

**“ S K R I P S I ”**

**STUDI POLA ALIRAN DI MUARA SUNGAI DENGAN BANGUNAN  
DASAR TYPE PERSEGI PANJANG**



Oleh :

**HAMDINI**  
**105 810 1449 11**

**KASMAN**  
**105 810 1445 11**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN SIPIL PENGAIRAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2017**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

# **FAKULTAS TEKNIK**

**GEDUNG MENARA IQRA LT. 3**

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : [www.unismuh.ac.id](http://www.unismuh.ac.id), e-mail : [unismuh@gmail.com](mailto:unismuh@gmail.com)

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI POLA ALIRAN DI MUARA SUNGAI DENGAN  
BANGUNAN DASAR TIPE PERSEGI PANJANG  
( UJI MODEL LABORATORIUM )**

Nama : HAMDINI

: KASMAN

Stambuk : 105 81 01449 11

105 81 01445 11

Makassar, 19 Desember 2017

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing;

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.

Dr. Ir. Nenny, ST., MT.

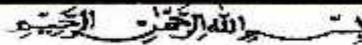
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Muh. Syafaat S. Kuba, ST

NBM : 975 288



PENGESAHAN

Skripsi atas nama Kasman dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01445 11 dan Hamdini dengan nomor induk Mahasiswa 105 81 01449 11, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 1067/05.A.2-II/XII/39/2017, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 16 Desember 2017

Makassar, 30 Rabiul Awal 1439 H  
19 Desember 2017 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

- a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar  
Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.
- b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Dr. -Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME.

2. Penguji

- a. Ketua : Ir. H. Maruddin Laining, MS.
- b. Sekretaris : Lutfi Hair Djunur, ST., MT.

3. Anggota

- 1. Dr. Ir. H. Muh. Idrus Ompo, SP., PSDA.
- 2. Ir. Mahmuddin, ST., MT.
- 3. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.

Handwritten signatures of the exam committee members, including the Dean and the examiners.

Mengetahui :

Pembimbing I

Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT.

Pembimbing II

Dr. Ir. Nenny, ST., MT.

Dekan



Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT.  
NBM : 855 500

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyusun Proposal rencana penelitian dengan judul :“STUDI POLA ALIRAN DI MUARA SUNGAI DENGAN BANGUNAN DASAR TYPE PERSEGI PANJANG”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, hal ini disebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kekhilafan baik itu dari segi teknis penulisan. Oleh karena itu penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat lebih bermanfaat.

Proposal rencana penelitian ini dapat terwujud berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Hamzah Al Imran,ST.,MT sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Bapak Dr. Eng. Mukhsan Putra Hatta, ST., MT selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Ir.Nenny T Karim, ST., MT selaku pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga terwujudnya proposal ini.
4. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik atas segala waktunya, telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda, Ibunda dan Saudara-saudara yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a, dorongan dan pengorbanannya.
6. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik, terkhusus Saudaraku Angkatan 2011 yang dengan keakraban dan persaudaraannya banyak membantu dalam menyelesaikan proposal penelitian ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT. dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara. Amin.

Makassar, Oktober 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Batasan Masalah .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	3
F. Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Estuari .....	6
C. Muara Sungai.....	7
D. Tipe Muara Sunagai .....	9
F. Gelombang.....	12
G. Pasang Surut .....	15

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	17
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data.....	17
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
D. Variabel Yang Diteliti.....	20
E. Model Penelitian.....	21
F. Langkah - langkah Penelitian.....	22
G. Flow Chart Penelitian .....	23

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Dan Pembahasan .....	24
B. Hubungan Antara Kedalaman Dan Kecepatan Arus Rata-rata Dengan tiga Variasi Model.....	25
C. Hubungan Antara Titik Pengamatan Dan Kecepatan Arus Rata-Rata Dengan Tiga Variasi Model.....	31

**BAB V PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	33
B. Saran.....	33

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Energi Pasut Untuk Penanggulangan Pencemaran Air .....	7
Gambar 2 Tipe Muara Yang Didominasi Gelombang Laut .....	10
Gambar 3 Tipe Muara Yang Didominasi Aliran Sungai .....	11
Gambar 4 Tipe Muara Yang Didominasi Pasang Surut .....	12
Gambar 5 Sketsa Defenisi Gelombang.....	13
Gambar 6 Penyebab Terjadinya Pasang Surut .....	15
Gambar 7 Alat Electro Magnetic Current Meter .....	18
Gambar 8 Mistar Ukur.....	18
Gambar 9 Komputer .....	18
Gambar 10 Detector Model.....	19
Gambar 11 Model Saluran Tampak Samping Flume.....	19
Gambar 12 Model Saluran Tampak Atas.....	20
Gambal 13 Model 45 cm.....	21
Gambar 14 Model 85 cm .....	21
Gambar 15 Model 127 cm .....	22
Gambar 16 Bagan Alir Penelitian.....	23
Gambar 17. Gambar titik pengambilan data .....	24
Gambar 18 Perbandingan Pola Kecepatan Arus Depan1 45 cm, 85 cm,Dan127 cm.....	26
Gambar 19 Perbandingan Pola Kecepatan Arus 10 cm Depan Model 45 cm, 85 cm, Dan 127 cm .....	28

Gambar 20 Perbandingan Pola Kecepatan Arus Belakang Model 45 cm, 85 cm, Dan 127 cm .....	29
Gambar 21 Perbandingan Pola Kecepatan Arus 10 cm Belakang Model 45 cm, 85 cm, Dan 127 cm .....	31
Gambar 22 perbandingan kecepatan arus rata-rata dengan tiga variasi model .....	32

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan satu dengan model L <sub>1</sub> 45 cm, L <sub>2</sub> 85 cm, dan L <sub>3</sub> 127 cm.....	25
Tabel 2. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan 2 dengan model 45 cm, 85 cm, dan 127 cm .....	26
Tabel 3. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 1 dengan model 45 cm, 85 cm, dan 127 cm.....	28
Tabel 4. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 2 dengan model 45 cm ,85 cm, dan 127 cm.....	30

## DAFTAR NOTASI

$V$	= Kecepatan aliran (detik)
$t$	= Waktu (detik)
$H$	= Tinggi gelombang (cm)
$T$	= Periode gelombang (detik)
$\ell$	= Panjang model 45 cm
$d$	= Diameter model 10 cm
$h$	= Kedalaman air 25 cm
$\ell$	= Panjang model 85 cm
$d$	= Diameter model 10 cm
$h$	= Kedalaman air 25 cm
$\ell$	= Panjang model 127 cm
$d$	= Diameter model 10 cm
$h$	= Kedalaman air 25 cm

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Muara sungai adalah bagian hilir sungai yang langsung berhubungan dengan laut, berfungsi sebagai pengeluaran atau pembuang debit air sungai yang datang dari hulu (*triatmojo, 1999*). Disisi lain muara sungai juga dimanfaatkan sebagai media keluar masuknya kapal nelayan tradisional.

Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau di bagian estuari, estuari merupakan suatu komponen ekosistem pesisir yang dikenal sangat produktif dan paling mudah terganggu oleh tekanan lingkungan yang diakibatkan kegiatan manusia maupun oleh proses-proses alamiah (Dahuri 1992). Dilain pihak sebagian besar penduduk dunia (hampir mencapai 70%) bermukim di sekitar wilayah pesisir dan sepanjang tepian sungai termasuk di Indonesia.

Estuari yang berasal dari bahasa Latin aestus, berarti pasang-surut (ODUM 1971). Berdasarkan definisi Pritchard (dalam ODUM 1971), estuari merupakan suatu bentukan masa air yang semi tertutup di lingkungan pesisir, yang berhubungan langsung dengan laut lepas. Sirkulasi yang terjadi di estuari sangat di pengaruhi oleh sifat-sifat morfologi estuari itu sendiri, pasang surut, dan debit aliran yang datang dari hulu (debit air sungai).

Pencemaran yang terjadi di daerah pesisir perairan (*aquatic enviromet*) terutama perairan yang semi tertutup akibat dari pembangunan infrastuktur dan tata guna lahan (reklamasi), saat ini sudah menjadi masalah serius untuk diselesaikan permasalahannya. Demi menjaga kelestarian berkelanjutan lingkungan pesisir, penyelesaian tersebut dapat dilalukan dengan pemanfaatan energi pasang surut residual current (*Mukhsan Putra Hatta dalam tulisannya di Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXIV HATHI, Papua*).

Setelah ditinjau permasalahan yang sering terjadi di muara sungai yaitu pencemaran air di daerah pantai, diakibatkan tidak adanya sirkulasi air yang terjadi di estuari. Apabila proses ini terus menerus terjadi maka lambat laun mulut muara sungai akan tertutup oleh sedimentasi dan, pencemaran air di sekitar pantai. Oleh karena itu maka perlu dilakukan kajian uji laboratorium pada penempatan model bangunan dasar pantai yang efektif, untuk mengatasi permasalahan yang ada pada estuari dan muara sungai. Adapun judul penelitian kami adalah “***Studi Pola Aliran Di Muara Sungai Dengan Bangunan Dasar tipe persegi panjang***”.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah adalah bagaimana pengaruh kecepatan aliran terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang.

