. Membedakan kecepatan aliran dan perhitungan debit air hanya pada penampang saluran segi empat dan trapesium

1.5. Sistematika Penulisan

Pada penyusunan laporan tugas akhir ini, digunakan sistematika penulisan yang merupakan gambaran umum dari keseluruhan penulisan secara sistematis diuraikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam Bab ini diuraikan mengenai hal-hal yang melatar belakangi penelitian ini, dilanjutkan dengan uraian rumusan masalah, maksud dan manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang teori dasar permasalahan perilaku aliran air dalam suatu saluran terbuka, dengan adanya kecepatan aliran yang menggunakan current meter.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan tentang tahap-tahap yang akan dilakukan dalam proses penelitian di lapangan, dimulai dari pengukuran penampang, dan pengambilan data pada kondisi yang berbeda.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan analisa hasil-hasil observasi dan penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan dan saran-saran penelitian menyangkut obyek studi yang diteliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aliran Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka air bebas. Pada semua titik disepanjang saluran, tekanan dipermukaan air adalah sama, yang biasanya tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termasuk aliran dalam saluran terbuka. Oleh karena itu melalui saluran terbuka harus mempunyai muka air bebas, maka aliran ini biasanya berhubungan dengan zat cair dan umumnya adalah air, (Bambang Triatmodjo: 2008)

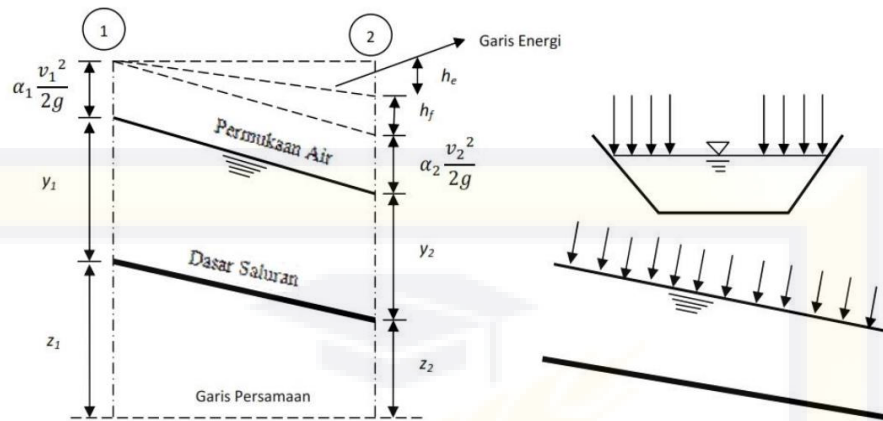
Berbagai permasalahan teknik yang berhubungan dengan aliran terkadang tidak dapat diselesaikan dengan analitis, maka harus melakukan pengamatan dengan membuat suatu bentuk saluran atau alat peraga, bentuk saluran ini mempunyai bentuk yang sama dengan permasalahan yang diteliti, tetapi ukuran dimensi lebih kecil dari yang ada dilapangan.

Saluran digolongkan menjadi dua macam yaitu aliran alam (natural) dan saluran buatan (artificial). Saluran alam meliputi semua saluran air yang terdapat secara alamiah di bumi, melalui dari anak selokan kecil di pegunungan, sungai kecil dan sungai besar sampai ke muara sungai. Sifat-sifat hidrolis saluran alam biasanya tidak menentu.

Dalam beberapa hal dapat dibuat anggapan pendekatan yang cukup sesuai dengan pengamatan sesungguhnya. Sehingga persyaratan aliran pada saluran ini dapat diterima untuk penyelesaian analisa hidrolika teoritis. Saluran buatan merupakan saluran yang dibuat manusia untuk tujuan dan kepentingan tertentu seperti saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan saluran untuk industri. Saluran buatan memiliki penampang yang teratur dan lebih mudah dalam melakukan analisa dibanding saluran alami.

2.1.1. Teori Hidrolika dan Aliran Terbuka

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun aliran pipa (*pipe flow*). Kedua jenis aliran tersebut sama dalam banyak hal, namun berbeda dalam satu hal yang penting. Aliran saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas (*free surface*) sehingga dipengaruhi oleh tekanan udara bebas (*atmospheric pressure*), sedangkan aliran pipa tidak demikian, karena air harus mengisi seluruh saluran. Aliran pipa, yang terkurung dalam saluran tertutup, tidak terpengaruh langsung oleh tekanan udara, kecuali oleh tekanan hidrolis.



Gambar 2. 1 Energi Aliran Saluran Terbuka dan Sketsa Tekanan Udara (Chow, 1992)

Jumlah energi dalam aliran di penampang berdasarkan suatu garis persamaan adalah jumlah tinggi tempat z diukur dari garis dasar saluran, tinggi tekan y dan tinggi kecepatan, dengan v adalah kecepatan rata-rata aliran.

2.1.2. Kecepatan Aliran pada Aliran Seragam

Di dalam aliran seragam, dianggap bahwa aliran adalah mantap dan satu dimensi. Aliran tidak mantap yang seragam hampir tidak ada di alam. Dengan anggapan satu dimensi berarti kecepatan aliran di setiap titik pada penampang melintang adalah sama. Contoh aliran seragam adalah aliran melalui saluran irigasi yang sangat panjang dan tidak ada perubahan penampang. Aliran di saluran irigasi yang dekat bangunan irigasi tidak lagi seragam karena adanya pembendungan atau terjunan, yang menyebabkan aliran menjadi

tidak seragam (non uniform). Pada umumnya aliran seragam di saluran terbuka adalah turbulen, sedang laminar jarang terjadi.

Kecepatan aliran pada saluran terbuka dapat ditentukan dengan rumus Chezy, dan rumus Manning atau rumus Strickler. Kedua rumus tersebut hanya dibedakan pada nilai koefisien kekasarannya. Rumus Chezy menggunakan nilai koefisien kekasaran C yang ditentukan oleh Ganguillet dan Kutter, H. Bazin, atau Powell (Chow dkk., 1992). Sedangkan rumus Manning yang memiliki nilai koefisien kekasaran n yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan, tetumbuhan, ketidakrataan saluran, trase saluran, pengendapan dan penggerusan, hambatan, ukuran dan bentuk saluran, serta taraf dan debit air (Chow dkk., 1992).

2.2. Irigasi

Menurut Peraturan Pemerintah No. 25 Tahun 2001 (BAB I pasal 1) tentang irigasi dinyatakan bahwa yang dimaksud dengan irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian, yang jenisnya meliputi irigasi air permukaan, irigasi air tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Irigasi secara umum didefinisikan sebagai cara-cara pengelolaan dan pemanfaatan air yang ada pada tanah untuk keperluan mencukupi pertumbuhan dan tumbuhnya tanam-tanaman, terutama bagi tanaman pokok (di Indonesia yang utama ditujukan untuk

tanaman padi dan tumbuhan lainnya). Lebih umum lagi diartikan sebagai pemanfaatan keberadaan air yang ada di sungai ini tidak saja untuk pertanian tapi untuk kebutuhan dan keperluan hidup dan kelestarian dunia itu sendiri.

Tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian dari sumber air ke daerah yang memerlukan dan mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

2.3. Saluran Irigasi

Saluran irigasi air tanah adalah bagian dari jaringan irigasi air tanah yang dimulai setelah bangunan intake / pompa sampai lahan yang diairi (PP No. 20 tahun 2006).

Saluran irigasi terbagi atas 3 jenis yaitu :

a. Saluran Primer

Saluran primer adalah saluran yang membawa air dari jaringan utama ke saluran sekunder dan ke petak-petak tersier yang akan diairi. Petak tersier adalah kumpulan petak-petak kuarter, tiap petak kuarter memiliki memiliki luas kurang lebih 8 s.d. 15 ha. Sedangkan petak tersier memiliki luas antara 50 s.d. 150 ha.

b. Saluran Sekunder

Saluran sekunder adalah saluran yang membawa air dari saluran primer ke petak-petak tersier yang dilayani oleh saluran sekunder tersebut.

c. Saluran Tersier

Saluran tersier adalah saluran yang membawa air dari bangunan sadap tersier dari jaringan utama ke dalam petak tersier saluran kuarter. Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui bangunan sadap tersier atau parit sawah ke petak-petak sawah. (Herliyani, 2012).

2.4. Kecepatan dan Debit Aliran

Debit yang mengalir di suatu irigasi (Q . m³/det) adalah merupakan hasil perkalian luas penampang (A . m²). Dengan kecepatan (V . m/det) dapat dituliskan dengan persamaan berikut ini (Micheal,A.M, 1978, hal 318) :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.1)$$

Luas penampang basah diukur dengan pengukuran langsung menggunakan alat ukur, lebar dan kedalaman air.kecepatan aliran umumnya di ukur langsung menggunakan alat ukur arus. Nilai perkiraan berapa laju kecepatan aliran dapat di ukur menggunakan pelampung meskipun hasilnya tidak tepat kecepatan aliran juga dapat diperkirakan dengan cara tidak langsung yaitu di hitung berdasarkan rumus-rumus hidrolika. Atas dasar itu debit dapat di ukur dengan cara : (1) langsung atau (2) tidak langsung.

Nilai Koefisien Kekasaran Manning

Selain metode pengukuran secara langsung, metode lain yang

dapat dipergunakan untuk memperkirakan debit aliran ialah dengan menggunakan prinsip-prinsip hidrolika. Prosedur ini biasa disebut sebagai perhitungan luas-kemiringan (*slope area computation*) Rumus Chezy, Darcy – Weisbach, biasa dipakai untuk menghitung debit, Menurut Michael yang umum digunakan untuk menghitung kecepatan aliran saluran irigasi adalah rumus Manning. Menurut rumus Manning, debit saluran irigasi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut ini (Michael, A.M, 1978, hal 319) :

$$Q = A \times \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- Q** = Debit (m³/detik)
- A** = Luas Penampang basah (m²)
- R** = Jari-jari Hidraulis (m)
- I** = Kemiringan Dasar Saluran
- n** = Koefisien Kekasaran

Berdasarkan persamaan 2.2 koefisien kekasaran Manning dapat dihitung dengan persamaan

$$n = \frac{1}{V} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

- n** = Koefisien Kekasaran
- V** = Kecepatan (m/detik)
- R** = Jari-jari Hidraulis (m)
- I** = Kemiringan Dasar Saluran

Persamaan (2.3), dikembangkan dari kondisi aliran seragam (Uniform Flow) yaitu keadaan aliran yang ditunjukkan oleh kondisi kemiringan muka air dan garis energi sejajar terhadap kemiringan dasar saluran. Dengan demikian jari-jari hidraulis serta kedalaman aliran masing-masing merupakan unsur yang konstanta disepanjang saluran yang diukur (Tate, Dalrymple and MA.Benson, 1967, hal 1).

