



**TUGAS AKHIR - MO 141336**

**ANALISA POLA ARUS LAUT DALAM MENDUKUNG PENGEMBANGAN ENERGI  
LISTRIK TENAGA ARUS DI SELAT TOYOPAKEH, NUSA PENIDA, BALI**

**JIHAD FARUQ HAQIQI**

**NRP. 0431 1240 000 007**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc**

**Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**TUGAS AKHIR - MO 141336**

**ANALISA POLA ARUS LAUT DALAM Mendukung Pengembangan  
ENERGI LISTRIK TENAGA ARUS DI SELAT TOYOPAKEH, NUSA PENIDA,  
BALI**

**JIHAD FARUQ HAQIQI**

**NRP. 04311240000007**

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc**

**Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**FINAL PROJECT - MO 141336**

***SEA PATTERN ANALYSIS IN SUPPORTING ELECTRICAL ENERGY  
DEVELOPMENT IN THE TOYOPAKEH STRAIT, NUSA PENIDA, BALI***

**JIHAD FARUQ HAQIQI**

**NRP. 0431124000007**

**SUPERVISOR**

**Dr. Eng. Muhammad Zikra, ST, M.Sc**

**Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D**

**DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABYA  
2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA POLA ARUSLAUT DALAM Mendukung Pengembangan ENERGI LISTRIK TENAGA ARUS DI SELAT TOYOPAKEH, NUSA PENIDA, BALI

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut  
Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**Jihad Faruq Haqiqi**

NRP. 4312100007

Disetujui oleh:

1. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. (Pembimbing 1)

2. Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng., Ph.D. (Pembimbing 2)

3. Suntoyo, S.T., M.Eng., Ph.D (Penguji 1)

4. Dr. Kriyo Sambodho, S.T, M.Eng (Penguji 2)

5. Dr. Ir. Wahyudi, M.Sc. (Penguji 3)

Surabaya, Juli 2018

**ANALISA POLA ARUS LAUT DALAM MENDUKUNG  
PENGEMBANGAN ENERGI LISTRIK TENAGA ARUS DI SELAT  
TOYOPAKEH, NUSA PENIDA, BALI**

**Nama Mahasiswa : Jihad Faruq Haqiqi**  
**NRP : 4312100007**  
**Jurusan : Teknik Kelautan**  
**Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Zikra, ST, M.Sc**  
**Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D**

**ABSTRAK**

Penyediaan sumber daya energi dimasa mendatang menjadi masalah tersendiri bagi negara-negara di dunia. Pemanfaatan energi arus laut merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut sehingga dapat menghemat penggunaan energi fosil seperti minyak bumi dan gas. Selat Toyopakeh yang terletak di Provinsi Bali merupakan salah satu perairan yang memiliki kecepatan arus yang relatif besar sehingga sangat mendukung dalam pengembangan pembangkit energi tenaga arus laut. Kecepatan arus laut pada daerah tersebut dipengaruhi oleh terjadinya pasang surut atau biasa disebut dengan jenis arus pasang surut. Besarnya kecepatan arus laut pada daerah tersebut bisa mencapai 2 m/s dalam kurun waktu 5 jam sampai 20 jam setiap harinya. Data pasang surut, data batimetri, dan data kecepatan arus laut digunakan untuk pemodelan pola arus yang menggunakan *Software Delf3D*. Dari hasil pemodelan diketahui kondisi arus didominasi oleh arus pasang surut yang mempunyai tipe bolak-balik. Untuk perhitungan potensi energi hanya dicari nilai daya yang dihasilkan dari gerakan arus laut tersebut. Nilai rata-rata daya atau *Average Power Density* lokasi 1 yaitu sebesar 252,9 kW/m<sup>2</sup>, sedangkan lokasi 2 sebesar 1,3 kW/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci :** Pola Arus Laut, Energi Arus, Delf3D, Selat Toyopakeh, Bali

***SEA PATTERN ANALYSIS IN SUPPORTING ELECTRICAL ENERGY  
DEVELOPMENT IN THE TOYOPAKEH STRAIT, NUSA PENIDA, BALI***

**Name** : Jihad Faruq Haqiqi  
**Number Registration** : 043112400007  
**Departement** : Ocean Engineering  
**Supervisors** : Dr. Muhammad Zikra, ST, M.Sc  
Prof. Ir. Mukhtasor M.Eng., Ph.D

**ABSTRACT**

*Provision of energy resources in the future becomes a problem for countries in the world. Utilization of ocean currents energy is one solution to overcome the problem so as to save the use of fossil energy such as petroleum and gas. The Toyopakeh Strait located in Bali Province is one of the waters that has a relatively large current velocity so it is very supportive in the development of ocean current energy generation. The speed of sea currents in the area is influenced by the occurrence of tidal or commonly called the type of tidal currents. The velocity of sea currents in the area can reach 2 m / s in the period of 5 hours to 20 hours each day. Tidal data, bathymetry data, and ocean current velocity data are used for modeling current patterns using Delf3D Software. From the modeling result known that the current condition is dominated by the tidal current having the type of back and forth. For the calculation of energy potential only sought the value of power generated from the movement of the ocean currents. The average power density of location 1 is 252.9 kW / m<sup>2</sup>, whereas location 2 is 1.3 kW / m<sup>2</sup>*

**Key Word** : Sea Flow pattern, Current Ocean Energy, Delf3D, Strait Toyopakeh

## KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini berjudul “***Analisa Pola Arus Laut Dalam Mendukung Pengembangan Energi Lstrik Tenaga Arus diI Selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali***”.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas akhir ini membahas mengenai bagaiman pola arus di selat lallang yang nantinya akan dihitung berapa besar potensi energinya sehingga bisa bermanfaat dalam pengembangan pembangkit energi terbarukan di perairan tersebut.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan penyempurnaan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang energi laut, bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 14 Mei 2018

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan karena dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesempatan, kekuatan, ilmu dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Orang tua penulis yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan moril dan materi serta selalu motivasi penulis agar bersabar dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing I dan dosen wali penulis yang telah memberikan saran dan data-data untuk Tugas Akhir penulis dan telah membimbing penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Prof. Ir. Mukhtasor, M. Eng., Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing hingga Tugas Akhir ini terselesaikan dan membantu penulis selama perkuliahan di Teknik Kelautan.
5. Teman – teman anggota laboratorium Pantai dan Lingkungan Laut yang telah membantu dan menyemangati penulis selama penulisan Laporan Tugas Akhir.
6. Teman-teman angkatan 2012 yang masih memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan kuliah sampai saat ini.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Arus Laut .....	5
2.1.1 Definisi dan Jenis Arus Laut.....	5
2.1.2 Arus Ekman.....	6

2.1.3 Arus Thermohaline .....	6
2.1.4 Arus Geostropik .....	7
2.1.5 Wind Driven Current .....	8
2.1.6 Arus Pasang Surut .....	8
2.2 Pasang Surut .....	9
2.3 Delf3D. ....	10
2.3.1 Delf3D Flow .....	11
2.4 Perhitungan Potensi Energi Arus Laut .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
3.1 Flowchart Penelitian .....	13
3.2 Prosedur Penelitian .....	15
3.2.1 Studi Literatur .....	15
3.2.2 Pengumpulan Data .....	15
3.2.3 Pemodelan Data Dengan Delf3D .....	15
3.2.4 Perhitungan Potensi Energi Listrik .....	15
3.2.5 Kesimpulan dan Saran .....	15
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Tinjauan Tempat Studi .....	17
4.1.1 Tinjauan Geografis .....	17
4.1.2 Batimetri .....	17

4.1.3 Data Pasang Surut .....	18
4.1.4 Data Arus .....	18
4.2 Pemodelan Arus Dengan Software Delf3D .....	19
4.2.1 Digitasi Land Boundary .....	19
4.2.2 Pembuatan Grid.....	20
4.2.3 Pemasukan Data Kedalaman.....	21
4.2.4 Modul Flow Hidrodinamika Delf3D.....	22
4.2.5 Hasil Pemodelan Pada Delf3D.....	23
4.2.6 Validasi Pemodelan Arus Laut .....	24
4.2.7 Hasil Simulasi Pemodelan Arus Laut .....	26
4.3 Perhitungan Potensi Energi Arus Laut.....	32
4.3.1 Alat Pembangkit Energi Arus Laut.....	33
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN...</b> .....	<b>35</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> .....	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
LAMPIRAN I DATA PASANG SURUT DAN ARUS LAUT	
LAMPIRAN II GAMBAR DAN GRAFIK HASIL PEMODELAN <i>DEL3D</i>	
LAMPIRAN III TABEL PERHITUNGAN <i>AVERAGE POWER DENSITY</i>	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Rasio Elektrifikasi Per Provinsi Tahun 2014 .....	1
Gambar 1.2 Peta Potensi Energi Arus Laut Indonesia.....	2
Gambar 1.3 Lokasi pulau Nusa Penida, Bali .....	3
Gambar 2.1 Arus Ekman Berdasarkan Kedalaman.....	6
Gambar 2.2 Sirkulasi Arus Thermohaline .....	7
Gambar 2.3 Proses Terjadinya Pasang Surut .....	9
Gambar 2.4 Modul Pada Delf3D .....	10
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	13
Gambar 3.2 Lanjutan Diagram Alur Penelitian .....	14
Gambar 4.1 Data Pasang Surut Tanggal 4 Agustus-12 September 2015.....	18
Gambar 4.2 Data Distribusi Kecepatan Arus .....	19
Gambar 4.3 Digitasi Lokasi Pemodelan Menggunakan Google Earth .....	20
Gambar 4.4 Bentuk Grid Pada Pemodelan Delf3D .....	21
Gambar 4.5 Visualisasi Data Kedalaman Pada Delf3D.....	22
Gambar 4.6 Titik Lokasi Pengamatan Pada Pemodelan Delf3D .....	23
Gambar 4.7 Tampilan Animasi <i>Visualisasi Output</i> Pada Pemodelan Delf3D.	24
Gambar 4.8 Validasi Pasang Surut Pemodelan dan Pengukuran di Lapangan	25
Gambar 4.9 Validasi Kecepatan Arus Pemodelan dan Pengukuran di Lapangan	26