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar pengaruh kecepatan aliran terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang.

### **D. Batasan masalah**

Untuk menghindari pembahasan yang luas, dan penelitian ini dapat berjalan dengan baik serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini di batasi pada :

1. Penelitian dilakukan pada saluran terbuka ( uji model laboratorium).
2. Jenis air yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air tawar.
3. Model bangunan air yaitu persegi panjang, di dalam pipa persegi empat terdapat penghambat aliran dengan model selinder  $\frac{1}{4}$  lingkaran.
4. Menggunakan tiga variasi ukuran model yang berbeda.
5. Bangunan dasar tipe persegi panjang terbuat dari akrilit.

### **E. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Sebagai bahan referensi bagi berbagai pihak yang berkaitan dengan kecepatan arus di muara sungai dengan bangunan dasar tipe persegi panjang.

2. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang kami dapat di bangku perkuliahan.
3. Sebagai referensi untuk penelitian-penelitian lanjut dan yang serupa.
4. Secara teoritik, penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan ilmu hidrolika di jurusan Teknik Sipil Pengairan Universitas Muhammadiyah Makassar.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan ini terdiri dari lima bab, dimana masing-masing bab membahas masalah tersendiri diantaranya sebagai berikut:

### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II Kajian Pustaka**

Bab ini berisi mengenai permasalahan yang akan menjadi bahan penelitian dalam penulisan tugas akhir pada suatu wilayah tertentu. Dimana hal ini mencakup teori-teori dan formula atau rumus-rumus yang akan digunakan dalam penelitian dan penyusunan tugas akhir.

### **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini berisi mengenai gambaran umum penelitian seperti lokasi penelitian, alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian dan metode yang dipakai pada saat melakukan penelitian.

#### **BAB IV Pembahasan dan Hasil**

Bab ini berisi tentang hasil kajian dari judul penelitian tugas akhir secara detail dan terperinci. Diantaranya pengaruh kecepatan di muara sungai terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang yang digunakan.

#### **BAB V Kesimpulan Dan Saran**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran setelah melakukan penelitian tugas akhir.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

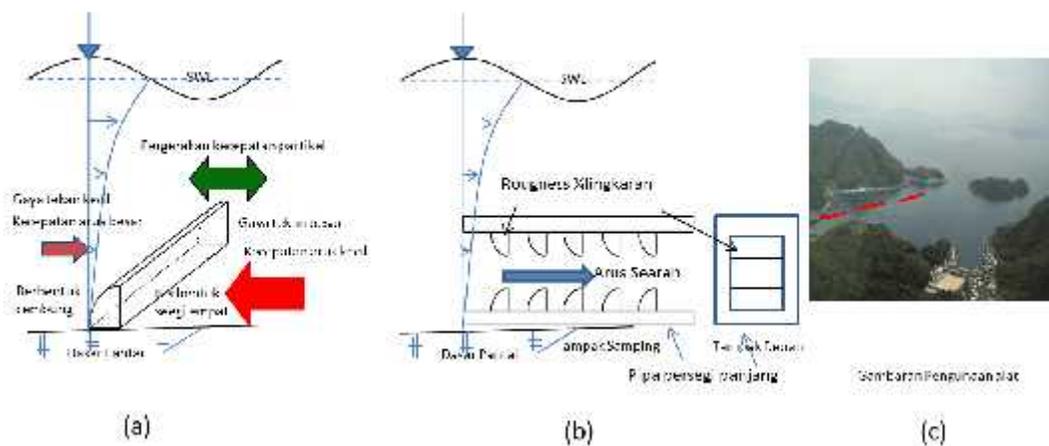
#### A. Estuari

Estuari yang berasal dari bahasa Latin aestus, berarti pasang-surut (ODUM 1971). Berdasarkan definisi Pritchard (dalam ODUM 1971), estuari merupakan suatu bentukan masa air yang semi tertutup di lingkungan pesisir, yang berhubungan langsung dengan laut lepas, sangat dipengaruhi oleh efek pasang-surut dan masa airnya.

Estuari merupakan wilayah pesisir semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan laut terbuka dan menerima masukan air tawar dari daratan. Secara sederhana estuaria didefinisikan sebagai tempat pertemuan air tawar dan air asin (Nybakken, 1988). Sebagian besar estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang merupakan endapan yang dibawa oleh air tawar dan air laut.

Menurut Komatsu, Kawano dan Hatta (2006), Pemanfaatan gaya pasang surut tiap satu periode menghasilkan residual current dari perletakan bangunan air *bottom roughness* (1/4 lingkaran) di dasar pantai, pada bagian cembung gaya tekan pasutnya kecil sehingga menghasil kecepatan arus pasang surutnya besar sedangkan pada sisibaliknya yang berbentuk persegi empat gaya tekannya besar tapi pola arus pasang surutnya kecil, sehingga

menghasilkan selisih kecepatan arus diantara kedua rougnees berupa residual current (arus sisa) dari pasang surut (Gambar 1.a). Bila bangunan rougnees tersebut dipasang pada dalam pipa segiempat sisi atas dan bawah residual current (arus sisa) akan menghasilkan arus searah didalam pipa (gambar 1.b). Arus searah inilah yang digunakan untuk membersihkan pencemaran air yang terjadi di daerah pantai menuju ke laut lepas (Gambar1.c.)



Gambar 1 : Penggunaan Energi Pasut untuk Penanggulangan Pencemaran Air (Mukhsan Putra Hatta dalam Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXIV HATHI, Papua)

## B. Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan dimuara sungai dapat ditinjau di bagian mulut sungai (river mouth) dan estuari. Muara sungai berfungsi untuk mengalirkan debit sungai terutama pada waktu banjir, ke laut. Selain itu muara sungai juga

harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut, yang bias lebih besar dari debit sungai. sehingga muara sungai harus cukup lebar dan dalam.

Ada beberapa parameter dominan yang mempengaruhi kerusakan muara sungai, lima di antaranya adalah :

- 1) Debit sungai,
- 2) Angkutan sedimen sungai,
- 3) Gelombang dan arus menyusur pantai,
- 4) Angkutan sedimen pantai,
- 5) Pasang surut dan arus pasang surut.

Pengaruh kelima parameter tersebut dapat berubah-ubah, tergantung pada waktu. Pada saat musim kemarau, debit sungai dan sedimen sungai cukup kecil sehingga pengaruhnya terhadap pembentukan muara sungai relatif kecil, sedangkan pada waktu musim penghujan debit sungai dan sedimen sungai sangat dominan dalam pembentukan muara sungai. Demikian pula pengaruh gelombang pada pembentukan muara sungai, sangat tergantung pada musimnya.

Di Indonesia terdapat beberapa musim di antaranya, ialah musim kemarau dan musim penghujan dalam kaitannya dengan banjir, musim barat dan musim timur dalam kaitannya dengan gelombang, serta pasang purnama

dan perbani dalam kaitannya dengan arus pasang surut. Untuk menganalisis permasalahan muara sungai, perlu dikaji parameter-parameter tersebut dengan memasukkan faktor musim yang terdapat di wilayah setempat, dalam hal ini musim yang terdapat di Indonesia.

### **C. Tipe Muara sungai**

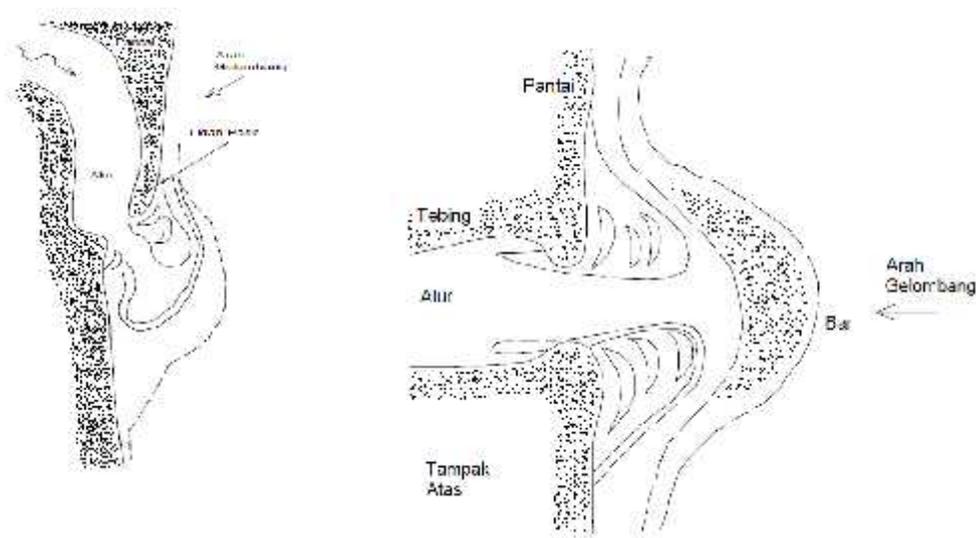
Muara sungai secara umum dapat dibagi menjadi tiga macam, sesuai dengan faktor dominan yang mempengaruhi muara. Ketiga macam tipe muara tersebut adalah gelombang, debit sungai, dan pasang suru ( Nur Yuwono, 1994 ). sebagai berikut :

#### **1. Muara yang didominasi gelombang laut (*wave-dominated river mouth*)**

Tipe muara ini ditandai dengan angkutan sedimen menyusur pantai setiap tahun cukup besar dan arus menyusur pantai cukup dominan dalam pembentukan muara sungai. Pada tipe ini biasanya muara tertutup oleh lidah pasir dengan pola sedimentasi, seperti terlihat pada Gambar 2. Pola sedimentasi yang terjadi di muara tersebut sangat tergantung pada arah gelombang.