Dari kondisi itu jika menerapkan rumus Manning untuk menghitung debit dilokasi penelitian perlu dimodifikasi dan pengukuran perlu minimal 2 penampang sehingga persamaan dapat ditulis menjadi: (Tate, Dalrymple and M.A Benson, 1967, hal (2).

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$Q = \sqrt{K_1 K_2 S} \dots\dots\dots(2.5)$$

Nilai K = Hantaran (Conveyance). Menunjukkan hantaran penampang hulu dan hilir. Persamaan dapat digunakan untuk menghitung debit di lokasi penelitian.

2.5. Pengukuran Debit Dengan Alat Ukur Arus

Dalam ukuran dilapangan menggunakan alat ukur arus menunjukkan bahwa debit yang sama di panjang saluran tertentu yang di ukur kecepatan alirannya tidak sama. Hal ini menunjukkan bahwa di saluran lokasi penilitian kondisi alirannya tidak seragam,berarti bentuk penampangnya sudah berubah tidak seperti saat awal beroperasi,

demikian pula kemiringan muka air dengan garis energi tidak sejajar dengan kemiringan dasar saluran.

1. Persyaratan Pengukuran Debit dengan Menggunakan Alat Ukur

Arus

Beberapa persyaratan yang harus di penuhi dalam pelaksanaan pengukuran debit dengan alat ukur arus agar di peroleh lengkungan debit yang dapat menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dengan debit, mulai dari keadaan debit terkecil sampai debit terbesar, persyaratan yang di maksud antara lain meliputi :

- a. Lokasi pengukuran.
- b. Jumlah dan waktu pengukuran.
- c. Peralatan, tenaga pelaksanaan dan dana.

2. Alat Ukur Arus Jenis Standar

Alat ukur arus jenis standar adalah alat untuk mengukur kecepatan aliran air dengan spesifikasi tertentu sehingga mampu untuk mengukur kecepatan Aliran mulai dari 0.02 m/det sampai dengan 2.50 m/det. Apabila alat ini ditempatkan pada suatu titik kedalaman aliran tertentu maka kecepatan aliran akan dapat ditentukan berdasarkan jumlah putaran rotor dan waktu lamanya pengukuran dengan menggunakan rumus tertentu. Dengan mengetahui jumlah putaran rotor perdetik maka kecepatan alirannya dapat dihitung dengan persamaan :

$$V = a N + b \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/det).

$a.b$ = Konstanta yang biasanya telah ditentukan dari pabriknya atau ditentukan dari kalibrasi setelah alat Ukur digunakan sampai dengan periode waktu tertentu.

N = Jumlah Putaran

Tipe alat ukur arus Standar,yaitu :

1. Alat ukur arus tipe canting dengan Rotor berporos Vertical.
2. Alat ukur arus tipe baling-baling dengan Rotor berporos Horizontal.

Masing-masing Tipe alat ukur arus mempunyai keuntungan sendiri-sendiri apabila digunakan. Untuk itu dalam memilih pengguna masing-masing jenis alat ini harus selalu mempertimbangkan keadaan fisik sungai yang akan diukur.

3. Pengukuran Kecepatan Aliran

Untuk mengukur debit perlu mengukur kecepatan aliran rata-rata pada suatu penampang melintang sungai yang bersangkutan. Kecepatan aliran rata-rata dapat diperoleh dengan cara mengukur kecepatan aliran pada beberapa titik dari beberapa vertical pada suatu penampang melintang dengan menggunakan alat ukur arus. Kecepatan aliran disetiap titik dihitung berdasarkan jumlah putaran baling-baling selama periode waktu tertentu, periode waktu pengukuran dapat ditentukan dengan dua cara, yaitu dengan cara:

- 1) Mengukur jumlah putaran baling-baling untuk lama waktu yang telah ditentukan (t) setiap Negara berbeda-beda dalam menentukan lama waktu ini. Di Indonesia pada umumnya berkisar antara 40-70 detik, standar WMO, minimal 60 detik, Prancis berkisar 40-60 detik, Selandia Baru berkisar 40-70 detik, dan Jerman berkisar 50 detik.
- 2) Mengukur waktu yang diperlukan untuk mencapai jumlah putaran tertentu (N) cara ini belum lazim digunakan di Indonesia, di Negeri Belanda misalnya menentukan berapa lama baling-baling alat ukur arus berputar sebanyak 100 putaran. Biasanya sebelumnya Alat ukur arus digunakan untuk mengukur kecepatan yang sebenarnya, dicoba dahulu selama 30 detik.

Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang teliti, maka alat ukur arus dan pelengkapannya harus dalam keadaan layak pakai, Lokasi pengukuran harus memenuhi syarat, waktu pengukuran harus cukup dan kondisi pengukuran harus betul-betul baik. Lokasi pengukuran usahakan sedekat mungkin dengan bangunan pos duga air.

Dalam Melaksanakan pengukuran debit tidak boleh terburu-buru karena tidak cukupnya waktu pengukuran. Apabilan sampai di lokasi pengukuran sudah sore hari dan kalau langsung mengukur diperkirakan akan sampai malam sehingga pengukuran debit dilaksanakan secara tergesa-gesa maka sebaiknya pengukuran ditunda esok harinya. Kecuali apabila pengukuran membawa perlengkapan yang memadai untuk pengukuran malam hari, cukup

aman dan hasil pengukuran pada ketinggian muka air saat itu sangat diperlukan maka pengukuran dapat dilaksanakan saat itu juga.

4. Distribusi Aliran Kecepatan Vertikal

Distribusi kecepatan aliran pada sebuah Vertical dianggap bentuk Kurvanya kurang lebih parabolis eliptis atau bentuk lainnya. Berdasarkan anggapan tersebut maka kecepatan aliran rata-rata disebuah vertikal hanya diukur dibeberapa titik dan kemudian dihitung hasilnya secara aritmatik. Pengukuran dapat dilaksanakan dengan beberapa metode yaitu :

a. Metode Satu Titik

◆ Metode Kedalaman (0.6 H)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0.6 kedalaman dari permukaan air. Pada metode 0,6 H dilakukan apabila kedalaman air kurang dari 0,75 m. Hasil pengukuran pada titik 0.6 kedalaman aliran ini merupakan kecepatan rata-rata pada vertikal yang bersangkutan.

Kecepatan aliran dihitung dengan rumus:

$$V=V_{0.60} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

$V_{0.60}$ = Kecepatan pada 0.6 Kedalaman (m/det)

◆ Metode Kedalaman (0.5 H)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0.5 kedalaman dari permukaan air. Kecepatan rata-ratanya adalah:

$$V = C1 \times V_{0.50} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : C1 = konstanta, ditentukan dengan kalibrasi (biasanya 0.96)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

V_{0.50} = Kecepatan pada 0.5 Kedalaman (m/det)

◆ Metode Kedalaman (0.2 H)

Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0.2 kedalaman dari permukaan air. Kecepatan rata-ratanya adalah:

$$V = C2 \times V_{0.20} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana : C2 = konstanta, ditentukan dengan kalibrasi (0,88 UG)

V = Kecepatan aliran rata-rata (m/det)

V_{0.20} = Kecepatan pada 0.2 Kedalaman (m/det)

b. Metode Dua Titik

Pada metode ini, pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada titik 0.2 dan 0.8 kedalaman aliran dari permukaan air, apabila kedalaman air lebih dari 0,75 m. Kecepatan aliran rata-ratanya diperoleh dengan merata-ratakan kecepatan aliran yang diukur pada dua titik tersebut, yang dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$V = 0,5. (V_{0.20} + V_{0.80}) \dots\dots\dots(2.10)$$

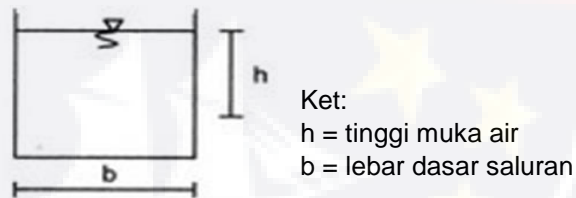
Dimana: $V_{0.20}$ = Kecepatan pada 0.2 Kedalaman (m/det)

$V_{0.80}$ = Kecepatan pada 0.8 Kedalaman (m/det)

2.6. Geometri Saluran

Penampang saluran alam umumnya sangat tidak beraturan, biasanya bervariasi dari bentuk seperti parabola sampai trapesium. Istilah penampang saluran (channel section) adalah tegak lurus terhadap arah aliran, sedangkan penampang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari penampang. Oleh sebab itu pada saluran mendatar penampangnya selaluh merupakan penampang vertikal.

a. Penampang Saluran Segi Empat



Gambar 2. 2 Penampang saluran Segi Empat panjang Sumber: Bambang Triatmojo, 2008

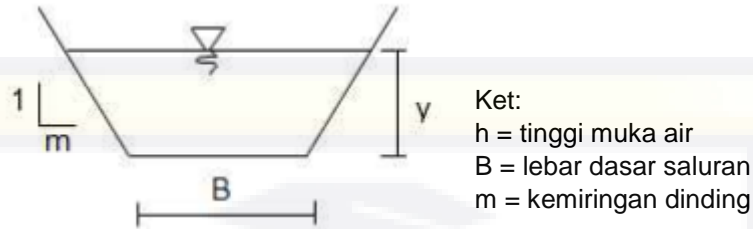
$$\text{Luas (A)} = b \times h \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b+2h \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Jari-jari hidrolis (R)} = \frac{bh}{b+2h} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dengan lebar b = lebar dasar saluran, dan h = tinggi kedalaman air

b. Penampang Saluran Trapesium



Gambar 2. 3 Penampang saluran Trapesium Sumber: Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol.2, No. 1

$$\text{Luas (A)} = (B + mh) h \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{Keliling basah (P)} = B + 2h (m^2 + 1)^{0,5} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\text{Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{1}{P} \dots\dots\dots(2.16)$$

2.7. Klasifikasi Aliran

Aliran saluran terbuka dapat digolongkan menjadi beberapa jenis dan diuraikan dengan berbagai cara sebagai berikut (Rangga raju, 1981) :

2.3.1. Aliran tunak (*steady flow*) dan aliran tak tunak (*unsteady flow*)

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tunak (*steady*) bila kedalaman aliran tidak berubah atau dianggap konstan selama selang waktu tertentu. Aliran dikatakan tak tunak (*unsteady*) bila kedalaman berubah sesuai dengan waktu.

Sebagian besar persoalan tentang saluran terbuka umumnya hanya memerlukan penelitian mengenai perilaku aliran dalam keadaan tunak. Debit (Q) pada suatu penampang saluran untuk sembarang aliran dinyatakan dengan persamaan :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.17)$$

dengan V = kecepatan rata-rata dan A = luas penampang melintang tegak lurus terhadap aliran.