Gambar 4.10 Kecepatan Arus Pemodelan Lokasi 1 dan 2 Januari – Maret.....	27
Gambar 4.11 Kecepatan Arus Pemodelan Lokasi 1 dan 2 April - Juni .....	27
Gambar 4.12 Kecepatan Arus Pemodelan Lokasi 1 dan 2 Juli - September....	28
Gambar 4.13 Kecepatan Arus Pemodelan Lokasi 1 dan 2 Oktober - Desember	28
Gambar 4.14 Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Menuju Pasang.....	30
Gambar 4.15 Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Pasang tertinggi ...	31
Gambar 4.16 Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Menuju Surut .....	31
Gambar 4.17 Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Surut Terendah.....	32
Gambar 4.18 Alat Pembangkit Arus Laut Tipe Turbin Horizontal .....	34
Gambar 4.19 Alat Pembangkit Arus Laut Tipe Turbin Vertikal .....	34

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1 Pedoman Interpretasi RMSE.....	25
Tabel 4.2 Kecepatan Arus Tertinggi dan Terendah Lokasi 1 dan 2 Pemodelan	29
Tabel 4.3 Distribusi Kecepatan Arus Pada Lokasi 1 dan 2 Selama Satu Tahun	29
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan APD ( <i>Average Power Density</i> ) Selama Setahun	33

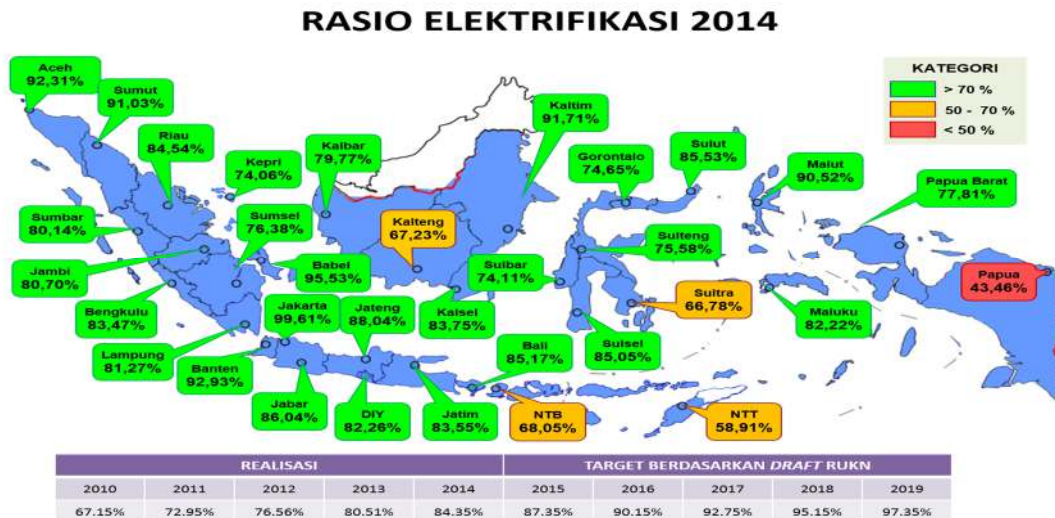
-

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Salah satu kekayaan yang memiliki nilai strategis bagi pembangunan nasional secara berkelanjutan yang merupakan sumber terpenting pendorong pertumbuhan ekonomi adalah energi. Energi mempunyai peranan penting dalam proses pembangunan sosial ekonomi yang berkelanjutan. Penggunaan energy nasional meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Sedangkan ketersediaan pasokan energi minyak bumi yang selama ini digunakan semakin berkurang.

Oleh karena itu dibutuhkan energi terbarukan yang berkelanjutan sebagai solusi krisis energi dimasa mendatang. Dengan kondisi geologis dan letak geografisnya, Indonesia memiliki sumber daya energi terbarukan yang beragam dan melimpah diantaranya adalah tenaga surya, tenaga angin, tenaga air, tenaga arus laut, tenaga gelombang laut, tenaga panas laut (Ocean Thermal Energy Conversion), tenaga pasang surut, tenaga panas bumi (geothermal), biomassa dan lain-lain.



**Gambar 1.1** Rasio Elektrifikasi Per Provinsi Tahun 2014 (*Dewan Energi Nasional, 2014*)

Berdasarkan rasio kelistrikan nasional, kondisi kelistrikan di Indonesia saat ini masih dirasakan belum memenuhi azas berkeadilan dan pemerataan. Rasio Elektrifikasi (Gambar 1.1) sampai tahun 2013 dilaporkan mencapai sekitar 60-80%, namun di kawasan Indonesia bagian Timur belum mencapai 45%. Tingkat penggunaan listrik bagi masyarakat yang lazim dinyatakan dalam konsumsi listrik per kapita, juga tercatat masih belum cukup memadai.

Peningkatan kebutuhan energi sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang pesat serta adanya keterbatasan sumber daya energi fosil yang tersedia mengakibatkan perlunya dikembangkan teknologi pemanfaatan sumber energi terbarukan yang salah satunya adalah energi arus laut.



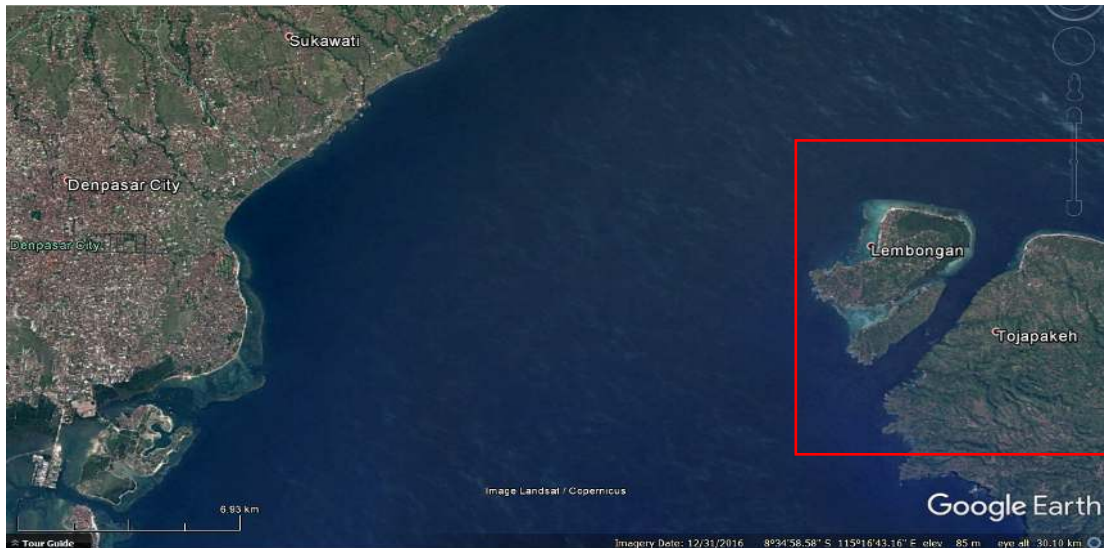
**Gambar 1.2** Peta Potensi Energi Arus Laut Indonesia (<http://kampusislami.com>, 2015)

Pembangkit listrik energi laut memiliki banyak kelebihan baik secara ekonomi, ekologis dan sosial serta geografi. Selain itu kapasitas energi yang dihasilkan lebih besar daripada tenaga angin. Energi yang dihasilkan pada kecepatan arus laut sebesar 12 mph (*mileperhouer*) sebanding dengan kecepatan massa udara atau angin yang bergerak sebesar 110 mph (LIPI, 2010).

Selat Toyopakeh terletak diantara pulau Nusa Penida dan pulau Nusa Ceningan, Provinsi Bali. Selat ini merupakan perlintasan arus terpenting dibagian



selatan arus lintas Indonesia (ARLINDO). Pada selat ini terjadi arus yang berkecepatan relatif kuat karena dipengaruhi oleh bentuk geometrik dan pasang surut musiman. Dengan kondisi morfologis selat tersebut maka potensi energi yang akan dihasilkan sangatlah besar.



**Gambar 1.3** Lokasi pulau Nusa Penida, Bali ( <https://maps.google.co.id/>, 2016)

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimanakah kondisi pola arus yang terjadi di selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali ?
2. Berapa besar potensi energi listrik berbasis arus pasang surut yang terdapat di selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali ?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang dicapai dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui kondisi pola arus yang terjadi di selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali.
2. Mengetahui besarnya potensi energi listrik yang terdapat di selat Toyopakeh tersebut.

#### **1.4 Manfaat**

Hasil penelitian dalam tugas akhir ini diharapkan mampu memberikan referensi data kepada pemerintah terkait untuk dipakai dalam membangun pembangkit listrik baru daerah Nusa Penida, Bali. Selain itu penelitian ini diharapkan mampu menjadi langkah positif dalam mengatasi ancaman krisis energi yang akan terjadi dimasa mendatang.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Analisa dilakukan di selat Toyopakeh, Nusa Penida, Provinsi Bali.
2. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari hasil survey langsung yang dilaksanakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ITS (LPPM ITS)
3. Software yang digunakan dalam pemodelan arus laut adalah software Delf3D (open source)
4. Analisa pada software Delf3D sebatas pada modul Flow (Hidrodinamika)
5. Perhitungan potensi energi hanya sebatas mencari nilai daya yang dihasilkan oleh gerakan arus laut
6. Satuan yang digunakan adalah satuan SI

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Arus Laut**

##### **2.1.1 Definisi dan Jenis Arus Laut**

Arus laut adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal maupun horisontal. Pergerakan tersebut merupakan resultan dari beberapa gaya yang bekerja dan faktor yang mempengaruhinya. Contoh-contoh gerakan itu seperti gaya gravitasi, gaya gesekan dan gaya Coriolis (Pond & Pickard, 1983).

Berdasarkan kedalamannya arus dibedakan menjadi dua yakni arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut yang bergerak dengan arah horizontal dan dipengaruhi oleh pola sebaran angin. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 meter. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut yang arah pergerakannya mendatar, tidak dipengaruhi oleh pola sebaran angin dan membawa massa air dari daerah kutub ke daerah ekuator (Bernawis, 2000).