Jika arah gelombang dominan menyudut terhadap pantai, akan terjadi penutupan muara dengan arah penutupan sesuai dengan arah gerakan pasir menyusur pantai (lihat Gambar 2b). Pada kondisi muara dengan arah gelombang dominan yang relatif tegak lurus dengan pantai, pola sedimentasi

akan terlihat, seperti pada Gambar 2a. Permasalahan utama pada sungai ini ialah saat awal musim hujan, yaitu ketika endapan pasir di muara cukup tinggi dan biasanya muara cukup sempit. Muara tidak mampu menyalurkan air banjir di awal musim hujan. Jika sungai tersebut juga digunakan untuk keperluan nelayan, nelayan tidak dapat atau sulit memasuki muara sungai pada kondisi seperti itu. Jika arah gelombang dominan menyudut, muara sungai akan sering berpindah tempat sehingga dapat menyulitkan pengendalian banjir ataupun pengelolaan daerah sekitar muara.



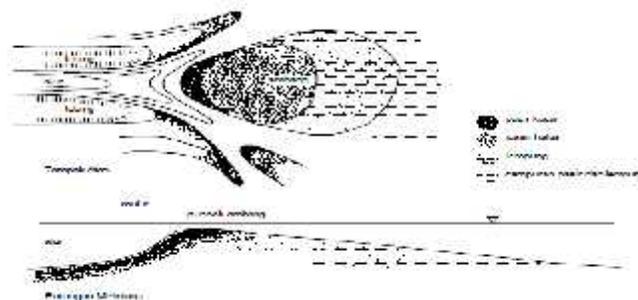
- a. Arah gelombang tegak lurus pantai      b. Arah gelombang membentuk sudut dengan garis pantai

Gambar 2. Tipe Muara Yang Didominasi Gelombang Laut (Davis, R.A. Jr. 1985).

## 2. Muara yang didominasi aliran sungai (*river flow-dominated river mouth*)

Tipe muara ini ditandai dengan debit sungai menyusur setiap tahunan cukup besar sehingga debit tersebut merupakan parameter utama pembentukan muara sungai. Pola sedimentasi pada muara tipe ini dapat dilihat pada Gambar 3.

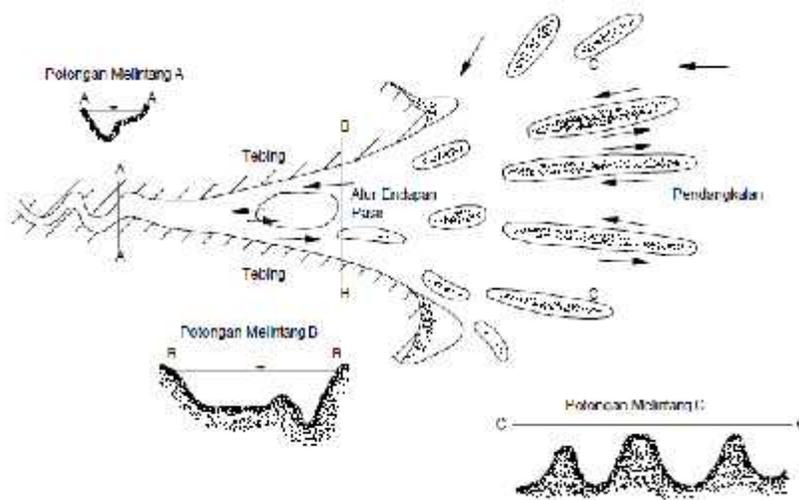
Pendangkalan yang serius biasanya tidak terjadi pada tipe muara ini. Hal ini disebabkan aliran air sungai yang terjadi cukup besar sehingga mampu memelihara atau merawat kedalaman alur sungai. Jika aliran sungai cukup banyak membawa material sedimen, garis pantai akan cepat maju dan membentuk tanjung. Pendangkalan biasanya terjadi tidak pada alur sungai, tetapi terjadi pada pantai di depan muara tersebut. Di depan muara mungkin terjadi beberapa alur sungai yang akan berubah pada setiap musim sesuai dengan arus laut dan angkutan pasir pada waktu itu. Hal ini sangat penting diperhatikan, terutama untuk keperluan navigasi.



Gambar 3. Tipe Muara Yang Didominasi Aliran Sungai  
(Davis, R.A. Jr. 1985)

### 3. Muara yang didominasi pasang surut (*tide-dominated river mouth*)

Terjadi akibat pasang surut ini cukup potensial untuk membentuk muara sungai. Pada tipe ini terjadi angkutan sedimen dua arah (arah laut dan arah darat). Muara biasanya berbentuk corong atau lonceng (*bell shape*) dengan beberapa alur dan pendangkalan seperti terlihat pada Gambar 4. Permasalahan utama pada tipe muara ini bukan penutupan muaranya, tetapi pendangkalan yang terjadi di muara sungai dapat mengganggu pelayaran atau navigasi.



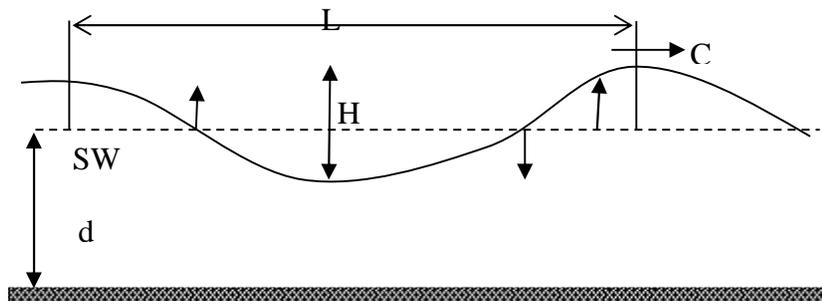
Gambar 4. Tipe Muara Yang Didominasi Pasang Surut  
(Davis, R.A. Jr. 1985)

### D. Gelombang

Gelombang laut adalah bentuk permukaan laut yang berupa punggung atau puncak gelombang dan palung atau lembah gelombang oleh

gerak ayun (*oscillatory movement*) akibat tiupan angin, erupsi gunung api, pelongsoran dasar laut, atau lalu lintas kapal (Sunarto, 2003). Gelombang laut memiliki dimensi yaitu periode gelombang, panjang gelombang, tinggi gelombang, dan cepat rambat gelombang. Periode gelombang ( $T$ ) adalah waktu tempuh di antara dua puncak atau dua lembah gelombang secara berurutan pada titik yang tetap (satuan detik). Panjang gelombang ( $L$ ) adalah jarak horizontal antara dua puncak atau dua lembah yang berurutan (satuan meter). Tinggi gelombang ( $H$ ) adalah jarak vertikal antara puncak gelombang dan lembah gelombang (satuan meter). Cepat rambat gelombang ( $C$ ) adalah kecepatan tempuh perjalanan suatu gelombang, yang dapat diperoleh dengan pembagian panjang gelombang ( $L$ ) dengan periode gelombang ( $T$ )

$$C=L/T \quad (1)$$



Gambar 5 Sketsa Defenisi Gelombang

Keterangan :

$d$  : jarak antara muka air rerata dan dasar laut ( kedalaman laut )

$(x,t)$  : fluktuasi muka air terhadap air diam

- H : Tinggi Gelombang
- L : Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berurutan.
- T : Periode gelombang, yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.
- C : kecepatan rambat gelombang
- K : angka gelombang, yaitu :
- $$K = 2 / L$$
- f : Frekuensi gelombang

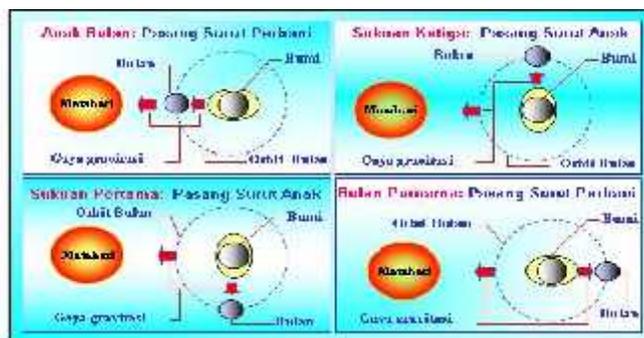
Klasifikasi gelombang berdasarkan ukuran dan penyebabnya (*Pond and Pickard, 1983*):

1. Riak (*ripples*) / gelombang kapiler (*capillarywave*) dengan panjang gelombang 1,7 meter dan periode kurang dari 0,2 detik disebabkan oleh adanya tegangan permukaan dan tiupan angin yang tidak terlalu kuat pada permukaan laut.
2. Gelombang angin (*seas/wind waves*) dengan panjang gelombang sampai kira-kira 130 meter dan periode 0,2- 0,9 detik ditimbulkan angin.
3. Alun (*swell*) dengan panjang gelombang sampai ratusan meter dan periode 0,9-15 detik ditimbulkan oleh angin yang bertiup lama.