Sebagian besar persoalan aliran tunak, berdasarkan suatu pertimbangan, maka debit diasumsikan tetap disepanjang bagian saluran yang luas, dengan kata lain aliran bersifat tunak kontinu (*continous steady flow*) sehingga dari persamaan (1) :

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan subscript 1 dan 2 menunjukkan penampang saluran yang berlainan. Persamaan (2) tidak dapat dipakai bila debit aliran tunak tak seragam disepanjang saluran karena terjadi limpahan. Jenis aliran ini dikenal sebagai aliran berubah beraturan (*spatially varied flow*) atau aliran diskontinu yang terdapat pada pelimpah samping, air pembilas melalui saringan, cabang saluran sekitar tangki pengolah air buangan, saluran pembuang utama dan saluran pembawa dalam sistem irigasi.

2.3.2. Aliran seragam

Aliran pada saluran terbuka dikatakan seragam jika kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Suatu

aliran seragam dapat bersifat tunak atau tidak tunak, tergantung apakah kedalamannya berubah sesuai dengan perubahan waktu. Aliran seragam yang tunak (*steady uniform flow*) merupakan jenis aliran pokok yang dibahas dalam hidrolika saluran terbuka dengan kedalaman aliran tidak berubah selama waktu tertentu yang telah diperhitungkan. Penetapan bahwa suatu aliran bersifat seragam tak tunak (*unsteady uniform flow*) harus dengan syarat bahwa permukaan air berfluktuasi sepanjang waktu dan tetap sejajar dasarsaluran tetapi hal ini merupakan suatu keadaan yang praktis tidak mungkin terjadi.

Aliran disebut berubah (*varied*) bila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran dan dapat bersifat tunak maupun tidak tunak. Karena aliran seragam yang tak tunak jarang terjadi, istilah tak tunak disini selanjutnya khusus dipakai untuk aliran tak tunak yang berubah. Untuk perhitungan hidrolika, kecepatan rata-rata aliran seragam turbulen dalam saluran terbuka biasanya dinyatakan dengan perkiraan yang dikenal dengan rumus aliran seragam dan sebagian besar persamaannya dapat dinyatakan dalam bentuk umum, yaitu :

$$V = C R^x S^y \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan V : kecepatan rerata (m/det), R : jari-jari hidrolik (m), S : kemiringan energi, x dan y adalah eksponen, C : faktor tekanan aliran yang bervariasi menurut kecepatan rerata, jari-jari

hidrolik, kekasaran saluran, dan berbagai faktor lainnya.

2.3.3. Aliran turbulen dan aliran laminar

Aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalan (*viscous force*) menjadi tiga bagian, yaitu aliran laminar, aliran transisi, dan aliran turbulen. Variabel yang dipakai untuk klasifikasi ini adalah bilangan *Reynolds* yang didefinisikan sebagai :

$$Re = \frac{VR}{\nu}$$

Dimana:

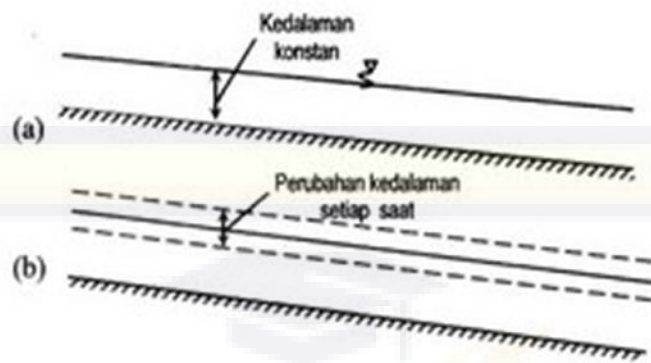
Re = bilangan Reynold

V = kecepatan (m/det)

R = jari-jari hidraulik (m)

ν = kekentalan kinematik (m²/det)

Selanjutnya klasifikasi aliran berdasarkan bilangan *Reynolds* dapat dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu $Re < 500$ = aliran laminar, $500 < Re < 12,500$ = aliran peralihan, dan $Re > 12,500$ = aliran turbulen. Umumnya pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12,500$ sehingga aliran termasuk dalam kategori aliran turbulen. (Robert, J.K.,2002)



Gambar 2. 4 (a) Aliran seragam, (b) Aliran tak seragam Sumber : Robert, J.K.,2002

2.3.4. Aliran kritis dan superkritis

Aliran dikatakan kritis apabila bilangan Froude (F) sama dengan satu (1), sedangkan aliran disebut subkritis atau kadang-kadang dinamakan aliran tenang (*trianguil flow*) apabila $F > 1$. Perbandingan kecepatan aliran dengan gaya gravitasi (per satuan volume) dikenal sebagai bilangan Froude dan dapat dirumuskan sebagai berikut (Rangga Raju, 1981) :

$$Fr = V/\sqrt{gL}.....(2.20)$$

Dengan F = bilangan Froude, V = kecepatan rata-rata aliran (m/det), g = percepatan gravitasi (m²/det), L = panjang karakteristik (m).

Pada aliran terbuka biasanya digunakan kedalaman hidraulis D sebagai panjang karakteristik, sehingga F dapat ditulis sebagai :

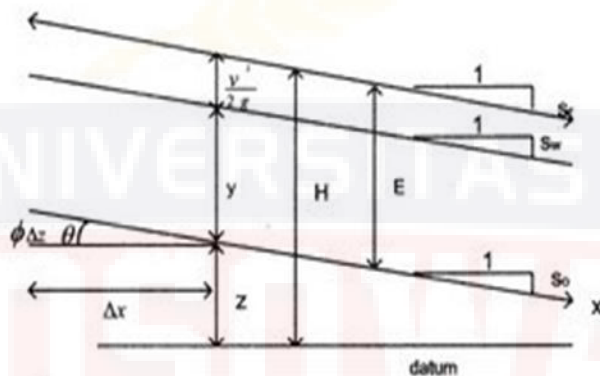
$$Fr = V/\sqrt{gD}(2.21)$$

2.8. Energi Spesifik (*Specific Energy*)

Besarnya energi spesifik dapat dirumuskan sebagai berikut (Ven Te Chow, 1959 dalam Robert, J.K., 2002) :

$$E = \frac{v^2}{2g} + h \dots\dots\dots(2.22)$$

dengan E = energi spesifik.



Gambar 2. 5 Parameter energi spesifik Sumber : Robert J.K., 2002

Dasar saluran diasumsikan mempunyai kemiringan landai atau tanpa kemiringan. Z adalah ketinggian dasar di atas garis referensi yang dipilih, h adalah kedalaman aliran, dan faktor koreksi energi (α) dimisalkan sama dengan satu. Energi spesifik aliran pada setiap penampang tertentu dihitung sebagai total energi pada penampang itu dengan menggunakan dasar saluran sebagai referensi (Rangga Raju, 1981). Persamaan energi secara umum adalah :

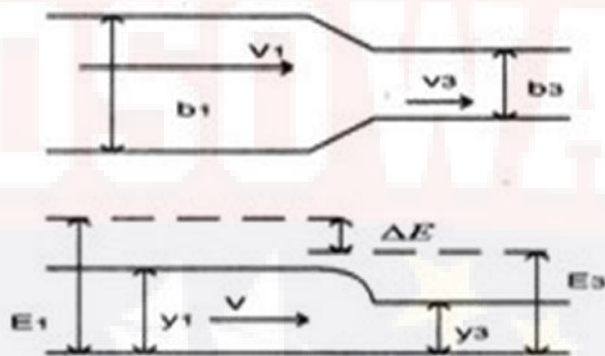
Sehingga persamaan energi untuk saluran datar ($\Theta = 0$), adalah :

$$E = \frac{v^2}{2g} + h \dots\dots\dots(2.23)$$

Berhubung $Q = v \times A$, maka rumus energi spesifik menjadi

$$E = \frac{Q^2}{2gA^2} + h \dots\dots\dots(2.24)$$

Denagn H = tinggi energi (cm), z = tinggi suatu titik terhadap bidang referensi (cm), α = koefisien energi, pada perhitungan selanjutnya $\alpha = 1$, E = energi spesifik (cm), h = kedalaman aliran (cm), v = kecepatan aliran rata-rata (cm/detik), A = luas penampang (cm²), g = percepatan gravitasi (cm/detik²), dan Q = debit (m³/det). Perbedaan energi sebelum penyempitan dan energi setelah penyempitan dikenal sebagai keehilangan energi, yaitu $\Delta E = E_1 - E_2$ sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4 berikut.



Gambar 2. 6 Profil aliran melalui penyempitan Sumber Ven Te Chow, 1992

Dari gambar 4 diperoleh persamaan besarnya kehilangan energi sebagai berikut:

$$\Delta E = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} - y_3 - \frac{v_3^2}{2g} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dengan ΔE = kehilangan energi (cm), y_1 = tinggi air sebelum penyempitan (cm), y_3 = tinggi air pada penyempitan (cm), v_1 = kecepatan air sebelum penyempitan (cm/det), dan v_3 = kecepatan air

pada penyempitan (cm/det). Kecepatan dapat diturunkan dari persamaan sebelumnya, sehingga persamaan (1) menjadi:

$$\Delta E = y_1 + \frac{Q^2}{2g A_1^2} - y_3 - \frac{Q^2}{2g A_3^2} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dengan A_1 = luas penampang titik 1 dan A_3 = luas penampang titik 3.

2.9. Bilangan Froude

Berdasarkan gaya berat terhadap inersia, aliran dapat merupakan aliran sub kritis, kritis dan super kritis. Ketiganya dipengaruhi oleh bilangan froude yang merupakan fungsi dari kecepatan (V) dan kedalaman aliran (h). Perbandingan gaya inersia dengan berat suatu aliran disebut bilangan froude.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}}$$

Dimana:

Fr = bilangan froude

V = kecepatan rata-rata (m/det)

g = gaya gravitasi (m/det²)

h = kedalaman aliran (m)

ada 3 macam aliran (Rinaldi,2002:20) sebagai berikut:

1. Aliran Sub Kritis

Aliran dikatakan Sub Kritis apabila gaya berat lebih besar dari pada gaya inersia, sehingga air akan mengalir dengan kecepatan rendah.

Pada aliran Sub Kritis $V <$ dan $Fr < 1$.

Dalam mekanisme gelombang dapat disamakan dengan kecepatan perambatan gelombang dangkal. Jika $V < \sqrt{gh}$ maka kecepatan perambatan gelombang akan lebih besar dari pada kecepatan rata-rata aliran, sehingga gelombang dapat bergerak ke arah hulu.

2. Aliran super Kritis

Aliran dikatakan super kritis apabila gaya berat sangat lemah bila dibanding dengan gaya inersia, sehingga air akan mengalir dengan kecepatan tinggi.