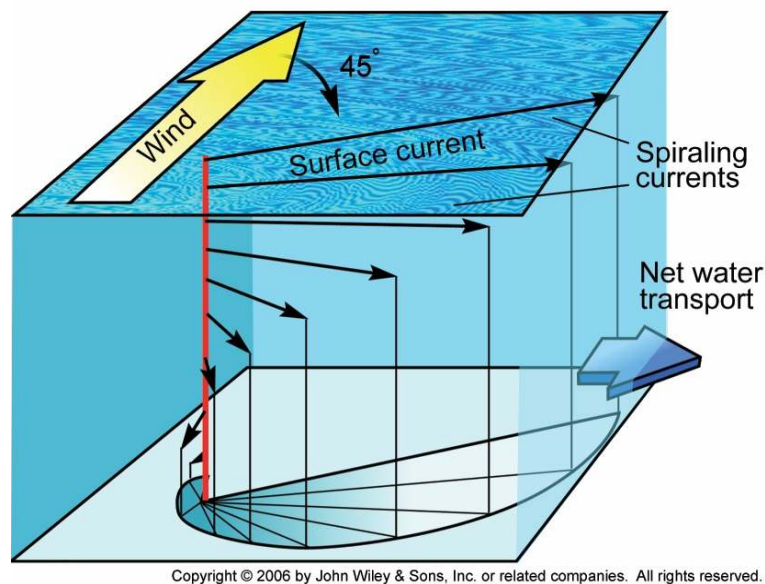
Ketika angin berhembus, energi yang ditransfer dari angin ke permukaan laut, sebagian energi akan digunakan dalam pembentukan gelombang gravitasi permukaan, yang memberikan pergerakan air dari yang kecil ke arah perambatan gelombang sehingga terbentuklah arus dilaut. Semakin cepat kecepatan angin, semakin besar gaya gesekan yang bekerja pada permukaan laut, dan semakin besar arus permukaan. Dalam proses gesekan antara angin dengan permukaan laut dapat menghasilkan gerakan air yaitu pergerakan air laminar dan pergerakan air turbulen (Supangat, 2003).

Berdasarkan penyebab terjadinya arus laut dibagi menjadi dua faktor, yakni faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal seperti perbedaan densitas air laut,

gradien tekanan mendatar dan gesekan lapisan air. Sedangkan faktor eksternal seperti gaya tarik matahari dan bulan yang dipengaruhi oleh tahanan dasar laut sehingga terjadinya pasang surut dan gaya coriolis, perbedaan tekanan udara, gaya gravitasi, gaya tektonik dan angin (Gross, 1990).

### 2.1.2 Arus Ekman

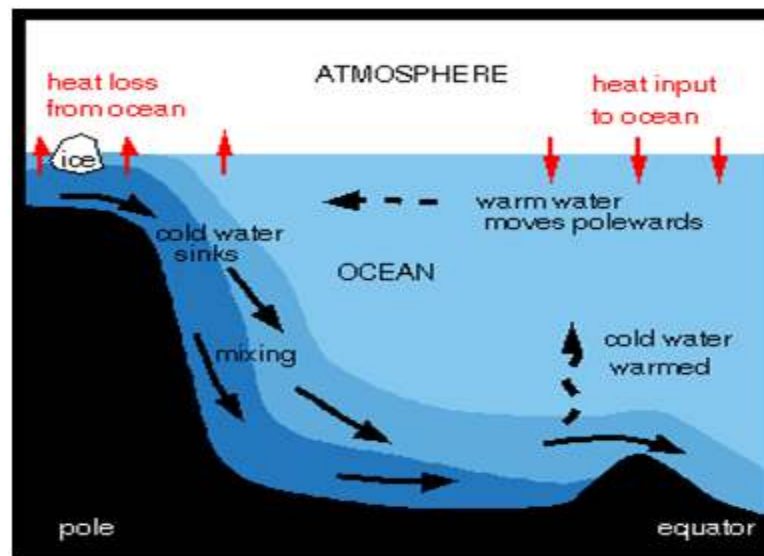
Arus Ekman merupakan arus yang disebabkan oleh gesekan angin (wind friction). Umumnya permukaan air yang langsung bersentuhan dengan angin akan menimbulkan arus di lapisan permukaan dengan kecepatan arus + 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Arah arus yang ditimbulkan tidak searah dengan pergerakan angin karena adanya gaya coriolis yang ditimbulkan oleh rotasi bumi. Arus akan dibelokkan ke kanan pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan dibelokkan ke kiri pada Belahan Bumi Selatan (BBS). Gaya gesekan molekul dari massa air membuat lapisan dalam dibelokkan oleh lapisan atasnya sampai pada kedalaman tertentu dimana gaya gesekan molekul ini tidak berpengaruh lagi. Fenomena pembelokan arus ini dikenal dengan Spiral Ekman (Gross, 1990).



**Gambar 2.1** Arus Ekman Berdasarkan Kedalaman  
(<http://unmgeografi.wordpress.com>, 2011)

### 2.1.3 Arus Termohaline

Arus Thermohaline yaitu arus yang dipengaruhi oleh densitas. Perubahan densitas timbul karena adanya perubahan suhu dan salinitas antara dua massa air (lihat gambar 2.2), dimana yang densitasnya tinggi akan tenggelam dan menyebar dibawah permukaan air sebagai arus dalam dan sirkulasinya disebut arus termohalin (*thermohaline circulation*).



**Gambar 2.2** Sirkulasi Arus Thermohaline (<http://www.cleanet.org>, 2014)

Menurut Kurniawan (2004), arus thermohalin ini biasanya bergerak dari arah utara menuju ke selatan, yakni dari samudera Atlantik menuju samudera Antartika.

### 2.1.4 Arus Geostropik

Arus geostropik adalah arus yang terjadi karena adanya keseimbangan geostropik yang disebabkan oleh adanya gradien tekanan horizontal yang bekerja pada massa air yang bergerak, dan diseimbangkan oleh gaya Coriolis (Brown et al., 1989). Arus ini terletak dalam kedalaman 1000 meter di bawah permukaan laut dan bergerak dengan sangat lambat sehingga dapat diasumsikan sebagai fluida statis. Dalam asumsinya, setiap partikel air laut yang berada dalam kedalaman tersebut memiliki kecepatan gerak partikel yang sama atau dengan kecepatan yang sangat kecil sehingga dianggap tidak bergerak sama sekali.

### **2.1.5 Wind Driven Current**

Ketika angin bertiup dipermukaan laut maka stress yang ditimbulkan oleh angin akan dapat menggerakkan lapisan permukaan air. Namun gerakan air laut ini ternyata tidak sama arahnya dengan arah angin yang menyebabkannya. Hal ini terjadi karena gerakan massa air permukaan tersebut mengalami pengaruh gaya coriolis. Mekanisme terjadinya arus oleh angin ini pertama kali dijelaskan secara kualitatif dan kuantitatif oleh V.W. Ekman pada tahun 1902. Ketika angin menggerakkan massa air permukaan maka akan timbul gaya gesekan angin terhadap air permukaan. Kemudian massa air permukaan akan bergerak searah arah angin yang menyebabkan timbulnya gaya gesekan oleh lapisan massa air yang berada dibawahnya yang arahnya berlawanan dengan gerakan massa air permukaan tersebut.

Gerakan tersebut akan mendapatkan pengaruh dari gaya coriolis akibat rotasi bumi yang pada BBU arahnya  $90^\circ$  ke kanan arah gerakan. Akibatnya gerakan lapisan permukaan air ini akan berbelok ke kanan membentuk sudut tertentu dengan gerakan yang dipercepat akibat resultan dari gaya gesekan angin dan coriolis. Seiring dengan bertambahnya kecepatan maka gesekan gaya gesekan air juga akan meningkat sehingga akhirnya ketiga gaya tersebut berada dalam keadaan seimbang ketika gerakan massa air membentuk sudut  $45^\circ$  dari arah angin sehingga gerakannya berada dalam kecepatan yang konstan.

### **2.1.6 Arus Pasang Surut**

Menurut King (1966) dalam Wirasatriya *et al.* (2006), arus yang terjadi di laut teluk dan laguna adalah akibat massa air mengalir dari permukaan yang lebih tinggi ke permukaan yang lebih rendah yang disebabkan oleh pasang surut. Arus pasang surut adalah arus yang cukup dominan pada perairan teluk yang memiliki karakteristik pasang (*flood*) dan surut (*ebb*). Pada waktu gelombang pasut merambat memasuki perairan dangkal, seperti muara sungai atau teluk, maka badan air kawasan ini akan bereaksi terhadap aksi dari perairan lepas.

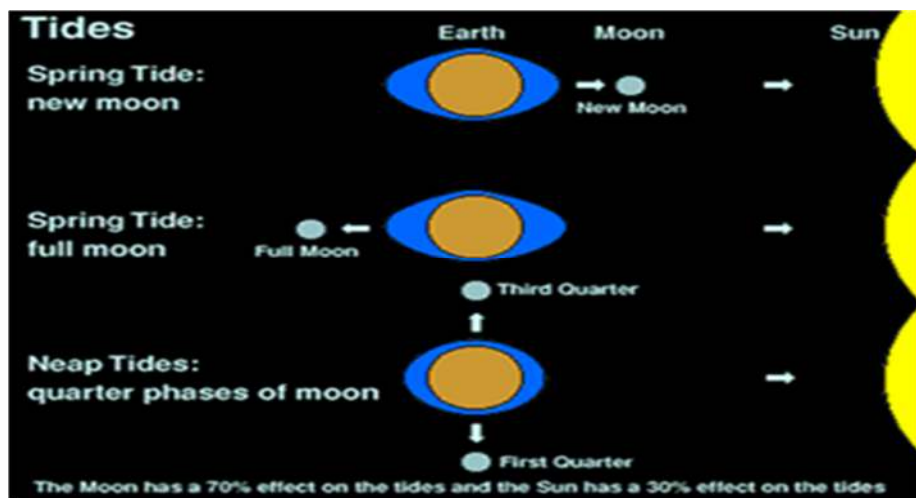
Permukaan air laut senantiasa berubah-ubah setiap saat karena gerakan pasut, keadaan ini juga terjadi pada tempat-tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga

menimbulkan arus pasut (*Tidal current*). Gerakan arus pasut dari laut lepas yang merambat keperairan pantai akan mengalami perubahan, faktor yang mempengaruhinya antara lain adalah berkurangnya kedalaman (Mihardja *et al.*1994)

## 2.2 Pasang Surut

Pasang Surut merupakan pergerakan air laut secara horizontal yang dihubungkan dengan naik turunnya permukaan laut secara periodik. Menurut Dronkers (1964) pasang surut laut merupakan suatu fenomena pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala yang diakibatkan oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda astronomi terutama oleh matahari, bumi dan bulan. Pengaruh benda angkasa lainnya dapat diabaikan karena jaraknya lebih jauh atau ukurannya lebih kecil.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pasang surut berdasarkan teori kesetimbangan, yakni rotasi bumi pada sumbunya, revolusi bulan terhadap matahari, dan revolusi bumi terhadap matahari. Sedangkan berdasarkan teori dinamis adalah kedalaman dan luas perairan, pengaruh rotasi bumi (gaya coriolis), dan gesekan dasar. Selain itu, terdapat beberapa faktor lokal yang dapat mempengaruhi pasang surut di suatu perairan, seperti topografi dasar laut, lebar selat, bentuk teluk, sehingga berbagai lokasi memiliki ciri pasang surut yang berlainan.