4. Gelombang pasang surut (*tidal wave*) dengan panjang gelombang beberapa kilometer dengan periode 5 jam, 12 jam, dan 25 jam oleh fluktuasi gaya gravitasi Matahari dan Bulan

### E. Pasang Surut

Pasang surut air laut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit ( Triatmojo, 1999 ). Pasang surut terjadi karena adanya gerakan dari benda-benda angkasa yaitu rotasi bumi pada sumbunya, peredaran bulan mengelilingi bumi dan peredaran bulan mengelilingi matahari. Gerakan dari benda-benda angkasa tersebut di atas akan mengakibatkan terjadinya beberapa macam gaya pada setiap titik di bumi ini, yang disebut gaya pembangkit pasang surut.



Gambar 6 Penyebab Terjadinya Pasang Surut

## **1. Tipe-tipe Pasang Surut**

Terdapat tiga tipe dasar pasang surut yang didasarkan pada periode dan keteraturannya, yaitu :

- a. Pasang surut harian (diurnal).
- b. Tengah harian (semi diurnal).
- c. Campuran (mixed tides)

## **2. Faktor-Faktor Penyebab Terjadi Pasang Surut**

- a. Rotasi bumi pada sumbunya.
- b. Revolusi bulan terhadap matahari.
- c. Revolusi bumi terhadap matahari.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di labotatorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar dengan rencana waktu penelitian selama 2 bulan yaitu dimulai bulan juli sampai dengan bulan agustus, dimana pada bulan pertama yakni pada bulan mei sampai juni merupakan kajian literatur, pada bulan kedua yakni bulan juni - juli adalah pembuatan model bangunan air, pengambilan data pada tahap pegelolaan data.

#### **B. Jenis Penelitian dan Sumber Data**

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental, di mana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol, dengan tujuan untuk menyelidiki ada tidaknya hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyelidiki kontrol untuk pembanding.

Pada penelitian ini akan menggunakan dua sumber data, yaitu:

- 1) Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di laboratorium.
- 2) Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada.

### C. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun jenis-jenis peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain :

#### 1. Alat

- a) *Electro magnetic current meter main unit model VM2201*



Gambar 7. Alat *Electro Magnetic Current Meter*

- b) Mistar taraf untuk mengukur tinggi gelombang dan panjang gelombang.



Gambar 8. Mistar Ukur

- c) Komputer



Gambar 9. komputer

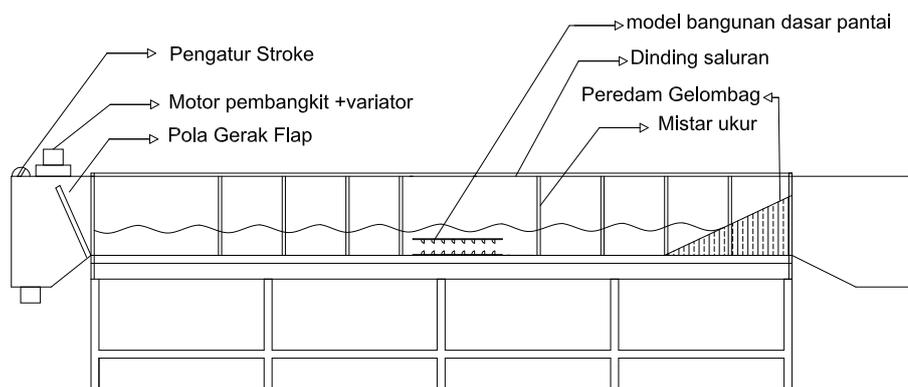
d) Detector model : VMT2-200-04P



Gambar 10. Detector Model

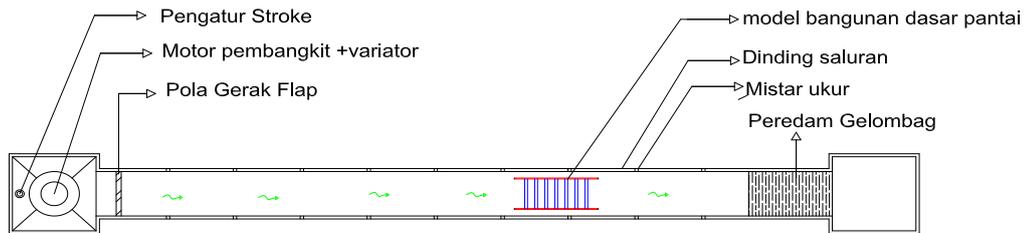
## 2. Bahan

a) Model saluran terbuka dengan lebar saluran 30 cm, tinggi saluran 50 cm, panjang saluran 12 m.



a. Tampak Samping

Gambar 11. Model saluran Tampak samping flume



b. Tampak atas

Gambar 12. Model Saluran tampak atas

- b) Pengatur Stroke untuk mengatur periode gelombang
- c) Pola gerak flap pembangkit gelombang
- d) Dinding saluran terbuat dari akrilit
- e) Peredam gelombang
- f) Air

**D. Variabel yang diteliti**

Sesuai tujuan penelitian ini pengujian model hidraulik dilaksanakan pada model saluran terbuka (flume), dengan kajian pada bagian muara sungai yang mengacu pada rancangan yang telah disetujui untuk mendapatkan data sebagai bahan kajian.

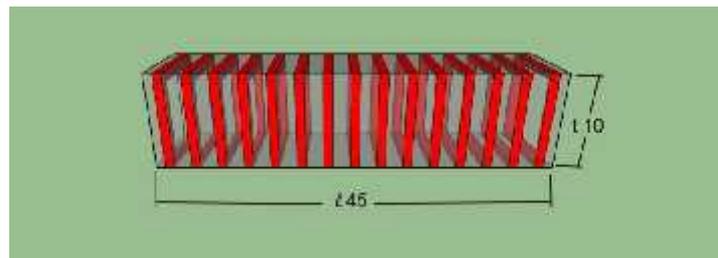
Variabel yang akan digunakan adalah :

1. Variabel bebas :
  - a) Kecepatan aliran ( $v$ )
  - b) Waktu ( $t$ )
2. Variabel tidak bebas:
  - a) Tinggi gelombang ( $H$ )
  - b) Periode gelombang ( $T$ )

### E. Model penelitian

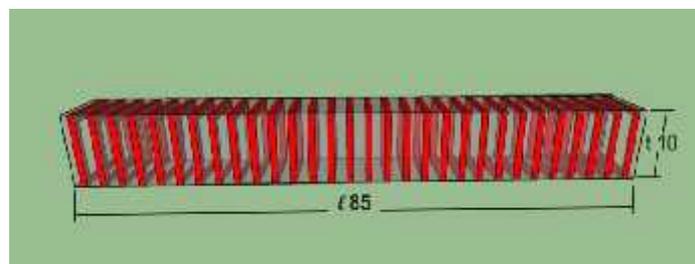
Model bangunan air, dimana model persegi panjang dan tenggelam, di dalam model tersebut terdapat penghambat aliran dengan model selinder  $\frac{1}{4}$  untuk menghasilkan arus residu searah, diletakkan dibawa medan gelombang dekat kedua sisi dinding saluran (flume), dengan tiga variasi ukuran sebagai berikut :

1. Model bangunan air yang pertama yaitu :
  - a) Panjang model ( $\ell$ ) = 45 cm
  - b) Diameter model ( $d$ ) = 10 cm
  - c) Kedalaman air ( $h$ ) = 25 cm



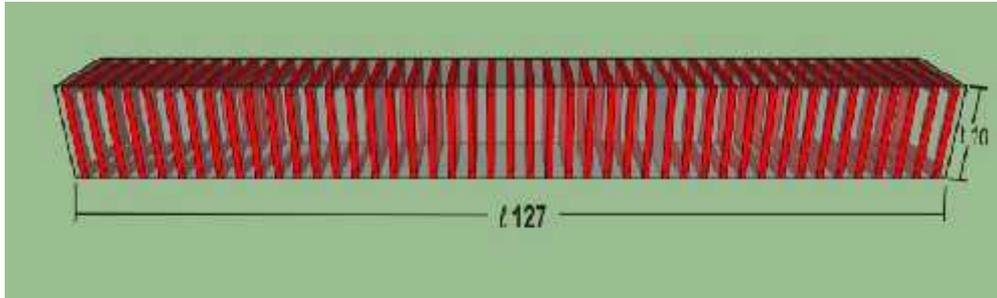
Gambar 13. Model 45 cm

2. Model bangunan air yang kedua yaitu :
  - a) Panjang model ( $\ell$ ) = 85 cm
  - b) diameter ( $d$ ) = 10 cm
  - c) Kedalaman air ( $h$ ) = 25 cm



Gambar 14. Model 85 cm

3. Model bangunan air yang ketiga yaitu :
  - a) Panjang model ( $l$ ) = 127 cm
  - b) Diameter ( $d$ ) = 10 cm
  - c) Kedalaman air ( $h$ ) = 25