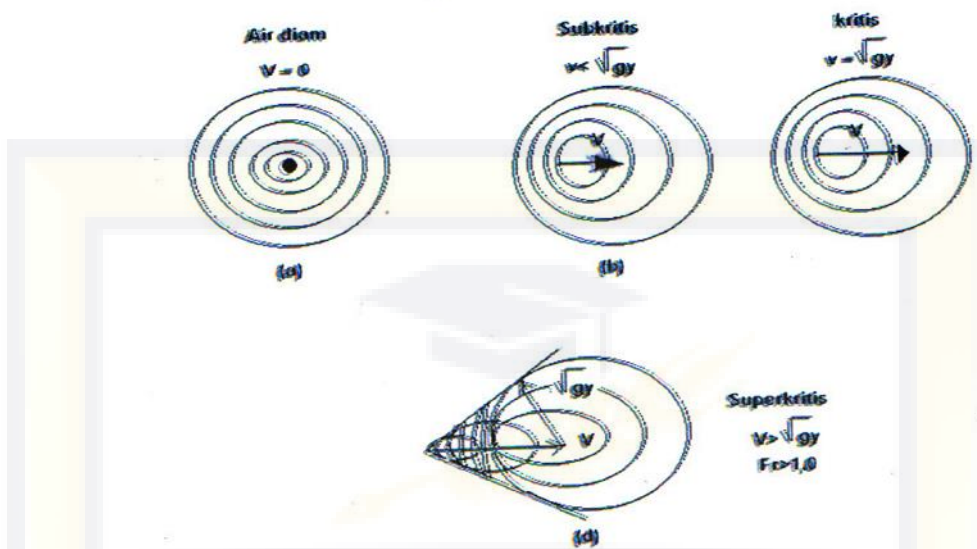
Pada aliran super kritis $V > \sqrt{gh}$ dan $Fr > 1$.

Jika $V > \sqrt{gh}$ maka kecepatan perambatan gelombang akan lebih kecil dari pada kecepatan rata-rata aliran, sehingga gelombang hanya bergerak ke arah hilir.

3. Aliran kritis

Antara keadaan Sub kritis dan super kritis terdapat keadaan kritis pada aliran kritis $V = \sqrt{gh}$ maka kecepatan perambatan gelombang sama dengan kecepatan rata-rata aliran, sehingga tidak ada pergerakan gelombang.

Kedalaman pada keadaan kritis disebut kedalaman kritis

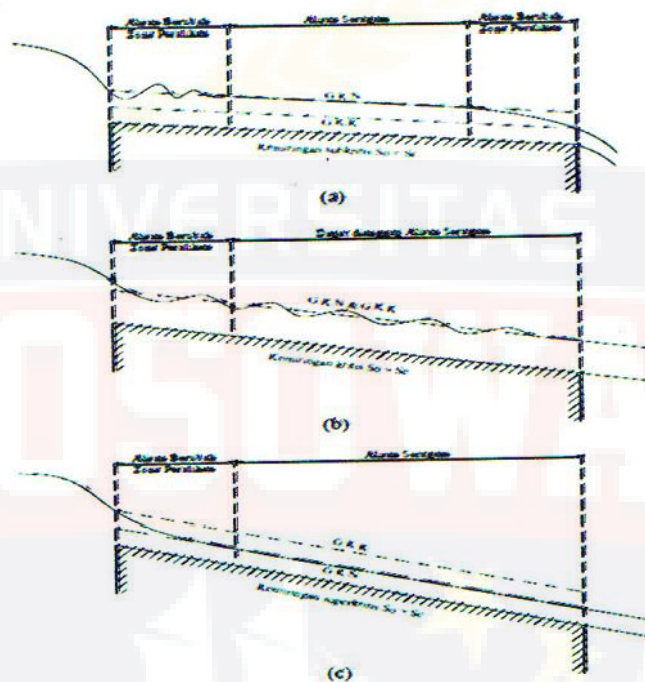


Gambar 2. 7 Pola penjalaran gelombang disaluran terbuka Sumber: Bambang Triatmojo, 2008

Pada gambar 5. Diperlihatkan suatu saluran panjang dengan tiga jenis kemiringan, subkritis, kritis dan superkritis. Pada kemiringan subkritis permukaan air di zona peralihan tampak bergelombang. Aliran dibagian tengah saluran bersifat seragam namun kedua ujungnya bersifat berubah. Pada kemiringan kritis permukaan air dari aliran kritis ini tidak stabil. Dibagian tengah dapat terjadi gelombang tetapi kedalaman rata-ratanya konstan dan alirannya dapat dianggap seragam. Pada kemiringan subkritis permukaan air beralih dari keadaan subkritis menjadi superkritis setelah melalui terjunan hidrolis lambat laun. Di hilir zona peralihan aliran mendekati seragam. Kedalam air seragam disebut kedalaman normal (normal depth). Pada gambar 6 tersebut, garis panjang terputus-putus menyatakan garis kedalaman normal, disingkat

dengan G.K.N. dan garis pendek terputus-putus atau garis titik-titik menyatakan garis kedalaman kritis atau G.K.K.

Panjang zona peralihan tergantung pada debit dan keadaan fisik saluran, seperti keadaan tempat permukaan air, bentuk kemiringan dan kekasarannya.



Gambar 2. 8 Pembentukan aliran seragam pada saluran Sumber: Ven Te Chow., E.V. nensi Rosalina, 1989

2.10. Bilangan Reynolds

Keadaan aliran di saluran terbuka dipengaruhi oleh kekentalan dan gaya berat berhubungan dengan gaya inersia dari aliran. Berdasarkan pengaruh kekentalan inersia, aliran dapat merupakan aliran laminar, turbuler dan aliran peralihan. Ketiganya dipengaruhi oleh bilangan reynolds yang merupakan fungsi dari kecepatan (V), jari-jari

hidraulik (R) dan kekentalan kinematik (ν). Perbandingan dari gaya inersia terhadap gaya kekentalan kinematik (viskositas kinematik) per satuan waktu dikenal sebagai bilangan reynolds.

$$Re = \frac{VR}{\nu}$$

Dimana :

Re = bilangan reynold

V = kecepatan (m/det)

R = jari-jari hidraulik (m)

ν = kekentalan kinematik (m²/det)

Tabel 2. 1 kekentalan kinematik terhadap bilangan reynold Sumber : Piyantoro,1991

Temperatur (°C)	Viskositas (10 Ns/m ²)
0	1,79 x 10
5	1,51 x 10
10	1,31 x 10
15	1,14 x 10
20	1,00 x 10
25	8,91 x 10
30	7,96 x 10
35	7,20 x 10
40	6,53x 10
50	5,47 x 10
60	4,66 x 10
70	4,04 x 10
80	3,54 x 10
90	3,15 x 10
100	2,82 x 10

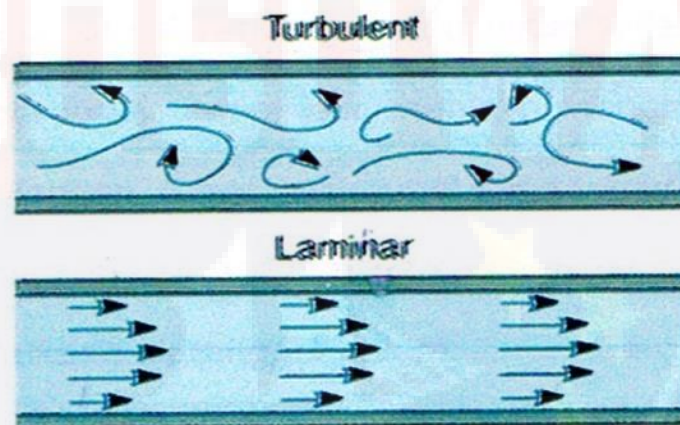
Aliran dikatakan laminar apabila tahanan antara lapisan-lapisan zat cair lebih besar jika dibandingkan dengan gaya inersia, sehingga kekentalan lebih menentukan sifat aliran. Pada keadaan ini garis arus tampak lurus karena butir-butir air bergerak secara teratur menurut garis arus.

Aliran disebut turbulen apabila tahanan antara lapisan-lapisan zat cair sangat lemah dibandingkan gaya inersia. Pada keadaan ini garis arus tampak bergelombang karena butir-butir air bergerak secara teratur.

Antara aliran laminar dan turbulen terdapat keadaan campuran yang disebut keadaan peralihan.

Secara jelasnya klasifikasi aliran berdasarkan bilangan reynolds dapat dibedakan menjadi tiga kategori seperti berikut:

- $Re < 500$ aliran laminar
- $500 < Re < 12.500$ aliran transisi
- $Re > 12.500$ aliran turbulen



Gambar 2. 9 Aliran turbulen dan laminar sumber: Amazon.com

Umumnya aliran pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12.500$ sehingga alirannya termasuk dalam kategori aliran turbulen (Frenc, 1980; Rajartman, 1987)

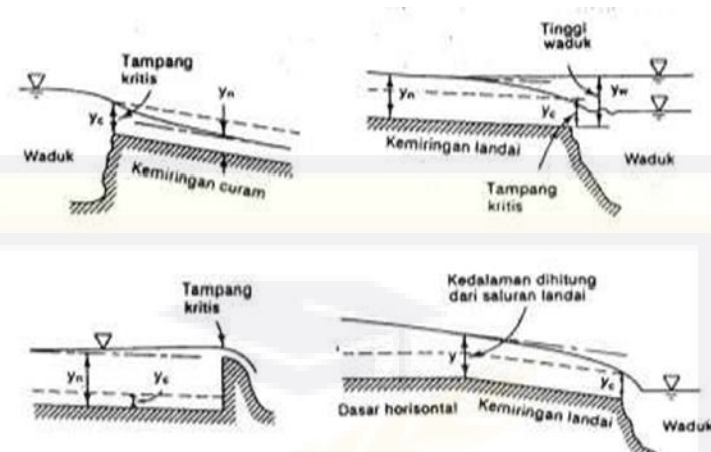
Suatu kombinasi dari efek viskositas dan gravitasi menghasilkan salah satu dari empat regimen aliran, yang disebut:

- a) Subkritis-laminer (subcritical-laminer), apabila Fr lebih kecil dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- b) Superkritis_laminer (supercritical-laminer), apabila Fr besar dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- c) Superkritis-turbulent (supercritical-turbulent), apabila Fr lebih besar dari pada satu dan Re berada dalam rentang laminer;
- d) Subkritis-turbulen (subcritical-turbulent), apabila Fr lebih kecil dari pada satu dan Re berada dalam rentang turbulen.

2.11. Profil Muka Air

Kedalaman aliran di sepanjang saluran dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan difensial untuk aliran berubah beraturan. Hitungan biasanya dimulai dari satu tampang dimana hubungan antara elevasi muka air (kedalaman) dan debit diketahui. Tampang tersebut dikenal dengan tampang (titik) kontrol seperti pada (Gambar 6).