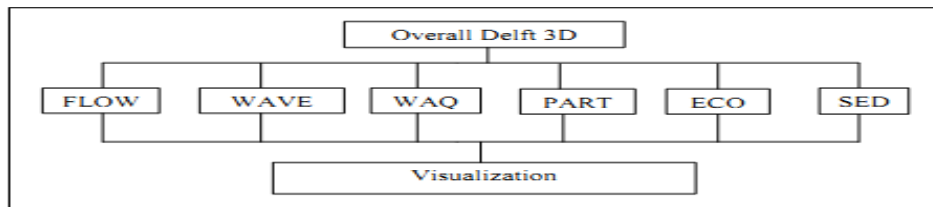
Gambar 2.3 Proses Terjadinya Pasang Surut (<http://cleanet.org>, 2014)

Pasang surut di Indonesia dibagi menjadi empat macam, antara lain :

1. Pasang surut harian tunggal (Diurnal Tide), merupakan pasut yang hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.
2. Pasang surut harian ganda (Semidiurnal Tide). Merupakan pasut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari, biasanya terdapat pada perairan yang sempit.
3. Pasang surut campuran condong harian tunggal (Mixed Tide, Prevailing Diurnal) merupakan pasut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu.
4. Pasang surut campuran condong harian ganda (Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal) yakni pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda.

### 2.3 Delf3D

Delft3D ini merupakan model yang berbasis windows yang dipakai untuk pemodelan perubahan morfologi pantai. Bagian – bagian dalam Delft3D dapat dilihat pada Gambar dibawah ini :



**Gambar 2.4** Modul pada Delf3D

Delft 3D terdiri dari beberapa sistem dan fungsi yaitu:

- Delft3D-FLOW : Simulasi tsunami, pasang surut, aliran sungai dan banjir
- Delft3D-WAVE : Perambatan gelombang
- Delft3D-WAQ : Kualitas air pada daerah far – field
- Delft3D-PART : Kualitas air dan gerakan partikel pada daerah midfield



- Delft3D-ECO : Pemodelan Ekologi
- Delft3D-SED : Pengangkutan sedimen untuk partikel kohesif dan non kohesif

### 2.3.1 Delft3D Flow

Delft3D merupakan software yang berfungsi untuk simulasi pada daerah pantai, sungai dan pada muara. Selain pantai, sungai dan muara, Delft3D juga dapat mensimulasikan gelombang, sedimen, ekologi dan kualitas air pada pantai.

Pada pemodelan ini yaitu menggunakan modul Delft3D-Flow dan. Delft3D-Flow adalah sistem pada bagian Delft3D yang digunakan untuk menghitung SWE (Shallow Water Equation) atau persamaan pada kondisi air dangkal dalam variabel kecepatan dan tinggi ke dalam bentuk dua atau tiga dimensi pada sebuah grid atau garis bantu (Arizal, 2011).

Simulasi Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid adalah garis bantu koordinat arah vertikal dan horizontal untuk menentukan luas daerah yang disimulasi atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua sistem yaitu coordinate cartessian berbentuk persegi dan koordinat spherical. Sistem coordinate cartessian berbentuk persegi, bersifat kaku dan hanya mempunyai parameter arah saja, yaitu arah vertikal dan arah horizontal ( $\xi$ ).

### 2.4 Perhitungan Potensi Energi Arus Laut

Pada pemodelan software Delft3D akan didapatkan nilai distribusi kecepatan atau rata-rata kecepatan pada titik kedalaman tertentu (*depth average velocity*). Dengan berbekal data distribusi kecepatan arus, maka nilai potensi energy dari kecepatan arus dapat dinyatakan dalam kerapatan daya rata-rata / *Average Power Density* (APD). Kerapatan daya ini terdapat di seluruh permukaan yang dianggap harus dihitung dari seri saat diukur dari prediksi distribusi kecepatan  $f(U_i)$ . Berdasarkan persamaan yang ada dalam EMEC (European Marine Energy Centre):

$$APD = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \sum_{i=1}^{N_B} (U_i^3 \cdot f(U_i)) = \frac{1}{2} \rho \cdot V_{rmc}^3 \quad (\text{kW/m}^2) \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :  $APD$  = Average Power Density ( $\text{kW/m}^2$ )

$\rho$  = massa jenis air laut ( $\text{kg/m}^3$ )

$N_B$  = jumlah kecepatan arus pada tiap interval waktu yang ditentukan

$U_i$  = nilai kecepatan arus pada interval waktu tertentu (m/s)

$f(U_i)$  = distribusi kecepatan arus laut (m/s)

$i$  = interval waktu

$V_{\text{mc}}$  = kecepatan rata-rata partikel arus laut (m/s)

Kerapatan daya juga dapat dihitung langsung dari waktu yang berasal dari hasil pemodelan dan histogram analisis pemodelan, karena hal ini akan memberikan hasil yang lebih baik.

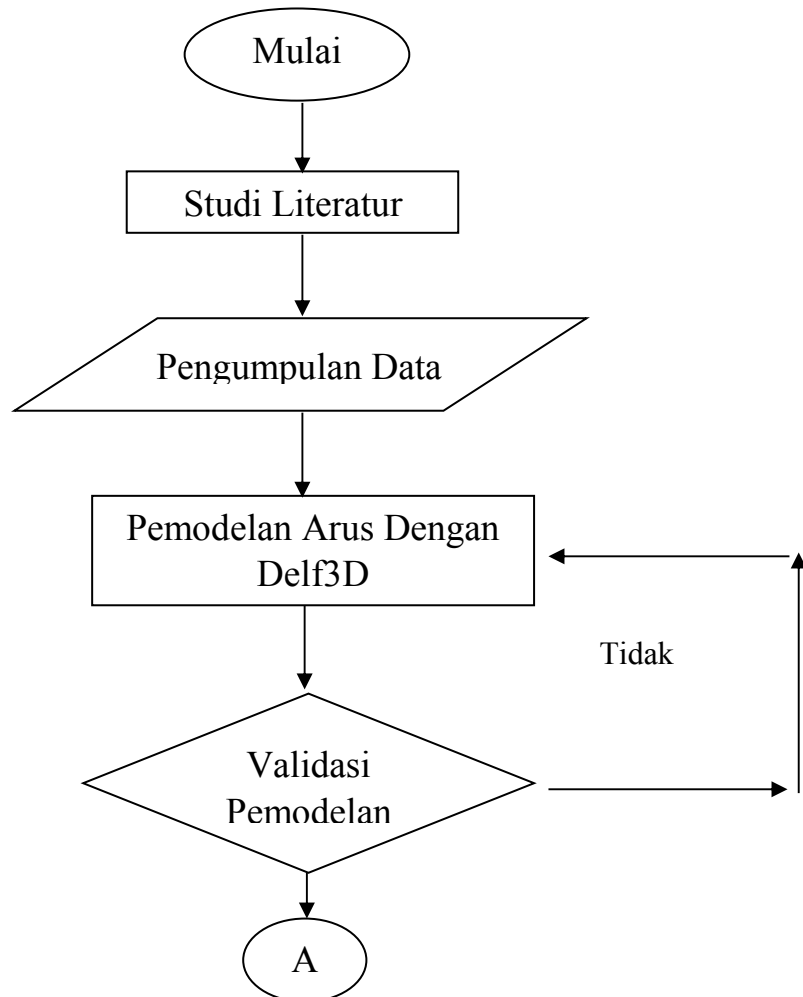
$$APD = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana [j] adalah indeks dari 10 menit bertahap, [Vj] adalah kecepatan setiap sepuluh menit atau dicatat setiap 10 menit, dan [N] adalah jumlah total interval waktu (periode total simulasi dibagi dengan 10 menit).

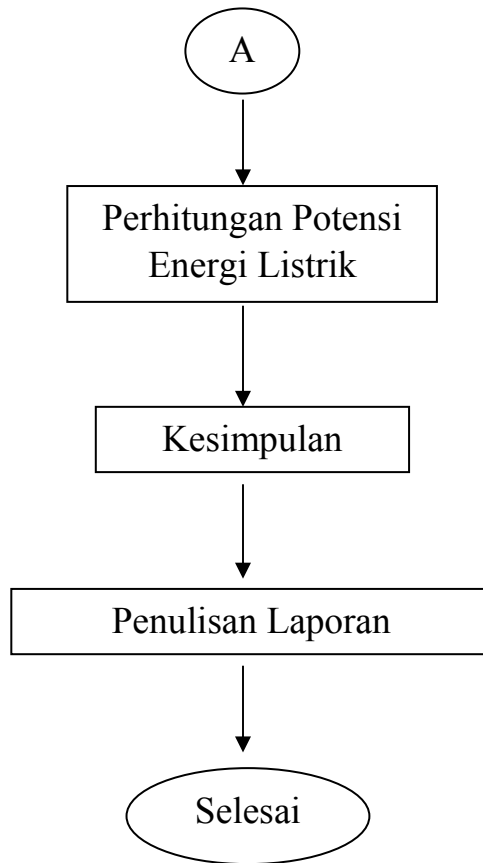
**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Flowchart Penelitian**

Studi ini ditujukan untuk mengetahui berapa besar potensi arus selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan sumber energi listrik. Penelitian tugas akhir ini dimulai dengan melakukan studi literatur. Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi yang dibutuhkan untuk pengerjaan tugas akhir ini.



**Gambar 3.1** Diagram Alur Metode Penelitian



**Gambar 3.2** Lanjutan Diagram Alur Metode Penelitian

Kemudian dilakukan pengumpulan data yang diperlukan untuk penyelesaian tugas akhir ini. Setelah data didapatkan kemudian dilakukan pengolahan data-data yang sudah didapat untuk selanjutnya dilakukan analisa dengan pemodelan arus dua dimensi. Pemodelan arus dalam studi ini menggunakan sebuah perangkat lunak yang bisa digolongkan kedalam jenis penelitian rekayasa. Perangkat lunak yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah Delf3D. Setelah dilakukan pemodelan selanjutnya adalah melakukan perhitungan potensi energi arus laut di selat Toyopakeh tersebut.