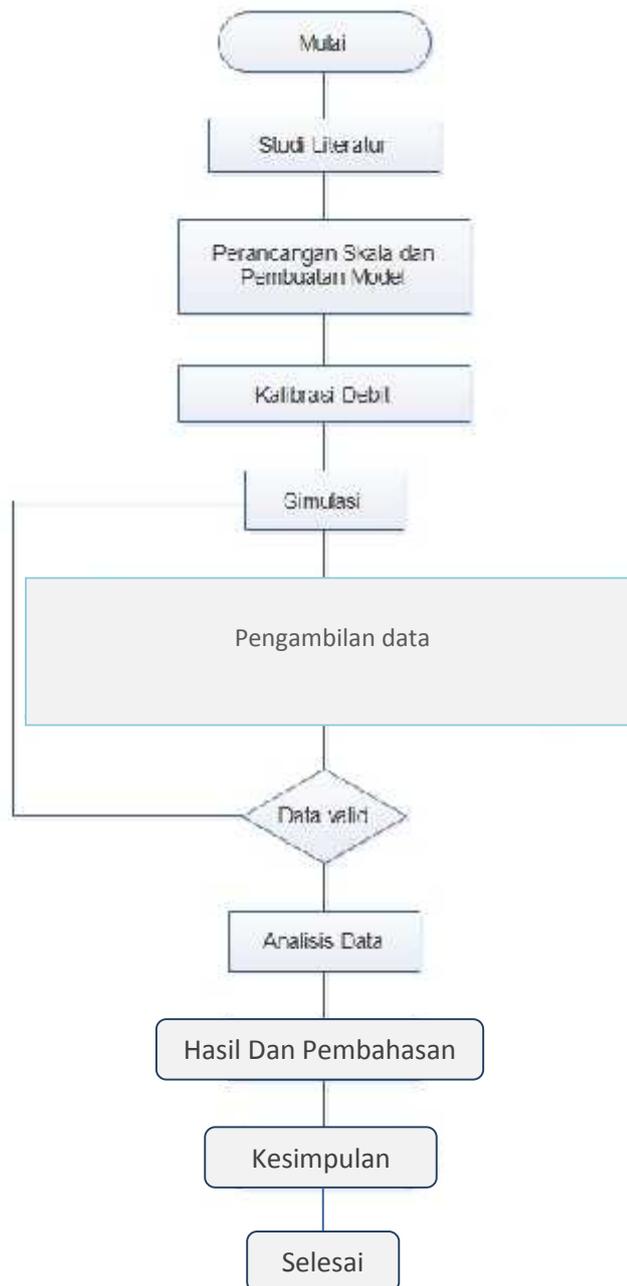
Gambar 15. Model 127 cm

#### F. Langkah-langkah Penelitian

- 1) Menggunakan model saluran terbuka (flume) yang sudah ada.
- 2) Membersihkan dan mengeringkan saluran.
- 3) Kalibrasi semua peralatan yang akan digunakan khususnya alat ukur kecepatan (electro magnetic current meter).
- 4) Melakukan pengaliran awal untuk mengetahui layak atau tidaknya saluran yang akan digunakan dalam pengaliran (Running kosong).
- 5) Memasang kamera anti air di saluran, untuk mengetahui perubahan pola aliran.
- 6) Meletakkan model bangunan air dibawah medan gelombang tepat di dasar saluran.
- e) Pengambilan data dilakukan dengan empat titik, titik satu tepat di depa model, titik dua 10 cm dari depan model, titik tiga tepat di belakang model, titik empat 10 cm dari belakang model, atau dua di

depan model dan dua di belakang model. Dan alat yang digunakan adalah *Electro magnetic current meter*

### G. Flow Chart Penelitian



Gambar 16. Bagan Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Dan Pembahasan

Adapun uraian dari keseluruhan hasil penelitian yang dilakukan akan dipaparkan sebagai berikut

##### 1. Panjang Gelombang

Penentuan panjang gelombang ( $L$ ) berdasarkan periode gelombang ( $T$ ) dan kedalaman air ( $d$ ) yang diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan stopwatch. Persamaan yang digunakan dalam menghitung panjang disesuaikan dengan batasan penerapan teori gelombang yakni dengan melakukan perbandingan nilai  $H/d$  dan  $d/L$ .

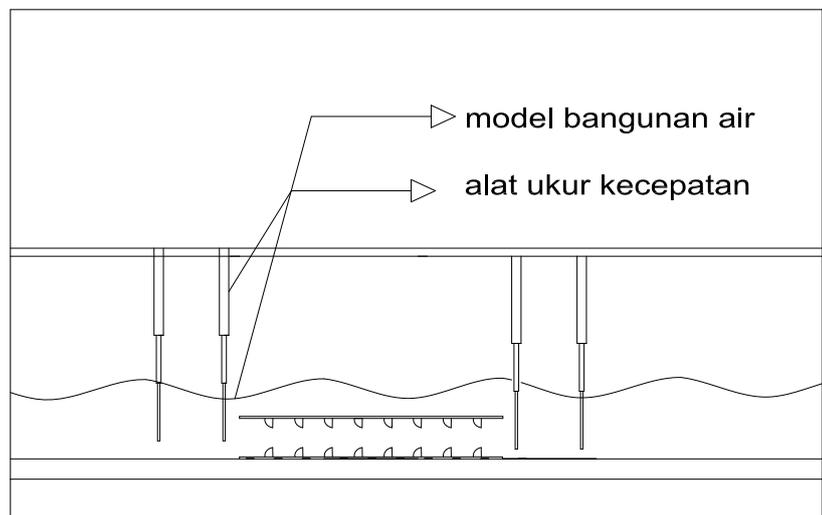
##### 2. Data Kecepatan Gelombang

Pengukuran kecepatan gelombang dilakukan di 2 titik di depan model (bangunan dasar tipe persegi panjang). Jarak antara titik pengukuran yang 1 dengan yang lainnya sama yang di atur pada panjang model. Data yang diamati Untuk melihat pengaruh kecepatan arus rata-rata terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang.

#### B. Analisa Hasil Pengolaan Data

Dari hasil percobaan yang dilakukan menghasilkan residual current (arus sisa) dengan meletakkan bangunan air persegi panjang dan menggunakan periode gelombang  $1.2 T$ . Dan tiga variasi panjang model yang berbeda yaitu model pertama dengan panjang  $L_1$  45 cm atau  $\frac{1}{2}$  dari

panjang gelombang, model yang kedua dengan panjang  $L_2$  85 cm atau sama dengan 1 kali panjang gelombang, model ketiga dengan panjang  $L_3$  127 cm atau  $\frac{3}{4}$  dari panjang gelombang. Setiap model dilakukan pengambilan data yaitu empat titik, titik satu tepat depan model, titik dua 10 cm dari depan model, titik tiga tepat belakang model, titik empat 10 cm dari belakang model atau dua titik depan model dan dua titik belakang model. Dapat dilihat pada gambar 17 dibawa ini.



Gambar 17. Gambar titik pengambilan data

### 1. Hubungan Antara Kedalaman Dan Kecepatan Arus Rata-Rata Dengan Tiga Variasi Model

Untuk melihat pengaruh kecepatan arus rata-rata terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang, maka perlu disajikan tabel perbandingan antara model sebagai berikut.

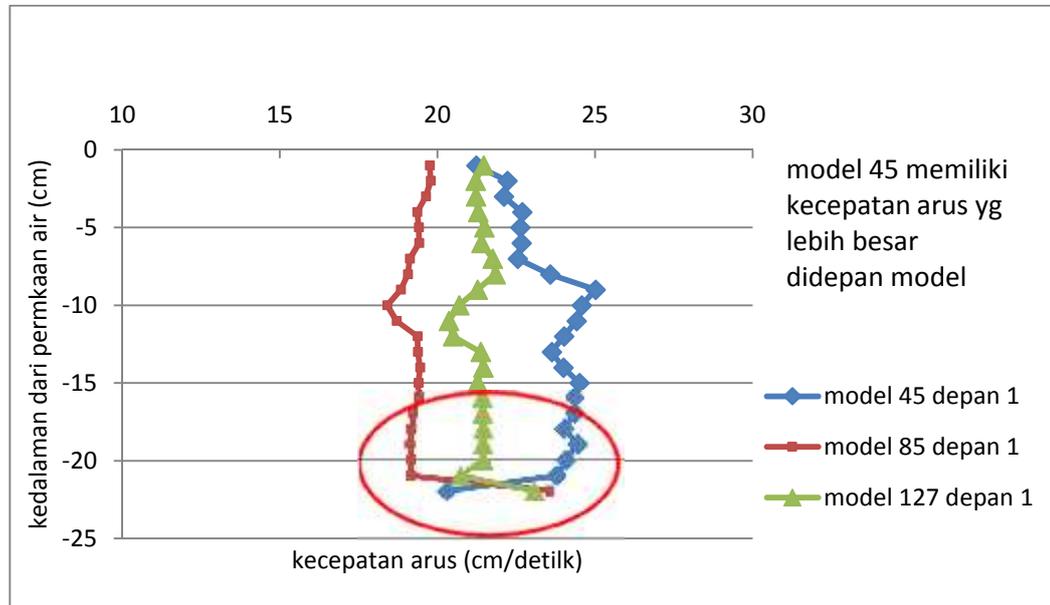
Tabel 1. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan satu dengan mode  $L_1$  45 cm,  $L_2$  85 cm, dan  $L_3$  127 cm