Hitungan profil muka air biasanya dilakukan secara bertahap dari satu tampang berikutnya yang berjarak cukup kecil sehingga permukaan air diantara kedua tampang dapat di dekati dengan garis lurus. Apabila aliran adalah subkritis hitungan dimulai dari titik paling hilir dan menuju ke arah hulu. Sedang jika aliran adalah superkritis hitungan dilakukan dari hulu ke hilir.



Gambar 2. 10 Hitungan profil muka air Sumber: Bambang Triatmojo, 2008

2.12. Persamaan Aliran Saluran Terbuk

Pada umumnya persamaan aliran di saluran terbuka hanya digunakan pada aliran tetap dengan debit dinyatakan :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan :

Q = debit (m³/s)

A = luas penampang melintang saluran (m²)

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

Sementara itu, debit di sepanjang aliran dianggap seragam dengan kata lain aliran bersifat kontinu, sehingga :

$$Q_1 = Q_2 \quad A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \dots\dots\dots(2.28)$$

Namun demikian, tidak dapat dipungkiri bahwa akibat material yang berbeda pada setiap saluran, terutama saluran terbuka seperti sungai, aliran akan mengalami gesekan dengan material salurannya. Oleh sebab itu perlu juga dilakukan perhitungan kecepatan aliran yang

memperhatikan faktor gesekan tersebut. Persamaan Manning dapat digunakan untuk melakukan perhitungan yang dimaksud. Koefisien Manning (n) memperhitungkan koefisien kekasaran saluran pada perhitungannya. Koefisien kekasaran merupakan pengerem dari aliran air baik di saluran (channel) maupun dataran banjir (flood plain). Nilai n pada saluran ditentukan dengan mengevaluasi pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan oleh faktor-faktor kekasaran di dalam saluran.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif bersifat deskriptif, artinya permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan keadaan status fenomena yaitu mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan keadaan sesuatu sesuai dengan fenomena atau gejala yang terjadi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi aliran, nilai kecepatan aliran dan besarnya debit aktual pada penampang saluran berdasarkan data di lapangan. Tujuan utama pada penelitian ini adalah untuk meninjau suatu kasus tersebut agar dapat memberikan solusi pemecahan masalah.

3. 2. Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1. Tempat Penelitian

Untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan berkaitan dengan permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini, maka penulis melakukan penelitian dengan memilih lokasi penelitian pada penampang segi empat dan penampang trapesium pada saluran induk Bantimurung Kabupaten Maros.

3.3.1. Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini direncanakan selama 2 bulan. Waktu penelitian dapat dilihat pada tabel 3.1

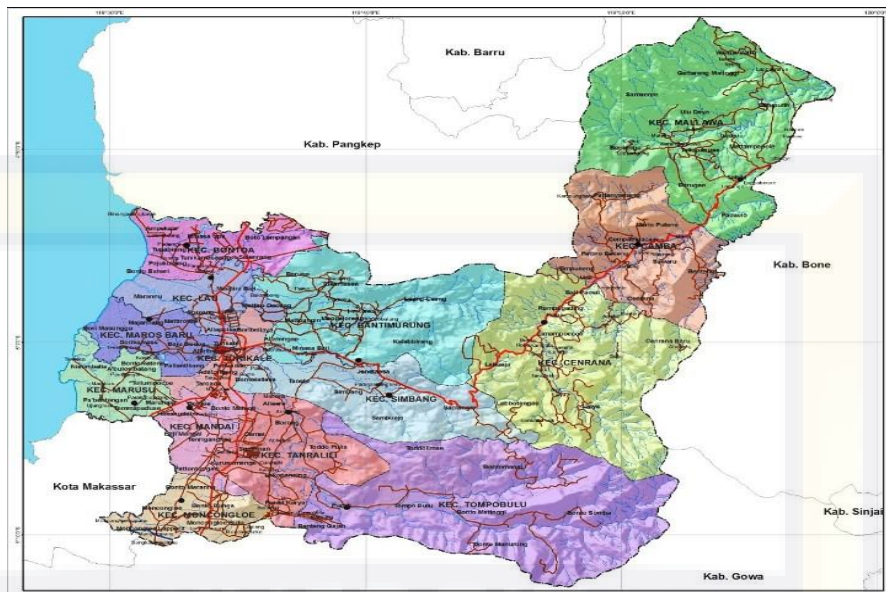
Tabel 3. 1 Uraian Waktu Penyelesaian

BAR CHART TIME SCHEDULE PENELITIAN									
BULAN		I				II			
MINGGU		1	2	3	4	5	6	7	8
1	MULAI	■							
2	SURVEY LAPANGAN		■						
3	PENGUMPULAN DATA		■	■					
4	ANALISIS DATA			■	■	■	■	■	
5	PEMBAHASAN				■	■	■	■	
6	KESIMPULAN							■	
7	SELESAI								■

3. 3. Metode Penelitian

3.3.1. Lokasi Penelitian

Untuk mendapatkan data dan informasi yang diperlukan berkaitan dengan permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini, maka penulis melakukan penelitian dengan memilih lokasi penelitian ditempat yang mempunyai data sesuai dengan objek yang akan diteliti. penulis melakukan penelitian dengan memilih lokasi penelitian pada penampang segi empat dan penampang trapesium pada saluran induk Bantimurung Kabupaten Maros. Untuk lokasinya dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 1 Peta lokasi penelitian

3.3.2. Jenis dan Sumber Data

Adapun jenis dan sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data primer, yaitu pengumpulan data teknis melalui survey yang diperoleh melalui penelitian di lapangan.
2. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh melalui study kepustakaan yakni melalui literatur atau buku-buku, dokumen-dokumen yang ada relevasinya dengan materi yang dibahas.

3.3.3. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari : Q_{akt} (debit aktual), V_{av} (kecepatan rata-rata), A (luas penampang saluran).

3.3.4. Teknik Pengumpulan Data

Adapun cara yang akan digunakan dalam pengumpulan data adalah :

1. Tahap Pertama : melakukan observasi di lapangan terkait pemilihan lokasi penelitian saluran segi empat dan saluran trapesium pada saluran induk Bantimurung Kabupaten Maros.
2. Tahap Kedua : melakukan pengumpulan data pada lokasi yang dipilih di lapangan dengan masing-masing sampel di tiap saluran.
3. Tahap Ketiga : Studi Kasus atau Studi pustaka dari berbagai buku-buku literature yang berkaitan dengan distribusi kecepatan aliran, dan membandingkan kecepatan aliran.

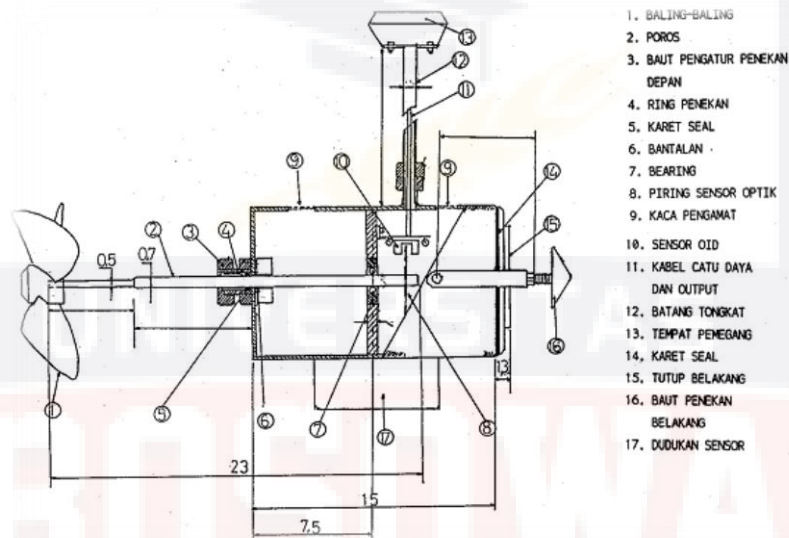
3.3.5. Desain Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan pendekatan kuantitatif bersifat deskriptif, artinya permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan keadaan status fenomena yaitu mengetahui hal-hal yang berhubungan dengan keadaan sesuatu sesuai dengan fenomena atau gejala yang terjadi.

Untuk melakukan pengukuran dilapangan dipilih beberapa bagian dari saluran. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

- a. Stopwatch genggam (alat pengukur waktu),

- b. Meteran
- c. Alat tulis,
- d. Kamera (alat pemotret), dan
- e. Current meter tipe flowatch fl-03



Gambar 3. 2 Current Meter

3.3.6.Persyaratan Lokasi Pengukuran Debit

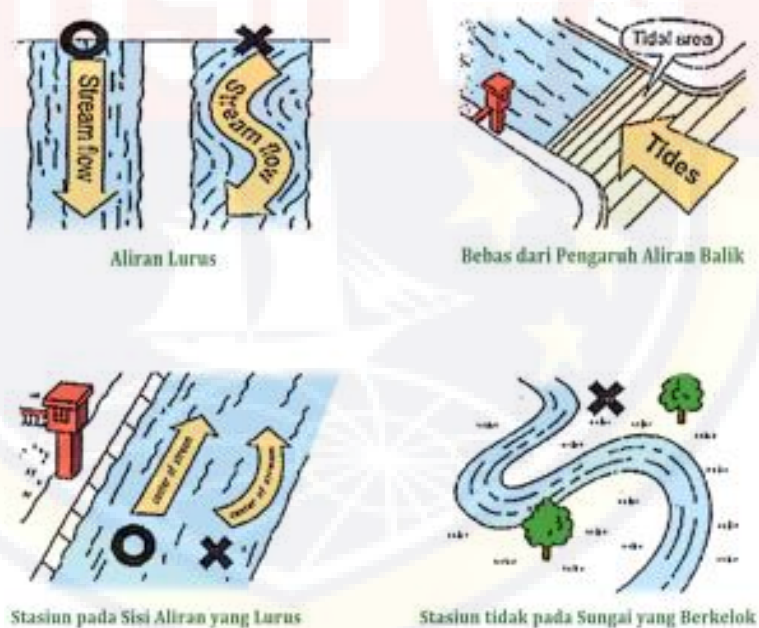
Persyaratan lokasi pengukuran debit dengan mempertimbangkan faktor-faktor, sebagai berikut:

1. Berada tepat atau di sekitar lokasi pos duga air, dimana tidak ada perubahan bentuk penampang atau debit yang menyolok
2. Alur sungai harus lurus sepanjang minimal 3 kali lebar sungai pada saat banjir/ muka air tertinggi
3. Distribusi aliran merata dan tidak ada aliran yang memutar
 - a. Aliran tidak terganggu sampah maupun tanaman air dan tidak terganggu oleh adanya bangunan air lainnya (misalkan

pilar jembatan), tidak terpengaruh peninggian muka air, pasang surut dan aliran lahar