## **3.2 Prosedur Penelitian**

### **3.2.1 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai bahan acuan seperti jurnal, buku dan referensi lain seperti Tugas Akhir terdahulu dan artikel internet dalam memahami dan menganalisa permasalahan pada penelitian ini.

### **3.2.2 Pengumpulan Data**

Data-data dalam penelitian ini berguna sebagai input terhadap pengaplikasian perangkat lunak Delf3D. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah pengumpulan data Sekunder yang didapat dari hasil pengukuran langsung yang dilakukan oleh LPPM ITS. Data sekunder yang dibutuhkan adalah data peta bathimetri dan data pasang surut dari lokasi pengukuran secara langsung.

### **3.2.3 Pemodelan Data Menggunakan Delf3D**

Pemodelan arus dengan menggunakan software Delf3d yang merupakan program pemodelan arus hidrodinamika dua dimensi. Input data yang telah ada dilanjutkan dengan pembuatan grid komputasi dan penentuan kondisi batas untuk pemodelan pada software Delf3D. Hasil pemodelan yang didapatkan adalah berupa kecepatan arus dan elevasi muka air. Sebelum melakukan perhitungan potensi daya listrik harus dilakukan validasi antara hasil pemodelan dengan data sekunder yang didapatkan.

### **3.2.4 Perhitungan Potensi Energi Arus Laut**

Selanjutnya perhitungan potensi daya listrik yang dihasilkan oleh energi arus, hal ini diperlukan untuk mengetahui besar potensi daya listrik yang dapat dihasilkan pada lokasi yang telah ditentukan berdasarkan pada data arus yang diolah sebelumnya.

### **3.2.5 Kesimpulan dan Saran**

Menarik kesimpulan dari hasil yang didapat serta memberikan saran untuk pengembangan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB 4

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Tinjauan Tempat Studi

##### 4.1.1 Tinjauan Geografis

Daerah penelitian yang dimodelkan adalah perairan Selat Toyopakeh yang terletak diantara dua pulau yaitu pulau Nusa Penida dan Nusa Ceningan, Provinsi Bali. Luas selat ini mencapai 20.057,2 ha berdasarkan data Badan Pusat statistik Kabupaten Klungkung tahun 2008 dan terletak pada koordinat  $8^{\circ}44'44''$  Lintang Selatan dan  $115^{\circ}32'12''$  Bujur Timur dengan proyeksi *Universal Transversal Mecator* (UTM) 50.

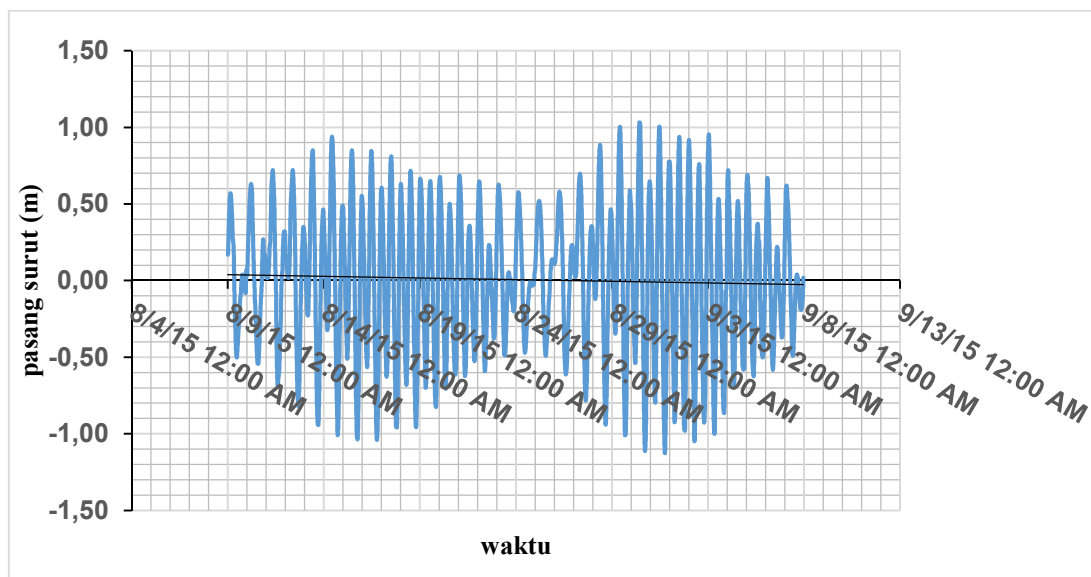
Panjang pantai di Kabupaten Klungkung 90 km terdiri atas 20 km berada di Klungkung daratan dan 70 km berada di Klungkung kepulauan (Kecamatan Nusa Penida). Garis pantai tersebut tergolong tipe pantai dasar berpasir, pantai bertebing terjal dan pantai bermangrove. Pola arus dipengaruhi oleh pergerakan massa air di perairan selat Bali, Selat Lombok dan Samudera Indonesia sedangkan pasang surut tergolong campuran semi diurnal. Kondisi gelombang tergolong besar karena berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia. Pada saat pasang tertinggi gelombang mencapai 50 – 140 cm dengan arah tegak lurus garis pantai.

##### 4.1.2. Batimetri

Berdasarkan pemetaan dan studi menunjukkan bahwa permukaan dasar laut perairan selat toyopakeh relatif curam dengan kedalaman mencapai 30 meter lebih. Dalam pemodelan pola arus lokasi studi, bathimetri dari pemetaan Peta Dasar Topografi Perairan Selat toyopakeh ini digunakan sebagai data input untuk menunjukkan kedalaman lokasi pemodelan. Pola bathimetri ini akan dikonversi dari file .jpg menjadi .dwg atau .dxf dengan menggunakan software Auto Cad 2010. Hasil bathimetri konversi digunakan sebagai input awal dalam pemodelan hidrodinamika menggunakan software delf3D.

#### 4.1.3 Data Pasang Surut

Salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku hidrodinamika laut adalah pasang surut air laut. Pasang surut adalah fenomena naik turunnya air pada suatu titik pengamatan yang disertai oleh gerakan horizontal massa air. Pasang surut dibangkitkan oleh adanya gaya tarik menarik (gravitasi) antara benda angkasa yakni matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi. Pada pemodelan arus dalam satu tahun ini data pasang surut akan digunakan untuk salah satu input sebagai boundary condition. Data pasang surut yang digunakan untuk skenario yang dirancang yaitu data peramalan pasang surut yang didapat dari survey yang dilakukan oleh LPPM ITS. Pasang surut tertinggi pada perairan Selat toyopakeh mencapai 1,03 meter sedangkan pasang terendah mencapai -1,12 meter. Data pasang surut yang digunakan merupakan data selama 30 hari.

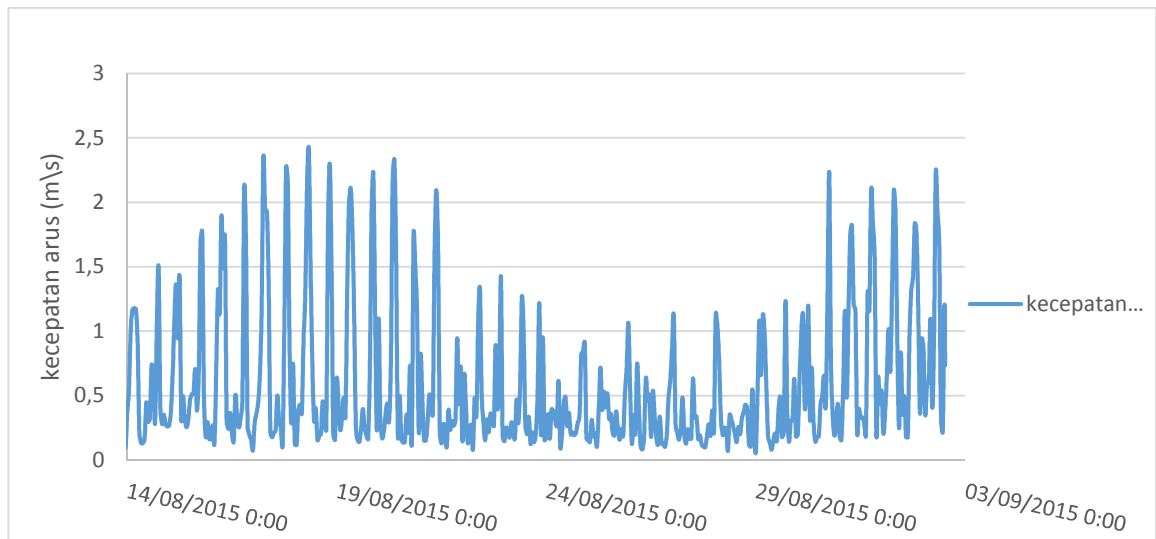


**Gambar 4.1** Data Pasang Surut Selama satu Bulan (LPPM ITS, 2015)

#### 4.1.3 Data Arus

Arus pada daerah studi dibangkitkan oleh arus akibat pasang surut air laut. Data kecepatan arus diperoleh dari pengukuran team survey LPPM ITS pada tanggal 12 Agustus – 02 September 2015 pada posisi kedalaman mencapai 31 meter.





**Gambar 4.2** Data Distribusi Kecepatan Arus (sumber : LPPM ITS, 2015)

Dari hasil pengukuran secara keseluruhan didapatkan potensi kecepatan arus tertinggi mencapai 1,74 m/s pada saat *spring tide* dan 1,82 m/s pada saat pasang mati atau *neap tide*. Sedangkan untuk potensi kecepatan arus terendah mencapai 0,75 m/s pada saat *spring tide* dan 0,74 m/s pada saat *neap tide*. Dari data tersebut potensi energi arus yang didapatkan lumayan besar.

## 4.2 Pemodelan Arus Dengan Software Delf3D

Pemodelan hidrodinamika laut dengan menggunakan software Delf3D ini akan didapatkan pola arus dan kecepatan arus yang terjadi pada lokasi studi. Tahapan-tahapan Pemodelan menggunakan Delf3D meliputi digitasi land boundary, pembuatan grid, pemasukan data kedalaman, parameter flow hidrodinamika, dan keluaran hasil simulasi.