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 1	L <sub>2</sub> 85 cm depan 1	L <sub>3</sub> 127 cm depan1
Cm	detik	cm/s	cm/s	cm/s
25	1.2	21.22	19.75	21.45
		22.21	19.78	21.19
		22.09	19.63	21.20
		22.67	19.35	21.28
		22.62	19.41	21.48
		22.66	19.41	21.38
		22.53	19.12	21.74
		23.56	19.05	21.83
		25.00	18.83	21.25
		24.57	18.40	20.68
		24.40	18.70	20.35
		24.00	19.36	20.48
		23.62	19.37	21.36
		23.99	19.44	21.44
		24.50	19.39	21.26
		24.29	19.37	21.37
		24.30	19.20	21.39
		23.39	19.13	21.40
		24.39	19.09	21.39
		24.02	19.13	21.40
23.71	19.12	20.68		
20.26	23.51	23.02		

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa perbandingan antara model depan satu L<sub>1</sub> 45 cm, menghasilkan kecepatan arus rata-rata 20 cm/detik sampai 25 cm/detik, sedangkan model L<sub>2</sub> 85 cm, menghasilkan kecepatan arus rata-rata 18 cm/detik sampai 23 cm/detik dan model L<sub>3</sub> 127 cm, menghasilkan kecepatan arus rata-rata 20 sampai 23 cm/detik. Jadi model L<sub>1</sub> 45 cm memiliki kecepatan arus rata-rata lebih besar dibandingkan dengan model L<sub>2</sub> 85 cm dan model L<sub>3</sub> 127 cm,

Dari tabel 1 diatas muncul gambar grafik hubungan antara kecepatan arus rata-rata dengan kedalaman dari permukaan air, Jika mengambil kedalaman dari permukaan air sebagai sumbu Y dan

kecepatan arus rata-rata sumbu X. Dapat terlihat bentuk grafik seperti gambar 18 dibawah ini.



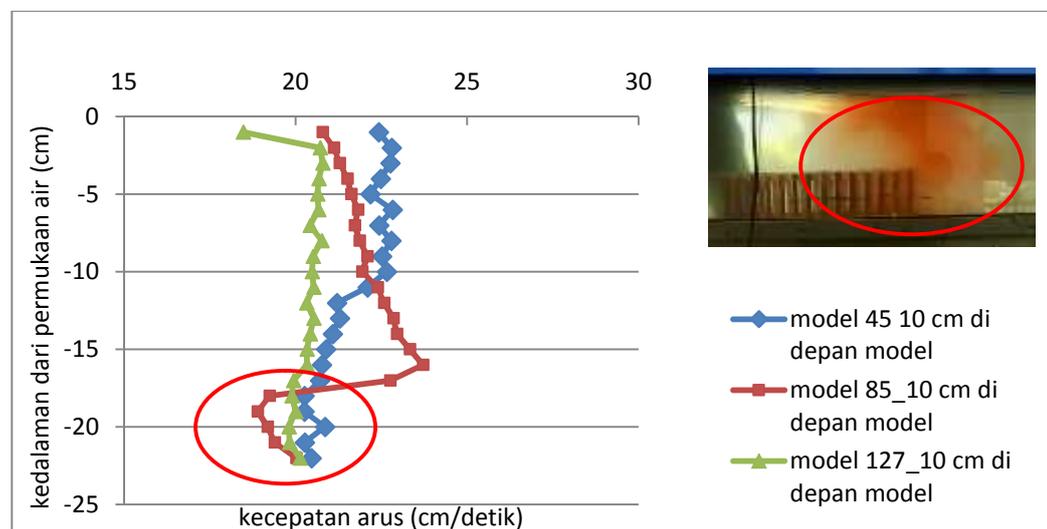
Gambar 18. Perbandingan pola kecepatan arus depan 1, model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub> 127 cm

Tabel 2. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan 2 dengan model 45 cm, 85 cm, dan 127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 2	L <sub>2</sub> 85 cm depan 2	L <sub>3</sub> 127 cm depan 2
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	22.42	20.79	18.47
		22.79	21.12	20.71
		22.76	21.28	20.79
		22.47	21.51	20.68
		22.17	21.62	20.64
		22.82	21.82	20.67
		22.43	21.72	20.42
		22.79	21.86	20.76
		22.51	22.09	20.51
		22.65	21.94	20.48
		22.09	22.39	20.52
		21.20	22.57	20.31
		21.28	22.85	20.52
		21.07	22.95	20.42
		20.88	23.32	20.33
20.76	23.71	20.32		

25	1.2	20.70	22.76	19.93
		20.26	19.23	19.88
		20.25	18.89	19.99
		20.85	19.18	19.80
		20.26	19.39	19.82
		20.46	20.01	20.12

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan antara model depan dua L<sub>1</sub> 45 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata 20 cm/detik sampai 22 cm/detik, sedangkan model L<sub>2</sub> 85 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata 19 cm/detik sampai 23 cm/detik dan model L<sub>3</sub> 127 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata 18 cm/detik sampai 20 cm/detik. Penambahan residual current (arus sisa) lebih besar terlihat pada kedalaman -18 cm sampai -22 cm dari permukaan air, Hal ini disebabkan oleh daya hisap kecepatan aliran daerah bangunan air sangat besar pengaruhnya. Dapat terlihat pada gambar 18 grafik dibawah ini.

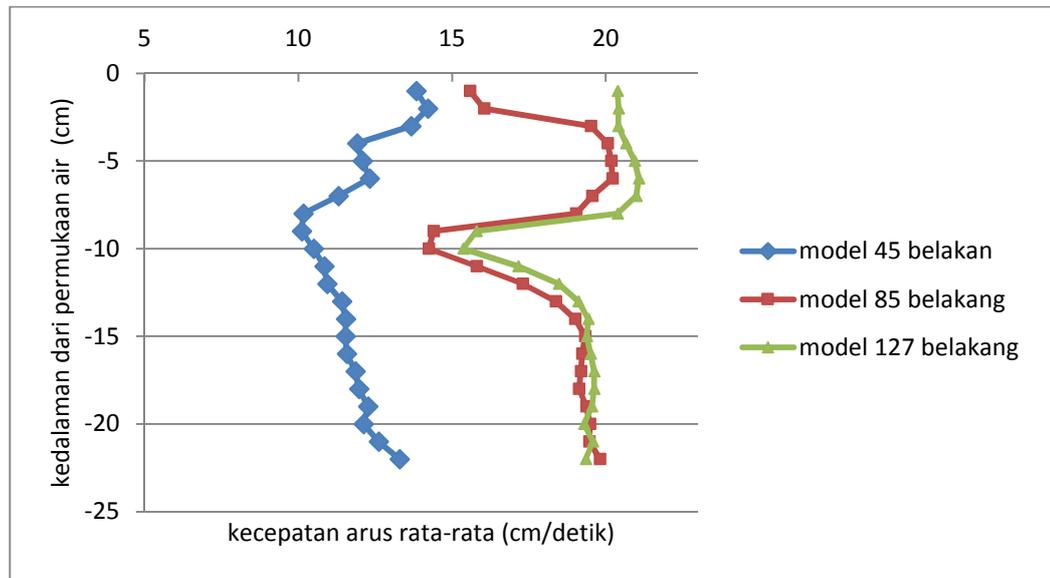


Gambar 19 Perbandingan pola kecepatan arus 10 cm depan model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub> 127 cm

Tabel 3. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 1 dengan model 45 cm, 85 cm, dan 127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 2	L <sub>2</sub> 85 cm depan 2	L <sub>3</sub> 127 cm depan 2
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	15.58	15.58	20.38
		16.03	16.03	20.41
		19.51	19.51	20.40
		20.05	20.05	20.65
		20.17	20.17	20.93
		20.21	20.21	21.06
		19.55	19.55	20.99
		19.02	19.02	20.38
		14.40	14.40	15.78
		14.24	14.24	15.35
		15.80	15.80	17.15
		17.29	17.29	18.46
		18.37	18.37	19.10
		18.99	18.99	19.43
		19.32	19.32	19.37
		19.22	19.22	19.50
		19.18	19.18	19.61
		19.12	19.12	19.61
		19.36	19.36	19.54
		19.47	19.47	19.29
19.45	19.45	19.57		
19.80	19.80	19.34		

Dari tabel 3 diatas terlihat perbandingan antara model belakang satu yang dimana model L<sub>1</sub> 45 cm terlihat kecepatan arus rata-rata yang dihasilkan yaitu 14 cm/detik sampai 20 cm/detik sedangkan model L<sub>2</sub> 85 cm menghasikan kecepatan arus rata-rata tidak jauh bedah dari model pertama yaitu 15 cm/detik sampai 20 cm/detik dan model L<sub>3</sub> 127 cm memiliki kecepatan arus rata-rata 15 cm/detik sampai 21 cm/detik mengalami peningkatan kecepatan arus rata-rata tepat belakang model, itu menunjukkan bahwa daya dorongan arus yang keluar lebih besar dari pada model yang lain. Dapat terlihat pada gambar 19 grafik sebagai berikut.