- b. Penampang melintang pengukuran diupayakan tegak lurus terhadap alur sungai
- c. Kedalaman pengukuran minimal 3 sampai dengan 5 kali diameter baling – baling alat ukur arus yang digunakan
- d. Apabila dilakukan di lokasi *bendung*, harus dilakukan di sebelah hilir atau hulu *bendung* pada lokasi yang tidak ada pengaruh pengempangan (arus balik)

Berikut adalah gambar penempatan stasiun pengamat pada berbagai macam aliran sungai:

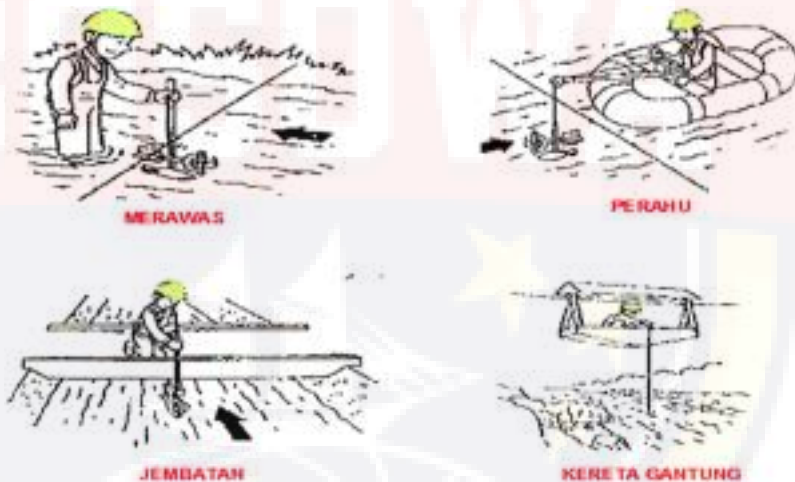


Gambar 3. 3 Penempatan stasiun Pengamat

3.3.7. Pengukuran Debit Secara Langsung

Pengukuran debit dengan menggunakan *current meter* (alat ukur arus) dilakukan dengan cara merawas, dari jembatan, dengan menggunakan perahu, dengan menggunakan *winch cable way* dan dengan menggunakan *cable car*.

Apabila pengukuran dilakukan dengan kabel penggantung dan posisi kabel penduga tidak tegak lurus terhadap muka air, maka kedalaman air harus dikoreksi dengan besarnya sudut penyimpangan.



Gambar 3. 4 Pengukuran debit dengan *current meter*

Pengukuran dengan merawas dilakukan apabila kedalaman air tidak lebih dari 1,2 m dan kecepatan air lebih kecil dari 1 m/detik, apabila kedalaman dan kecepatan arus air lebih dari kriteria tersebut maka pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengukuran yang lain.

Tahapan pengukuran dengan menggunakan *current meter* adalah sebagai berikut:

1. Siapkan peralatan yang akan digunakan untuk pengukuran yaitu:
 - a. 1 (satu) set alat ukur arus atau Current Meter (Valeproof BFM 00281N 1339 seri No. 3175) lengkap
 - b. 2 (dua) buah alat penduga kedalaman (stang/stick) panjang masing-masing 2 m
 - c. Roll meter
 - d. Tali Raffia
 - e. Stopwatch
 - f. Kartu Pengukuran
 - g. Alat Tulis
 - h. Peralatan penunjang lainnya seperti topi, sepatu lapangan dll.
2. Ukur dimensi saluran (lebar atas, lebar dasar saluran, kemiringan saluran, dan keliling basah).
3. Bentangkan tali tersebut tegak lurus dengan arah aliran saluran.
4. Pemasangan tali yang telah ditandai dengan ruas-ruas yang berjarak masing-masing 150 cm (sesuai titik pengukuran).
5. ukur ketinggian muka air dengan menggunakan alat penduga kedalaman.
6. Tulis semua informasi/keterangan yang ada pada kartu pengukuran seperti nama sungai dan tempat, tanggal pengukuran, nama petugas dll.

7. Catat pembacaan alat Current Meter di tiap titik pengamatan selama interval waktu yang telah ditentukan (40 – 70 detik), apabila arus air lambat waktu yang digunakan lebih lama (misal 70 detik), apabila arus air cepat waktu yang digunakan lebih pendek (misal 40 detik).

Adapun metode pengukuran debit dengan menggunakan *current meter* yang dilakukan yaitu:

a. Merawas

Pengukuran debit dengan cara merawas adalah petugas pengukur langsung masuk ke dalam badan air. Petugas pengukur minimal terdiri dari 2 orang, 1 orang petugas mengoperasikan peralatan dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran. Dalam pelaksanaannya perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- b. dilakukan pada lokasi sebatas pengukur mampu merawas
- c. posisi berdiri pengukur harus berada di hilir alat ukur arus dan tidak boleh menyebabkan berubahnya garis aliran pada jalur vertikal yang diukur.
- d. letakkan tongkat penduga tegak lurus pada jarak antara 2,5 – 7,5 cm di hilir kabel baja yang telah dibentangkan
- e. hindari berdiri dalam air apabila akan mengakibatkan penyempitan penampang melintang.

- f. apabila posisi *current meter* (arah aliran) tidak tegak lurus terhadap penampang melintang sungai, maka besarnya sudut penyimpangan perlu dicatat untuk menghitung koreksi kecepatan di vertikalnya.



Gambar 3. 5 Metode Merawas

3.3.8. Teknik Analisis Data

Berdasarkan perolehan data primer maupun data sekunder digunakan penerapan metode-metode analisis sebagai berikut :

Perhitungan distribusi kecepatan aliran dan debit aktual.

1. Hitung kecepatan (v) rata-rata pada setiap vertikal dengan

rumus:

- a. Apabila pengukuran dilakukan pada 1 titik (0.5 atau 0.6 d)

maka v rata – rata = v pada titik tersebut

- b. Apabila pengukuran dilakukan pada 2 titik (0.2 dan 0.8 d)

maka v rata – rata = $(v_{0.2} + v_{0.8}) / 2$.

2. Hitung luas sub/bagian penampang melintang

3. Hitung luas seluruh penampang melintang (A)

Luas seluruh penampang melintang dihitung dengan cara menjumlahkan seluruh luas pada sub/bagian penampang dengan rumus: $A = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$

4. Hitung kecepatan rata-rata seluruh penampang melintang (V)

Kecepatan rata-rata seluruh penampang melintang = debit total / luas seluruh penampang melintang atau $V = Q \text{ total} / A$

5. Hitung kemiringan dasar saluran (I)

Kemiringan dasar saluran dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \Delta H/L$$

Dimana :

I = Kemiringan dasar saluran

H = Elevasi Tinggi muka air (m)

L = Panjang bagian sungai (m)

6. Hitung Keliling Basah (P)

Keliling basah saluran dapat dihitung dengan rumus:

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0,5}$$

Dimana :

P = Keliling basah saluran

B = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

m = Kemiringan dinding saluran

7. Hitung Luas Penampang (A)

Luas penampang saluran dapat dihitung dengan rumus:

$$A = (B + mh) h$$

Dimana :

A = Luas penampang (m²)

B = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

m = Kemiringan dinding saluran

8. Hitung Jari-jari Hidraulik (R)

Jari-jari Hidraulik saluran dapat dihitung dengan rumus:

$$R = A / P$$

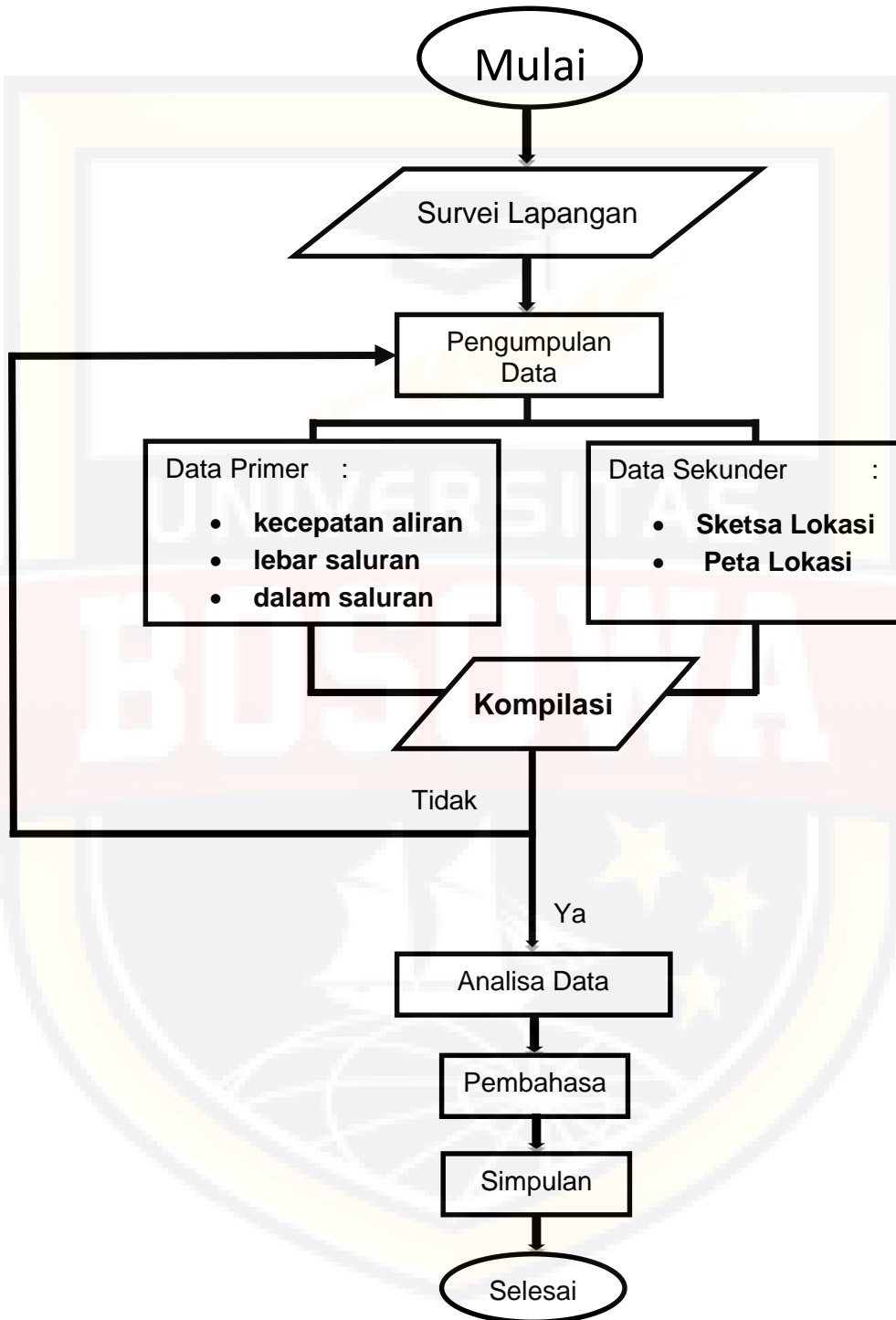
Dimana :

R = Jari-jari hidraulik (m)

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah

3. 4. Alur Penelitian



Gambar 3. 6 Alur Penelitian

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Kecepatan Aliran pada Penampang Saluran Segi Empat dan Saluran Trapesium.