### 4.2.1 Digitasi Land Boundary

Land boundary merupakan batas yang menunjukkan wilayah darat dan lautan. Dalam melakukan simulasi memerlukan data digitasi yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software Google Earth dan Global Mapper untuk mendapatkan nilai koordinat pada daratan (lihat gambar 4.3). Daerah yg didigitasi merupakan garis pantai sebelah barat pada pulau Nusa Penida dan garis pantai sebelah timur pulau Nusa Ceningan, Bali.

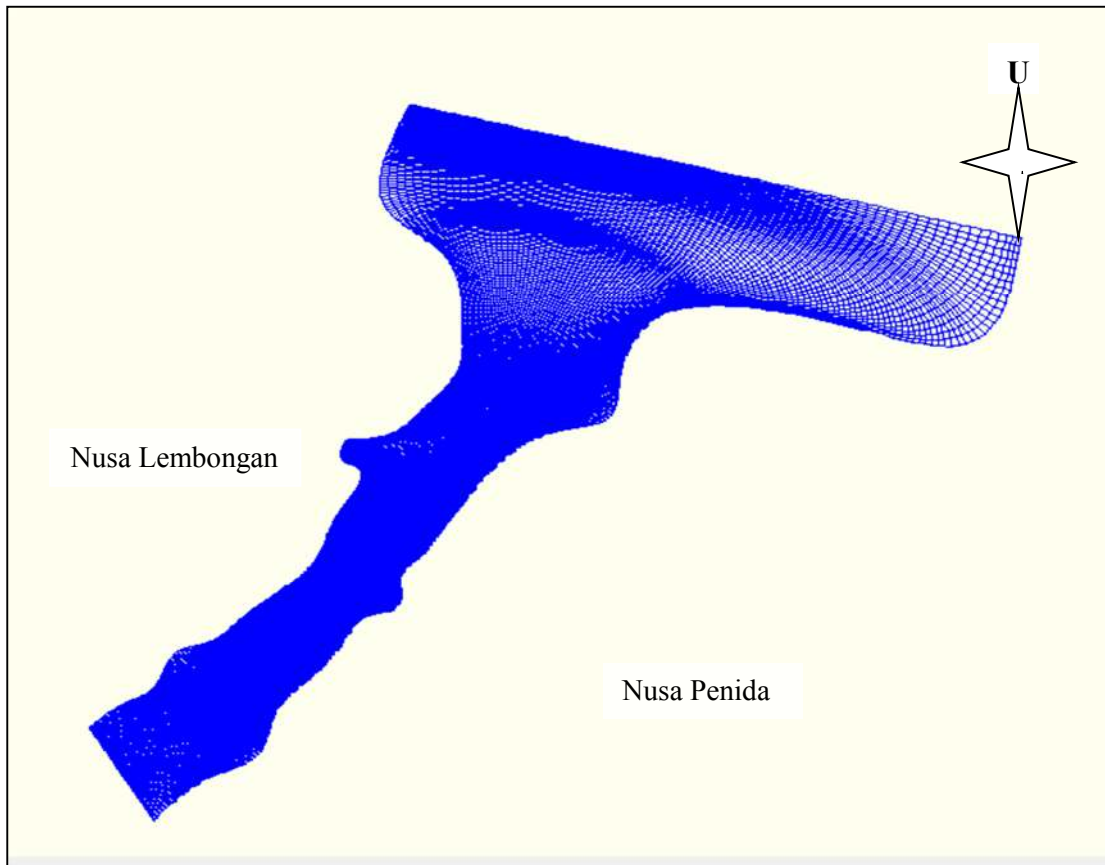


**Gambar 4.3** Digitasi Lokasi Menggunakan Google Earth (google earth, 2017)

Output yang telah didigitasi dalam bentuk koordinat X dan Y kemudian dipindahkan ke Global Mapper yang sudah diformat agar dapat dijadikan sebagai input land boundary dengan format \*.ldb. Setelah tersimpan file tersebut dapat dibuka dengan menggunakan Delft3D-RGFGRID sehingga terbentuk garis pantai dan wilayah daratan dan laut.

#### **4.2.2 Pembuatan Grid**

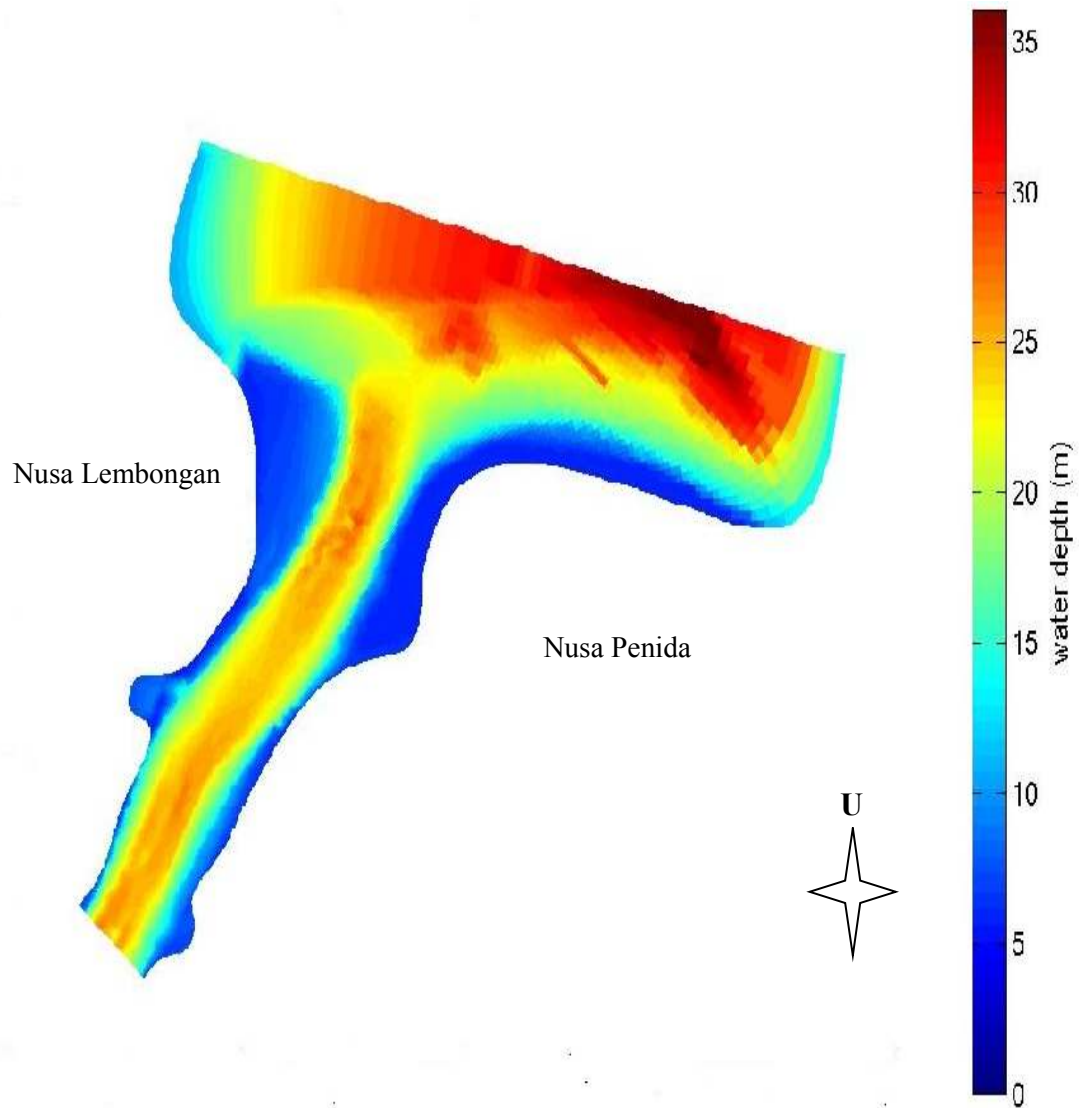
Grid yang digunakan pada simulasi dalam bentuk coordinate cartesian berbentuk persegi. Pembuatan grid ini menggunakan program Delft3D-RGFGRID, tujuan dari Delft3D-RGFGRID ini adalah untuk membuat grid, memodifikasi, dan memvisualisasikan orthogonal untuk Delft3D-FLOW (gambar 4.4). Jenis grid yang dipakai pada pemodelan menggunakan Delf3D ini merupakan Culvilinier grid yang berbentuk segiempat.