Gambar 20. Perbandingan pola kecepatan arus belakang model L<sub>1</sub> 45 cm L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub> 127 cm.

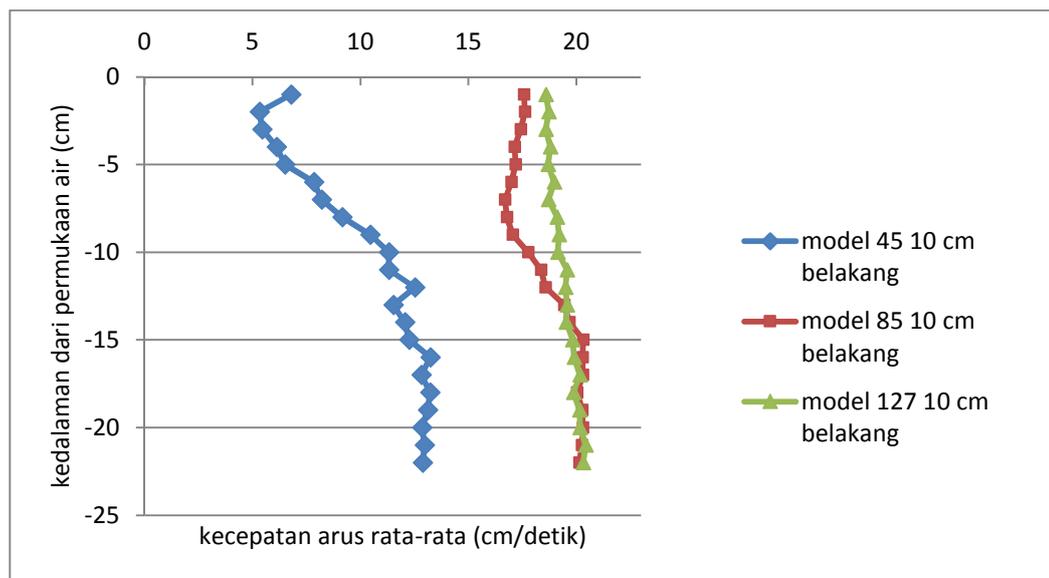
Tabel 4. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 2 dengan model 45 cm ,85 cm, dan 127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 2	L <sub>2</sub> 85 cm depan 2	L <sub>3</sub> 127 cm depan 2
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	6.79	17.57	18.59
		5.32	17.61	18.72
		5.44	17.42	18.58
		6.11	17.14	18.79
		6.49	17.18	18.68
		7.84	16.99	18.96
		8.19	16.69	18.70
		7.16	16.78	19.10
		10.45	17.05	19.19
		11.31	17.76	19.14
		11.31	18.36	19.57
		12.52	18.56	19.49
		11.52	19.43	19.56
		12.06	19.67	19.52
		12.25	20.31	19.81
		13.24	20.28	19.89

		12.82	20.30	20.16
		13.22	20.03	19.87
		12.12	20.27	20.14
		12.84	20.29	20.16
		12.97	20.26	20.43
		12.88	20.12	20.30

Dari tabel 4 di atas terlihat perbandingan antara model belakan dua yang dimana model L<sub>1</sub> 45 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata yaitu 6 cm/detik sampai 12 cm/detik, sedangkan model L<sub>2</sub> 85 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata 16 cm/detik sampai 20 cm/detik dan model L<sub>3</sub> 127 cm menghasilkan kecepatan arus rata-rata 18 cm/detik sampai 20 cm/detik.

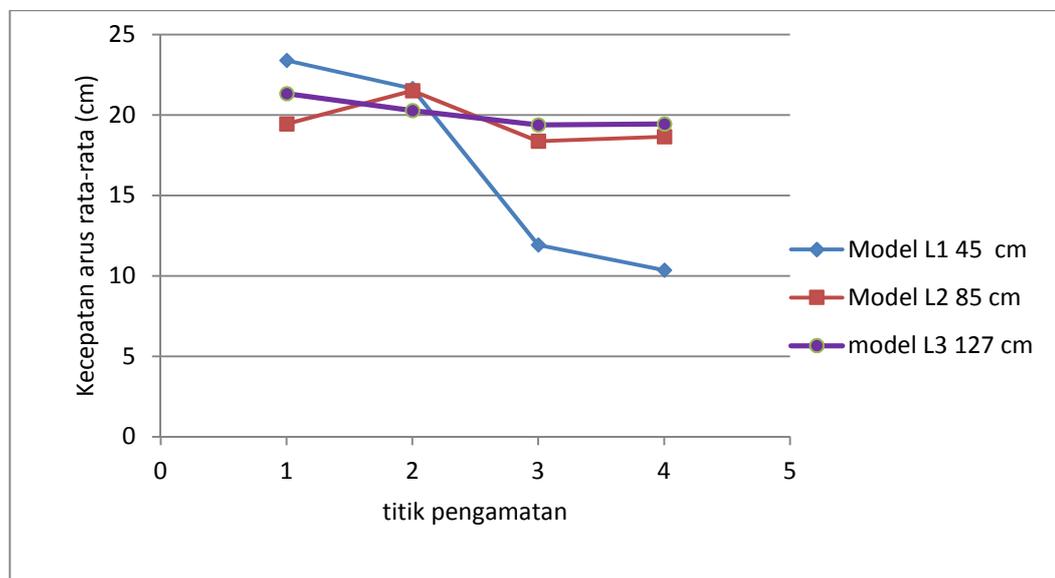
Dari tabel 4 di atas muncul gambar 20 grafik hubungan antara kedalaman dari permukaan air dengan kecepatan arus rata-rata dibawah ini :



Gambar 21 Perbandingan pola kecepatan arus 10 cm belakang model 45 cm, 85 cm, dan 127 cm.

2. Hubungan Antara titik pengamatan dan kecepatan arus rata-rata dengan tiga variasi model

Untuk melihat pengaruh kecepatan arus rata-rata terhadap penempatan model bangunan dasar tipe persegi panjang, maka dapat dilihat bentuk grafik pada gambar 21 dibawa ini.



Gambar 22 perbandingan kecepatan arus rata-rata dengan tiga variasi model

Dari gambar 21 di atas terlihat perbandingan antara model L<sub>1</sub> 45 cm, model L<sub>2</sub> 85 cm, dan model L<sub>3</sub> 127 cm. Yang dimana di titik depan satu dan depan dua Model L<sub>1</sub> 45 cm memiliki kecepatan arus rata-rata yang lebih besar dari pada model lainnya, jika melihat dari dari titik belakang satu dan belakang dua model L<sub>1</sub> 45 cm memiliki kecepatan arus rata-rata yang kecil dibandingkan dengan model lainnya itu di karenakan

daya dorong arus keluar lebih kecil dibandingkan dengan model L<sub>2</sub> 85 cm dan model L<sub>3</sub> 127 cm.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Dengan demikian secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa model bangunan air tipe persegi panjang model L<sub>1</sub> 45 cm memiliki kecepatan arus rata-rata lebih besar di bandingkan model yang lain. Perletakan bangunan air ini dapat menghasilkan residual current (arus sisa) yang dapat digunakan sebagai alat untuk mencegah pencemaran air di perairan pesisir semi tertutup.

#### B. Saran

Penulis sadar bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan dan merupakan tahap pengembangan model oleh sebab itu masih perlu diadakan penelitian lanjutan, baik berupa perbandingan tinggi model, maupun perbandingan jarak model selinder  $\frac{1}{4}$  lingkaran untuk menghasilkan residual current (arus sisa) yang besar, guna mencegah pencemaran air di perairan pesisir semi tertutup.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dahuri, 1992, *Komponem Ekossistem Pesisir Yang Paling Mudah Terganggu Oleh Tekanan Lingkungan Yang Di Akibatkan Kegiatan Manusia Maupun Proses Alamiah*, Jurnal Penelitian Dan Pembangunan Oseanografi.
- Davis, R.A. Jr. 1985) *Gambar tipe muara sungai*.
- Kawano Takeshi, Mukhsan Putra HATTA, Kazuo Fujita, Tsutsumi Matsuda, dorongan KAWAWA, Komatsu Toshimitsu: *saluran dengan perbedaan dalam perlawanan arah dalam gelombang Arus Karakteristik sisa Air Teknik*, Vol. 50, pp 1435-1440, 2006.
- Mukhsan Putra Hatta *dalam tulisannya di Pertemuan Ilmiah Tahunan XXXIV HATHI, Papua*.
- Nur Yuwono, 1994, *Tipe Muara sungai, Universitas Sumatera Utara*
- Nybakken, 1988, *Identifikasi Kekayaan Sumberdaya Ekosistem Estuari*, Balai Pendidikan & Pelatihan Perikanan Ambon.
- Pritchard (ODUM 1971), *Sifat – Sifat Estuari Dan Pengelolaannya*, Jurnal Penelitian Dan Pembangunan Oseanografi.
- Sunarto, 2003, *Geomorfologi Pantai: Dinamika Pantai*, Yogyakarta : Laboratorium Geomorfologi Terapan, Jurusan Geografi Fisik, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Triatmojo, 1999, *Muara Sungai Adalah Bagian Hilir Sungai Yang Langsung Berhubungan Dengan Laut*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.