Tabel 4. 1 Penampang Saluran P1 Bentuk Trapesium

Penampang 1 trapezium						
Lebar Atas	=	9,4	m			
Lebar Bawah	=	5,76	m			
Tinggi Air	=	0,85	m			
Tinggi Saluran	=	1,63	m			
Kecepatan air						
		atas 1/3h	bawah 2/3h			
x1 (kiri)		5	3 km/h	1,39	0,83	m/det
x2 (tengah)		6	4 km/h	1,67	1,11	m/det
x3 (kanan)		3	2 km/h	0,83	0,56	m/det
				Kec.rata2	1,06	m/det

Tabel 4. 2 Penampang Saluran P2 Bentuk Segi Empat

penampang 2 Persegi						
Lebar Atas	=	6,8	m			
Lebar Bawah	=	6,8	m			
Tinggi Air	=	0,89	m			
Tinggi Saluran	=	1,65	m			
Kecepatan air						
		atas 1/3h	bawah 2/3h			
x1 (kiri)		5	3 km/h	1,39	0,83	m/det
x2 (tengah)		6	5 km/h	1,67	1,39	m/det
x3 (kanan)		3	2 km/h	0,83	0,56	m/det
				Kec.rata2	1,11	m/det

Tabel 4. 3 Penampang Saluran P3 Bentuk Trapesium

Penampang 3 trapezium						
Lebar Atas	=	9,4	m			
Lebar Bawah	=	5,76	m			
Tinggi Air	=	0,85	m			
Tinggi Saluran	=	1,63	m			
Kecepatan air						
		atas 1/3h	bawah 2/3h			
x1 (kiri)		5	3 km/h	1,39	0,83	m/det
x2 (tengah)		6	4 km/h	1,67	1,11	m/det
x3 (kanan)		2	1 km/h	0,56	0,28	m/det
				Kec.rata2	0,97	m/det

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran

No.	Bentuk Saluran	V Kecepatan aliran	Satuan
1	Trapesium	1,06	m/det
2	Segi Empat	1,11	m/det
3	Trapesium	0,97	m/det

Hasil pengukuran kecepatan dari 3 ruas akibat perubahan penampang saluran primer Bantimurung I diperoleh pada saluran dengan penampang 1 bentuk trapesium, berubah bentuk penampang 2 saluran berbentuk Segi Empat mengalami perubahan kecepatan 1,06 m/det mengalami perubahan kecepatan aliran dengan peningkatan menjadi 1,11 m/det, kemudian saluran pada penampang 3 mengalami perubahan bentuk penampang trapesium dengan kecepatan aliran 0,97 m/det.

Perubahan kecepatan aliran ini disebabkan akibat adanya perubahan bentuk dari trapesium ke bentuk Segi Empat. Kecepatan aliran dipengaruhi beberapa factor diantaranya : dimana $V = 1/n * R^{2/3} * I^{1/2}$

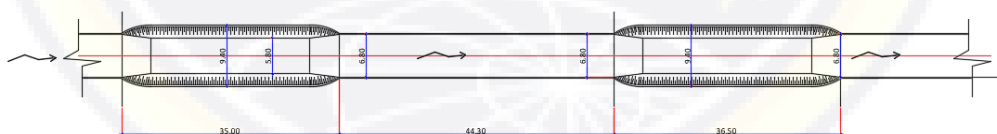
Tabel 4. 5 Perbedaan Kecepatan Aliran saluran Trapesium dan Saluran Segi Empat

	Panjang Saluran	Lokasi Pengamatan	Ukuran Penampang Saluran	Kecepatan Aliran rata (Vrata2)	A	P	R	$V = 1/n * R^{2/3} * I^{1/2}$
Penampang Saluran Trapesium	35 m	P1	Lebar Atas = 9.4 m 1/3h Lebar Bawah = 5.76 m 2/3h Tinggi Air = 0.85 m Tinggi Saluran = 1.63 m	1.3 m/det 0.83 m/det 1.06 m/det	6.0797	8.6845	0.7001	1.607 m/det
Penampang Saluran Persegi	44,3 m	P2	Lebar Atas = 6.8 m 1/3h Lebar Bawah = 56.8 m 2/3h Tinggi Air = 0.89 m Tinggi Saluran = 1.65 m	1.3 m/det 0.93 m/det 1.11 m/det	6.052	8.58	0.7054	1.615 m/det
Penampang Saluran Trapesium	36,5 m	P3	Lebar Atas = 9.4 m 1/3h Lebar Bawah = 5.76 m 2/3h Tinggi Air = 0.85 m Tinggi Saluran = 1.63 m	1.2 m/det 0.74 m/det 0.97 m/det				

Hasil penelitian yang dilakukan pada Saluran Induk bantimurung pada Daerah Irigasi Bantimurung, saluran yang mengalami perubahan penampang saluran dari saluran bentuk trapezium sepanjang 35,0 m berubah bentuk penampang saluran Segi Empat empat sepanjang 44,3 m kemudian saluran berubah kembali berbentuk trapezium sepanjang 36,5 m. Perubahan bentuk penampang saluran akan mengakibatkan perubahan sifat karakteristik aliran sepanjang saluran.

Perubahan karakteristik aliran sepanjang saluran Induk Bantimurung dapat dipengaruhi beberapa hal, berdasarkan hasil penelitian dan pengukuran yang dilakukan dilokasi penelitian diantaranya sebagai berikut: Type aliran adalah aliran laminer, pada kondisi ini debit aliran (Q_1) pada penampang saluran trapezium sama dengan debit aliran (Q_2) pada penampang saluran Segi Empat atau debit yang masuk sama dengan debit yang keluar.

P1	P2	P3
Bentuk Sal.Trapezium	Bentuk Segi Empat	Bentuk Sal.Trapezium
Panjang Saluran = 35 m	Panjang Saluran = 44,3 m	Panjang Saluran = 36,5 m
L dasar sal. = 5,76 m	L sal. = 6,80 m	L dasar sal. = 5,76 m
L atas sal. = 9,40 m	h kedalam = 0,89 m	L atas sal. = 9,40 m
h kedalam = 0,85 m	H tinggi sal. = 1,65 m	h kedalam = 0,85 m
H tinggi sal. = 1,63 m		H tinggi sal. = 1,63 m
I kemiringan sal. = 0,0015	I kemiringan sal. = 0,0015	I kemiringan sal. = 0,0015



Gambar 4. 1 Sketsa Perubahan Penampang Saluran

Kekasaran saluran (n Manning atau C Ches) : nilai n atau koefisien kekasaran permukaan saluran menurut Manning tergantung media type saluran. Pada saluran yang ditinjau kekasaran saluran $n = 0,017$ adalah saluran dari pasangan batu.

Kemiringan Saluran (I atau S): Demikian juga kemiringan saluran, mempengaruhi kecepatan aliran, semakin besar kemiringan maka kecepatan aliran akan semakin meningkat.

Penampang Saluran ($R = A/P$) : Bentuk penampang Saluran akan mempengaruhi kecepatan aliran, dimana jari-jari hidrolis R sangat dipengaruhi terhadap luas penampang dan keliling basah. Nilai keliling basah penampang saluran ($P_{\text{trapezium}}$) pada bentuk trapezium lebih kecil dari pada Nilai keliling basah ($P_{\text{Segi Empat}}$). Sehingga Nilai R akan mempengaruhi besarnya dan Kecepatan aliran.

Berikut Perbandingan Nilai R Penampang saluran bentuk Trapezium dengan penampang saluran bentuk Segi Empat dengan Debit yang sama.

Tabel 4. 6 Perbandingan Nilai R

Bentuk Penampang Saluran	Luas Penampang	P	R	V
Trapesium	$A = (b + m * h) * h$	$b + 2 * h * (1+m^2)^{1/2}$	A/P	$V = 1/n * R^{2/3} * I^{1/2}$
	b = 6,36 m h = 0,85 m m = 0,93 A = 6,0779 m ² I = S = 0,0012 n = 0,017 Q = 0,0358 m ³ /det	8,6815	0,7001	0,00274 m/det
Persegi	$A = b * h$	$b + 2 * h$		
	b = 6,8 m h = 0,894 m A = 6,0779 m ² I = S = 0,0012 n = 0,017 Q = 0,0358 m ³ /det	8,5877	0,7077	0,00589 m/det

4.2. Penampang Saluran

a. Saluran berbentuk Segi Empat

Keliling basah **P** atau **O**, bila ditinjau suatu penampang tegak lurus pada sumbu saluran, maka keliling basah adalah panjang daripada sisi saluran yang disentuh oleh cairan di dalamnya.

Saluran berbentuk segi empat panjang maka keliling basah **P = B + 2.h**

Jari-jari hidrolis disimbolkan **m** atau **R**.

Luas penampang Aliran = **A**

Maka: $m = A/P$, atau $R = A/O$

Untuk saluran berbentuk segi empat panjang.

$$m = R = h.B/(B + 2.h)$$

b. Saluran berbentuk Trapesium

Saluran berbentuk Trapesium maka keliling basah $P = B + 2.h.(1 + n)^{1/2}$

Luas penampang Aliran $A = h.(B + n. h)$

h = kedalaman saluran, dan B = lebar dasar saluran

Kemiringan tebing saluran $\text{tg } \alpha = 1/n$ atau $n = 1/\text{tg } \alpha$

Jari-jari hidrolis disimbolkan **m** atau **R**.

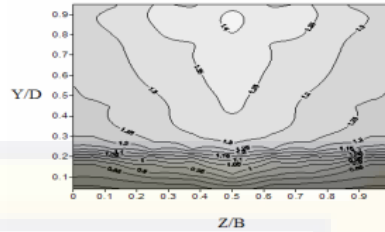
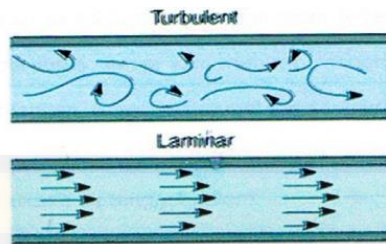
Maka: $m = A/P$, atau $R = A/O$

Untuk saluran berbentuk Trapesium :

$$m = R = h.(B + n. h) / (B + 2.h.(1 + n)^{1/2})$$

4.3. Kecepatan Aliran

Distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran, dilihat pada gambar dibawah ini, yaitu saluran penampang memanjang dan saluran penampang melintang.