**Gambar 4.4** Bentuk Grid Pada Pemodelan Delft3D

#### 4.2.3 Pemasukan Data Kedalaman

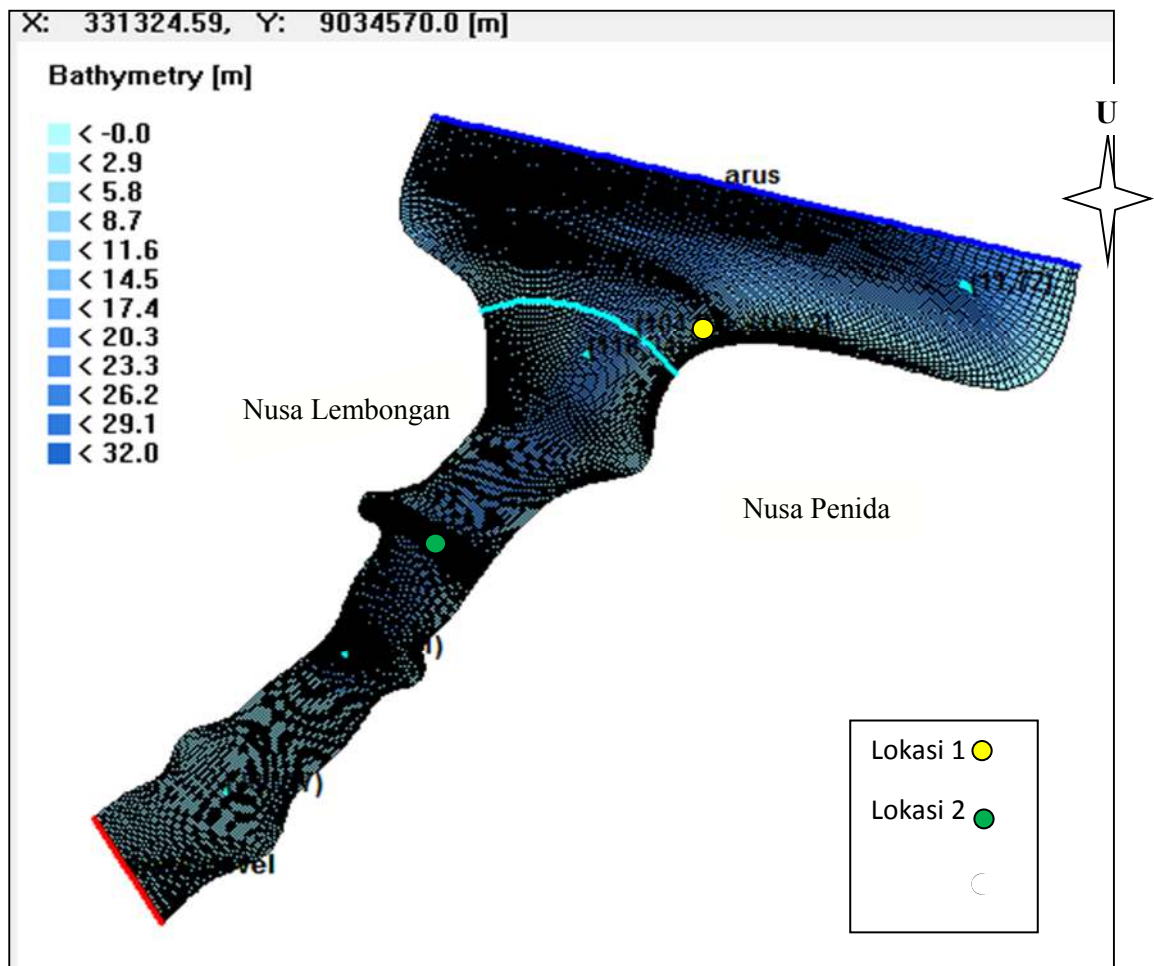
Delft3D-QUICKIN merupakan program yang berfungsi untuk membuat, dan memvisualisasikan model bathimetri. Delft3D-QUICKIN digunakan untuk memasukkan data kedalaman pada daerah simulasi. Data kedalaman digunakan sebagai data input bathimetri pada system Delft3D-FLOW. Untuk input data kedalaman dengan tanda positif (+) digunakan sebagai informasi kedalaman di laut, sedangkan untuk tanda negatif (-) digunakan sebagai informasi elevasi di darat. Data bathimetri harus disimpan dalam bentuk \*.xyz. Data format \*.xyz tersebut menjadi data input Delft3D-QUICKIN.



**Gambar 4.5** Visualisasi Data Kedalaman Pada Delf3D

#### 4.2.4 Modul Flow Hidrodinamika Delf3D

Sebelum dilakukan simulasi hasil meshing dari menu RFGRID dan QUICKIN harus memasukkan beberapa parameter melalui Modul Flow pada Delf3D. Beberapa parameter yang digunakan dalam pemodelan ini yaitu pertama memasukkan hasil grid dan batimetri pada sub menu domain. Selanjutnya mengatur waktu simulasi yang akan dijalankan, meliputi *time step* dan *time interval*. Pada pengaturan *boundarie* jenis data yang diinputkan adalah *Water Level*, terdapat dua *open boundaries* sebahgbai data inputannya.

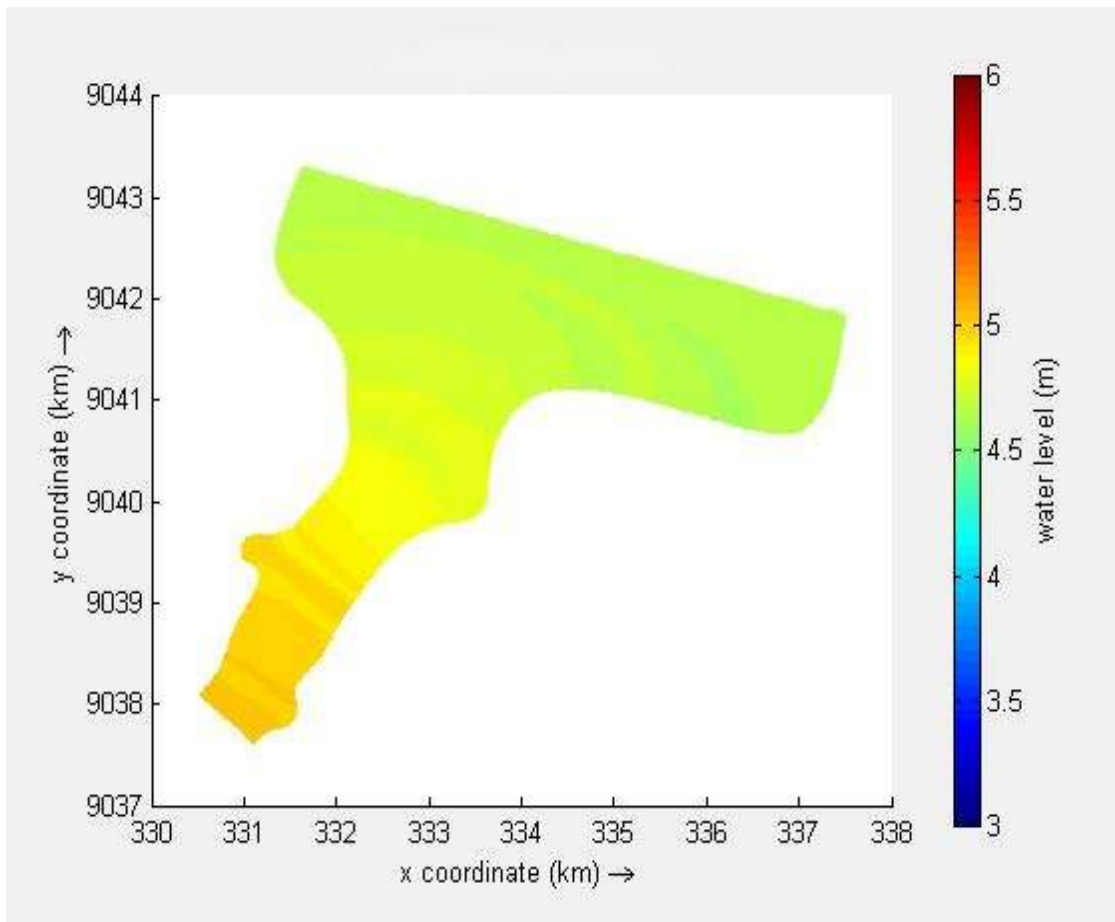


**Gambar 4.6** Titik Lokasi Pengamatan Pada Pemodelan Delf3D

Selain menentukan *open boundaries* ditentukan juga beberapa titik lokasi (lihat gambar 4.6) yang akan diamati sehingga dapat dianalisa hasil simulasinya. Keluaran dari hasil simulasi ini dibuat *history intervalnya* setiap satu jam

#### 4.2.5 Hasil Pemodelan Pada Delf3D

Hasil pemodelan pada Delf3D berupa pola sebaran warna yang berbeda-beda tergantung dari nilai angka *outputan* yang dihasilkan oleh pemodelan tersebut. Pada pemodelan pola arus keluaran yang dihasilkan oleh simulasi Delf3D diantaranya meliputi kecepatan rata-rata arus (*depth average velocity*), arah vektor arus tersebut, dan nilai elevasi pasang surut (*water level*). G

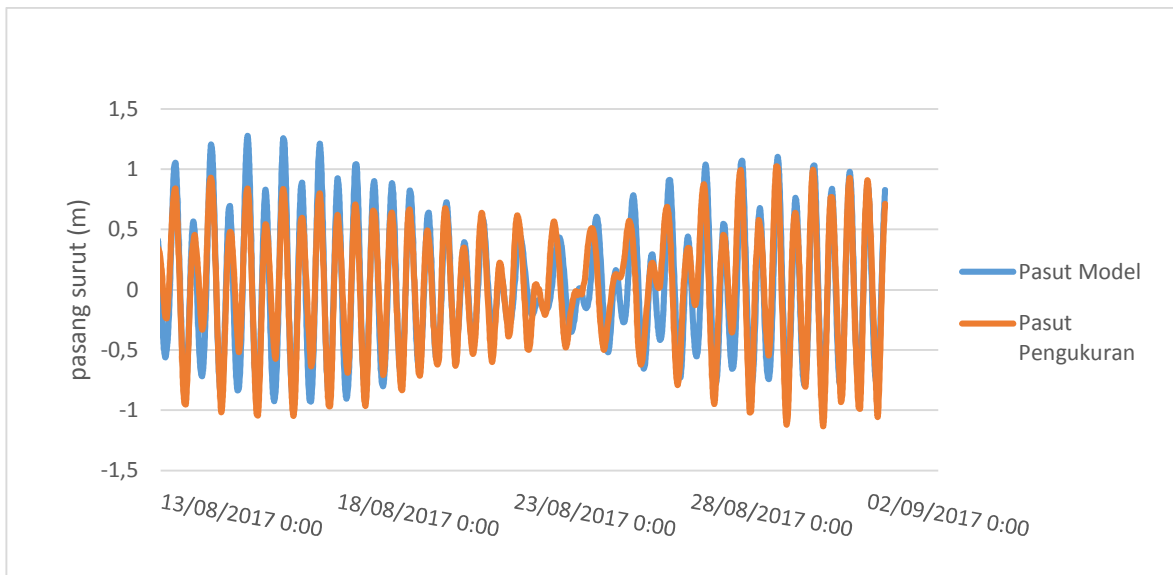


**Gambar 4.7** Tampilan *Visualisasi Output* Pada Pemodelan Delf3D

Gambar 4.7 diatas merupakan salah satu contoh tampilan visualisasi pasang surut hasil pemodelan hidrodinamika dengan menggunakan Delf3D

#### **4.2.6 Validasi Pemodelan Arus Laut**

Validasi dilakukan antara hasil model dengan hasil pengukuran dimana dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapatkan dari hasil survey oleh LPPM ITS. Data yang diperoleh dari survey tersebut adalah data pasang surut dan kecepatan arus. Pada gambar 4.8 menunjukkan grafik validasi antara pasang surut hasil pemodelan dengan pasang surut hasil pengukuran dilapangan. Dari gambar tersebut dapat dilihat pola pasang surut yang dihasilkan oleh pemodelan tidak jauh berbeda dengan pola yang didapat dari hasil pengukuran.