## LAMPIRAN 1

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian

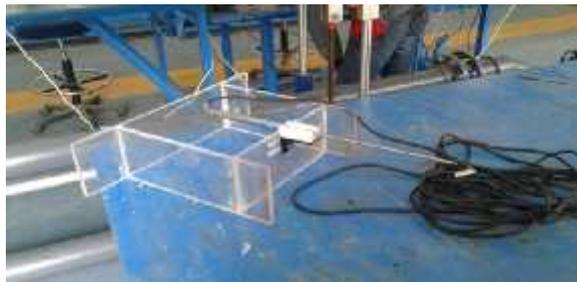
1. Unit pembangkit Saluran gelombang (flume) multi guna berukuran panjang 15 m, lebar 0,30 m dan kedalaman relatif 0,46 m.



Flume pantai

2. Unit pembacaan data, dengan menggunakan Electro magnetic current meter main unit model VM2201, Detector model : VMT2-200-04P dan komputer





Unit pembacaan data

## Lampiran 2

### Dokumentasi penelitian



Perletakan model 45 cm dalam flume



Perletakan model 85 cm dalam flume



Perletakan model 127 cm dalam flume



Mengatur kedalaman model 45 cm dengan kedalaman 25 cm



Mengatur kedalaman 85 cm dengan kedalaman 25 cm



Mengatur kedalaman 127 cm dengan 25 cm



Pengambilan data atau ranning

### Lampiran 3

Tabel pengamatan pola kecepatan di depan dan di belakang model.

#### 1. Pembacaan di depan dan belakan model 45 cm

Ukuran model	Kedalaman air	periode	D1	D2	B1	B2
cm	cm	detik	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s
L <sub>1</sub> 45	25	1,2	21.22	22.42	15.58	6.79
			22.21	22.79	16.03	5.32
			22.09	22.76	19.51	5.44
			22.67	22.47	20.05	6.11
			22.62	22.17	20.17	6.49
			22.66	22.82	20.21	7.84
			22.53	22.43	19.55	8.19
			23.56	22.79	19.02	7.16
			25.00	22.51	14.40	10.45
			24.57	22.65	14.24	11.31
			24.40	22.09	15.80	11.31
			24.00	21.20	17.29	12.52
			23.62	21.28	18.37	11.52
			23.99	21.07	18.99	12.06
			24.50	20.88	19.32	12.25
			24.29	20.76	19.22	13.24
			24.30	20.70	19.18	12.82
			23.39	20.26	19.12	13.22
24.39	20.25	19.36	12.12			
24.02	20.85	19.47	12.84			
23.71	20.26	19.45	12.97			
20.26	20.46	19.80	12.88			

2. Pembacaan di depan dan belakan model 85 cm

Ukuran model	Kedalaman air	periode	D1	D2	B1	B2
cm	cm	detik	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s
L <sub>2</sub> 85	25	1,2	19.75	20.79	15.58	17.57
			19.78	21.12	16.03	17.61
			19.63	21.28	19.51	17.42
			19.35	21.51	20.05	17.14
			19.41	21.62	20.17	17.18
			19.41	21.82	20.21	16.99
			19.12	21.72	19.55	16.69
			19.05	21.86	19.02	16.78
			18.83	22.09	14.40	17.05
			18.40	21.94	14.24	17.76
			18.70	22.39	15.80	18.36
			19.36	22.57	17.29	18.56
			19.37	22.85	18.37	19.43
			19.44	22.95	18.99	19.67
			19.39	23.32	19.32	20.31
			19.37	23.71	19.22	20.28
			19.20	22.76	19.18	20.30
			19.13	19.23	19.12	20.03
			19.09	18.89	19.36	20.27
			19.13	19.18	19.47	20.29
19.12	19.39	19.45	20.26			
23.51	20.01	19.80	20.12			

3. Pembacaan di depan dan belakan model 127 cm

Ukuran model	Kedalaman air	periode	D1	D2	B1	B2
cm	cm	detik	cm/s	cm/s	cm/s	cm/s
L <sub>3</sub> 127	25	1,2	21.45	18.47	20.38	18.59
			21.19	20.71	20.41	18.72
			21.20	20.79	20.40	18.58
			21.28	20.68	20.65	18.79
			21.48	20.64	20.93	18.68
			21.38	20.67	21.06	18.96
			21.74	20.42	20.99	18.70
			21.83	20.76	20.38	19.10
			21.25	20.51	15.78	19.19
			20.68	20.48	15.35	19.14
			20.35	20.52	17.15	19.57
			20.48	20.31	18.46	19.49
			21.36	20.52	19.10	19.56
			21.44	20.42	19.43	19.52
			21.26	20.33	19.37	19.81
			21.37	20.32	19.50	19.89
			21.39	19.93	19.61	20.16
			21.40	19.88	19.61	19.87
21.39	19.99	19.54	20.14			
21.40	19.80	19.29	20.16			
20.68	19.82	19.57	20.43			
23.02	20.12	19.34	20.30			

## Lampiran 4

1. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan 1 dengan model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub>127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 1	L <sub>2</sub> 85 cm depan 1	L <sub>3</sub> 127 cm depan1
Cm	detik	cm/s	cm/s	cm/s
25	1.2	21.22	19.75	21.45
		22.21	19.78	21.19
		22.09	19.63	21.20
		22.67	19.35	21.28
		22.62	19.41	21.48
		22.66	19.41	21.38
		22.53	19.12	21.74
		23.56	19.05	21.83
		25.00	18.83	21.25
		24.57	18.40	20.68
		24.40	18.70	20.35
		24.00	19.36	20.48
		23.62	19.37	21.36
		23.99	19.44	21.44
		24.50	19.39	21.26
		24.29	19.37	21.37
		24.30	19.20	21.39
		23.39	19.13	21.40
		24.39	19.09	21.39
		24.02	19.13	21.40
23.71	19.12	20.68		
20.26	23.51	23.02		

2. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata depan 2 dengan model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub>127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm depan 2	L <sub>2</sub> 85 cm depan 2	L <sub>3</sub> 127 cm depan2
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	22.42	20.79	18.47
		22.79	21.12	20.71
		22.76	21.28	20.79
		22.47	21.51	20.68
		22.17	21.62	20.64
		22.82	21.82	20.67
		22.43	21.72	20.42
		22.79	21.86	20.76
		22.51	22.09	20.51
		22.65	21.94	20.48
		22.09	22.39	20.52
		21.20	22.57	20.31
		21.28	22.85	20.52
		21.07	22.95	20.42
		20.88	23.32	20.33
25	1.2	20.76	23.71	20.32
		20.70	22.76	19.93
		20.26	19.23	19.88
		20.25	18.89	19.99
		20.85	19.18	19.80
		20.26	19.39	19.82
		20.46	20.01	20.12

3. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 1 dengan model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub>127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm belakang 1	L <sub>2</sub> 85 cm belakang 1	L <sub>3</sub> 127 cm belakang 1
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	15.58	15.58	20.38
		16.03	16.03	20.41
		19.51	19.51	20.40
		20.05	20.05	20.65
		20.17	20.17	20.93
		20.21	20.21	21.06
		19.55	19.55	20.99
		19.02	19.02	20.38
		14.40	14.40	15.78
		14.24	14.24	15.35
		15.80	15.80	17.15
		17.29	17.29	18.46
		18.37	18.37	19.10
		18.99	18.99	19.43
		19.32	19.32	19.37
		19.22	19.22	19.50
		19.18	19.18	19.61
		19.12	19.12	19.61
		19.36	19.36	19.54
		19.47	19.47	19.29
19.45	19.45	19.57		
19.80	19.80	19.34		

4. Pengamatan perbandingan kecepatan arus rata-rata belakang 2 dengan model L<sub>1</sub> 45 cm, L<sub>2</sub> 85 cm, dan L<sub>3</sub>127 cm.

Kedalaman air	periode	Ukuran model		
		L <sub>1</sub> 45 cm belakang 2	L <sub>2</sub> 85 cm belakang 2	L <sub>3</sub> 127 cm belakang 2
Cm	detik	Cm/s	Cm/s	Cm/s
25	1.2	6.79	17.57	18.59
		5.32	17.61	18.72
		5.44	17.42	18.58
		6.11	17.14	18.79
		6.49	17.18	18.68
		7.84	16.99	18.96
		8.19	16.69	18.70
		7.16	16.78	19.10
		10.45	17.05	19.19
		11.31	17.76	19.14
		11.31	18.36	19.57
		12.52	18.56	19.49
		11.52	19.43	19.56
		12.06	19.67	19.52
		12.25	20.31	19.81
		13.24	20.28	19.89
		12.82	20.30	20.16
		13.22	20.03	19.87
		12.12	20.27	20.14
		12.84	20.29	20.16
12.97	20.26	20.43		
12.88	20.12	20.30		