(1). Kecepatan Aliran pada Penampang Memanjang Saluran

(2). Kecepatan Aliran pada Penampang Melintang Saluran

Gambar 4. 2 Distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran

4.1.1. Pada Saluran Segi Empat

Kecepatan aliran pada penampang saluran Segi Empat dipengaruhi beberapa factor diantaranya; Bentuk penampang yaitu nilai :

Kemiringan saluran,

Jari-jari hidrolis saluran

Karena bentuknya Segi Empat, dinding saluran biasanya terbuat dari pasangan batu atau beton yang mempengaruhi kekasaran saluran.

Lebar Atas $B = 6.8 \text{ m}$

Lebar Bawah $b = 6.8 \text{ m}$

$m = 0$

Tinggi Air $h = 0.89 \text{ m}$

Tinggi Saluran $H = 1.65 \text{ m}$

Luas Penampang Basah $A = b * h$

Keliling Basah $P = b + 2 * h$

Jari-jari Hidrolis $R = A / P$

Kecepatan Aliran (V)

Persamaan Manning $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$

Koefisien Manning $n = 0.017$

Konstanta Chezy $k = \text{Pasangan batu} = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{det}$

$$Q = A \cdot V \quad A = b \cdot h$$
$$6.052 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2 \cdot h$$
$$= 8.58 \text{ m}$$

$$R = A / P$$

$$0.705361$$

$$S = I = 0.0012$$

$$n = 0.017$$

$$C = k \cdot R^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 60 \times 0.705361^{\frac{1}{3}} = 56.60913545$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad V = \frac{1}{0.017} 0.705361^{\frac{2}{3}} \cdot 0.0012^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1.615 \text{ m/det}$$

$$V = C\sqrt{RI}$$

$$V = C \cdot R^{\frac{1}{2}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1.647 \text{ m/det}$$

4.1.2. Pada Saluran Trapesium

Lebar Atas $B = 9.4 \text{ m}$

Lebar Bawah $b = 6.36 \text{ m}$

$$m = 0.932515337$$

$$\text{Tinggi Airh} = 0.85 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Saluran } H = 1.63 \text{ m}$$

$$\text{Luas Penampang Basah} \quad A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$\text{Keliling Basah} \quad P = b + 2 \cdot h (1 + m^2)^{1/2}$$

$$\text{Jari-jari Hidrolis} \quad R = A / P$$

Kecepatan Aliran (V)

$$\text{Persamaan Manning} \quad V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$\text{Koefisien Manning} \quad n = 0.012$$

$$\text{Konstanta Chezy} \quad k = \text{Pasangan batu} = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{det}$$

$$Q = A \cdot V \quad A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$6.079742331 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2 \cdot h (1 + m^2)^{1/2}$$

$$= 8.684457 \text{ m}$$

$$R = A / P$$

$$= 0.700072$$

$$S = I = 0.0012$$

$$n = 0.017$$

$$C = k \cdot R^{1/6}, \quad C = 60 \times 0.700072^{1/6} = 56,53815967$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad V = \frac{1}{0.017} 0.700072^{2/3} \cdot 0.0012^{1/2}$$

$$= 1.607 \text{ m/det}$$

$$V = C\sqrt{RI} \quad V = C \cdot R^{1/2} \cdot I^{1/2}$$

$$= 1.639 \text{ m/det}$$

4.4. Koefisien Saluran

4.4.1. Saluran pasangan batu

Saluran Induk Bantimurung merupakan saluran pasangan batu, baik pada saluran Segi Empat maupun saluran trapezium, koefisien manning n saluran pasangan batu adalah sebesar $n = 0,025-0,040$, koefisien saluran juga mempengaruhi kecepatan aliran saluran, dimana nilai n sangat mempengaruhi kecepatan aliran dimana $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$

Semakin besar nilai n , maka semakin kecil kecepatan aliran saluran yang sangat dipengaruhi kekasaran saluran.

Kekasaran permukaan ditandai dengan ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luasan basah yang menimbulkan efek hambatan terhadap aliran. Hal ini sering dianggap sebagai satu satunya faktor dalam memilih koefisien kekasaran, tetapi sebenarnya hanyalah satu dari beberapa faktor utama lainnya. Secara umum dikatakan bahwa, butiran halus mengakibatkan nilai n yang relatif rendah dan butiran kasar memiliki nilai n yang tinggi.

Nilai n dipengaruhi dengan permukaan saluran, jika permukaan halus maka nilai n atau koefisien kekasaran manning lebih kecil. Demikian juga pada saluran yang mempunyai banyak hambatan misalnya tanaman, pohon atau kondisi saluran tidak beraturan dapat menyebabkannilai n besar, sehingga dapat mempengaruhi kecepatan aliran

4.4.2. Saluran Tanah

Lokasi penelitian yang ditinjau tidak ada saluran tanah, sehingga pada penelitian ini diasumsikan mempunyai nilai koefisien kekasaran saluran manning n dianggap sama. Demikian pula dengan ketidakteraturan saluran mencakup ketidakteraturan

keliling basah dan variasi penampang, ukuran dan bentuk di sepanjang saluran. Pada saluran alam, ketidakaturan seperti ini biasanya diperlihatkan dengan adanya alur alur pasir, gelombang pasir, cekungan dan gundukan, lubang lubang dan tonjolan di dasar saluran. Secara umum, perubahan lambat laun dan teratur dari penampang aliran basah saluran baik dari bentuk dan ukurannya tidak terlalu mempengaruhi nilai n , tetapi perubahan tiba tiba atau peralihan dari penampang kecil ke besar akibat dari banjir ataupun pekerjaan manusia akan mengakibatkan meningkatnya nilai n .

4.5. Kemiringan Saluran

Di tinjau pada kemiringan saluran yang sama berdasarkan kemiringan taraf muka air, taraf muka air disepanjang saluran diukur berdasarkan perubahan ketinggian sepanjang saluran dengan pengukuran jarak vertikal antara titik stasium dengan stasium per-100 m selanjutnya.

Data yang diperoleh dilapangan dihitung berdasarkan rumus :

Kemiringan = $\text{Beda Elevasi} / \text{Jarak Horizontal} \times 100 \%$.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa:

- 5.1.1. Distribusi kecepatan aliran pada penampang saluran trapezium dan penampang saluran Segi Empat menunjukkan nilai kecepatan aliran yang besar berada pada bagian tengah saluran dan menurun jika mendekati tepi saluran. Kecepatan aliran pada penampang saluran trapezium bagian tengah v rata = 1,390 m/det dan bagian tepi v rata = 0,695 m/det. Demikian pula pada penampang saluran Segi Empat bagian tengah v rata = 1,530 m/det dan bagian tepi v rata = 0,695 m/det.
- 5.1.2. Debit saluran Q pada aliran saluran yang sama dengan penampang saluran yang berbeda, dipengaruhi nilai jari-jari hidrolis (R) yang berbeda tergantung bentuk saluran, saluran trapezium $R_{\text{trapesium}} = 0,7001$ m dengan kecepatan aliran $v = 0,00274$ m/det, dan saluran Segi Empat $R_{\text{Segi Empat}} = 0,7077$ m dengan kecepatan aliran $v = 0,00589$ m/det.

5.2. Saran

- 5.2.1. Penelitian ini sebaiknya dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga factor-faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran dapat diukur dan diuji dengan baik
- 5.2.2. Perlu penelitian selanjutnya untuk mencari penampang saluran yang efisien, baik dalam menyalurkan Q debit maupun v kecepatan aliran.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali dkk, 2018, *Karakteristik Aliran Pada Bangunan Pelimpah Tipe Ogee*, Jurnal Teknik Hidro. Vol. 11, No. 1
- Anwar1, R. (2007), *Studi Perencanaan Saluran Samping Ruas Jalan Bayangkara Tanah Grogot Kabupaten Pasir*, INFO-TEKNIK Volume 8 No.1 , (1-6) .
- Azhari, D. (2016), *Analisis Debit Rancangan Banjir Dan Kapasitas Penampang Sungai Baki*, 4-25.
- Chow1992, *Hidrolika Saluran Terbuka*, (terjemahan), Erlangga, Jakarta
- Haris, d. V. (2016), *Perencanaan Dimensi Ekonomis Saluran Primer Daerah Irigasi (Di) Bunga Raya*, Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol. 2 , 48-53.
- Heryana Oktaviana, 2008, *Pengaruh Kontraksi Penampang Sungai*, Tesis Teknik Sipil Universitas Indonesia, Jakarta
- Ikhsan, C. (2006), *Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Seragam Pada Saluran Terbuka Tampang Segiempat*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret , 1-6.
- Norhadi, d. A. (2015), *Studi Debit Aliran Pada Sungai Antasan Kelurahansungai Andai Banjarmasin Utara*, Jurnal Poros Teknik Volume 7 No. 1 , 1-53 .
- Norman, P. R. (2017), *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Unesa Dengan Adanya Pengembangan Kawasan Surabaya Barat*, Tugas Akhir-Rc14-1501 , 5-40.
- Pangestu, M. I. (2017). *Kaji Ulang Dimensi Saluran Pada Sistem Drainase Di Perumahan Sinbad Green Residence*. Institut Pertanian Bogor Bogor , 1-25.
- Robert, J.K.,2002 , *Hidrolika Saluran Terbuka*, (terjemahan), Erlangga, Jakarta.
- Rangga Raju, (1981), *Studi Pengaruh Energi specific Terhadap Kecepatan Aliran*,Tesis Teknik Sipil Sriwijaya Indonesia
- Triatmodjo B., 2008, *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, B., 1996 "*Hidraulika II*", Edisi kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

Ven Te Cow., E.V. Nensi Rosalina, 1989, *Hidrolika Saluran Terbuka*, (terjemahan), Erlangga, Jakarta

Ven Te Chow, 1959, *Hidrolika Saluran Terbuka*, (terjemahan), Erlangga, Jakarta



L

A

M

P

I

R

A

N





Mengukur Tinggi Saluran Segi empat



Mengukur Lebar Atas Saluran Segi Empat



Mengukur Lebar Atas Saluran Trapesium



Mengukur Lebar Bawah Saluran Trapesium



Mengukur Kecepatan Aliran dengan Current Meter



Mengukur Tinggi Air Saluran



Mengukur Kecepatan Aliran di bagian Tengah saluran dengan Current Meter



Mengukur Kecepatan Aliran di sisi Kanan saluran dengan Current Meter



Mengukur Kecepatan Aliran di sisi Kiri saluran dengan Current Meter