**Gambar 4.8** Validasi Pasang Surut Hasil Pemodelan dan Pengukuran di Lapangan

Untuk menentukan tingkat kesalahan (*error*) dari hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil pemodelan dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan RMSE (*Root Mean Square Error*) seperti dibawah ini :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Y_t - Y_{t+1})^2}{n}} \dots\dots\dots(4)$$

Nilai RMSE merupakan rata-rata besar kesalahan pada suatu sample data. Semakin besar nilai RMSE maka semakin besar pula tingkat perbedaan kesalahan pada masing-masing sample data yang dihitung. Untuk memudahkan dalam memahami nilai RMSE maka digunakan tabel dibawah ini :

**Tabel 4.1** Pedoman Interpretasi RMSE

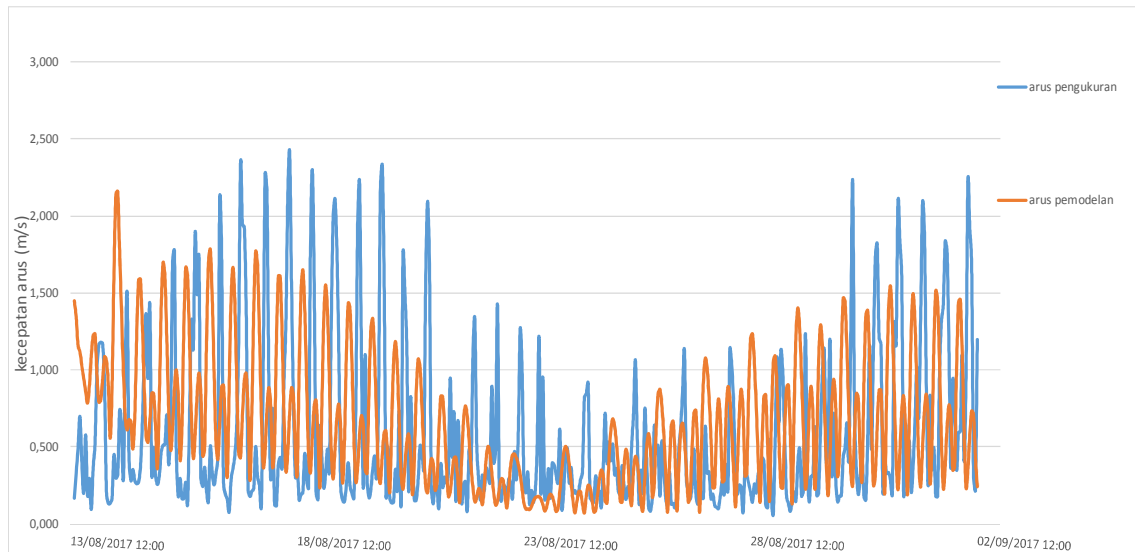
RMSE (m/s)	Tingkat Kesalahan
0,00 – 0,299	Kecil
0,30 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,899	Besar
>0,90	Sangat Besar

(Sumber Validasi Tinggi, Mia Khusnul-FMIPA UI, 2012)

Hasil perhitungan RMSE dari hasil pemodelan dan pengukuran pasang surut menunjukkan bahwa tingkat kesalahan dari pemodelan adalah kecil, karena nilai yang didapat adalah 0,240. Nilai RMSE pasang surut tersebut masuk dalam range 0,00 –



0,299 sehingga dapat dikatakan tingkat kesalahannya kecil. Untuk validasi kecepatan arus pemodelan dengan kecepatan arus hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini :



**Gambar 4.9** Validasi Kecepatan Arus Hasil Pemodelan dan Pengukuran di Lapangan

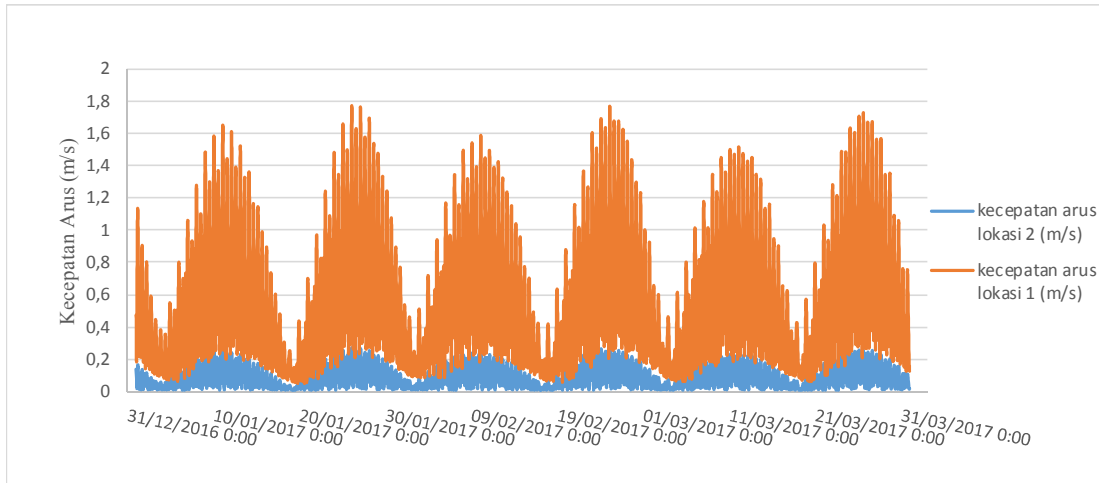
Dari grafik diatas dapat kita lihat hasil kecepatan arus pemodelan dengan kecepatan arus pengukuran memiliki perbedaan yang lumayan besar. Nilai RMSE untuk validasi kecepatan arus pemodelan dan pengukuran adalah sebesar 0,719. Nilai RMSE tersebut masuk dalam range 0,60 – 0,899 sehingga dapat dikatakan tingkat kesalahannya lumayan besar.

#### **4.2.7 Hasil Simulasi Pemodelan Arus Laut**

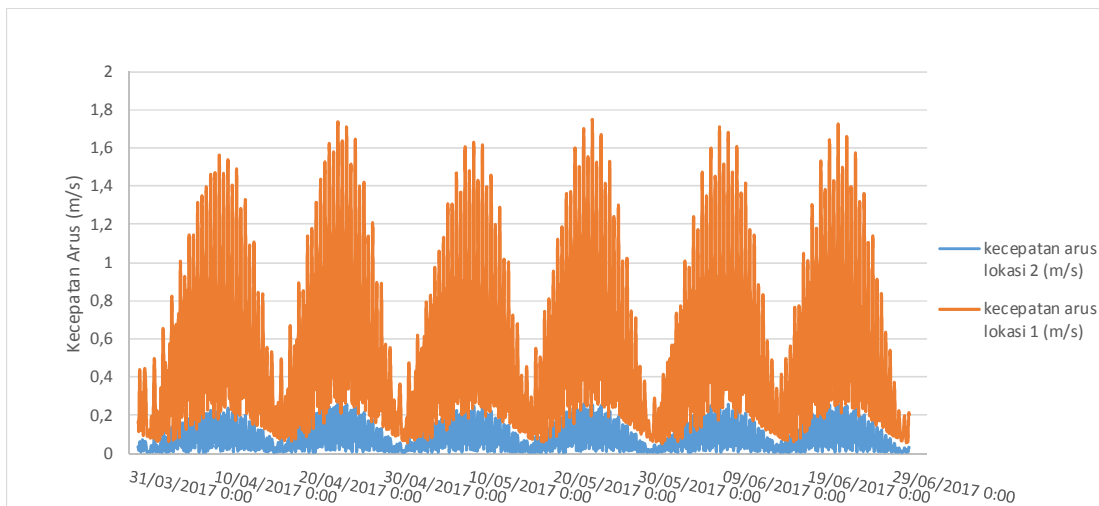
Setelah melakukan validasi antara data hasil pengukuran pasang surut dengan hasil pemodelan pasang surut dan hasil pengukuran kecepatan arus dengan hasil pemodelan kecepatan arus, maka selanjutnya adalah melakukan simulasi pemodelan kecepatan arus selama satu tahun. Pemodelan ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pola arus yang dihasilkan selama satu tahun yang nantinya akan digunakan untuk menghitung berapa besar *Average Power Density (APD)* tahunannya. Gambar 4.10 menunjukkan bagaimana grafik perbandingan kecepatan arus lokasi 1 dan lokasi 2 hasil simulasi yang terbentuk selama bulan Januari - Maret, gambar 4.11 grafik perbandingan kecepatan arus lokasi 1 dan lokasi 2 selama bulan



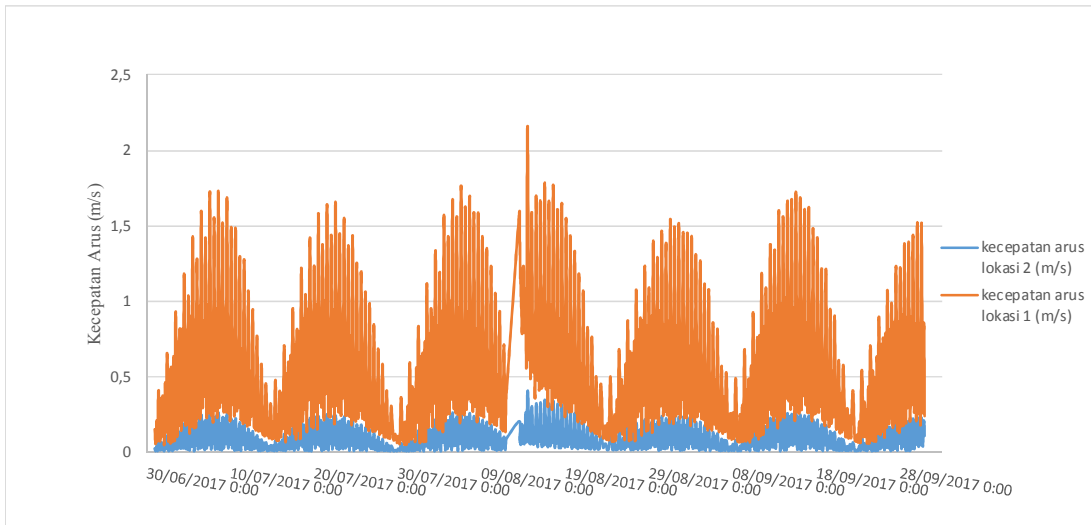
April - Juni, gambar 4.12 grafik perbandingan kecepatan arus lokasi 1 dan lokasi 2 selama bulan Juli - September, dan gambar 4.13 menunjukkan grafik perbandingan kecepatan arus lokasi 1 dan lokasi 2 selama bulan oktober - Desember.



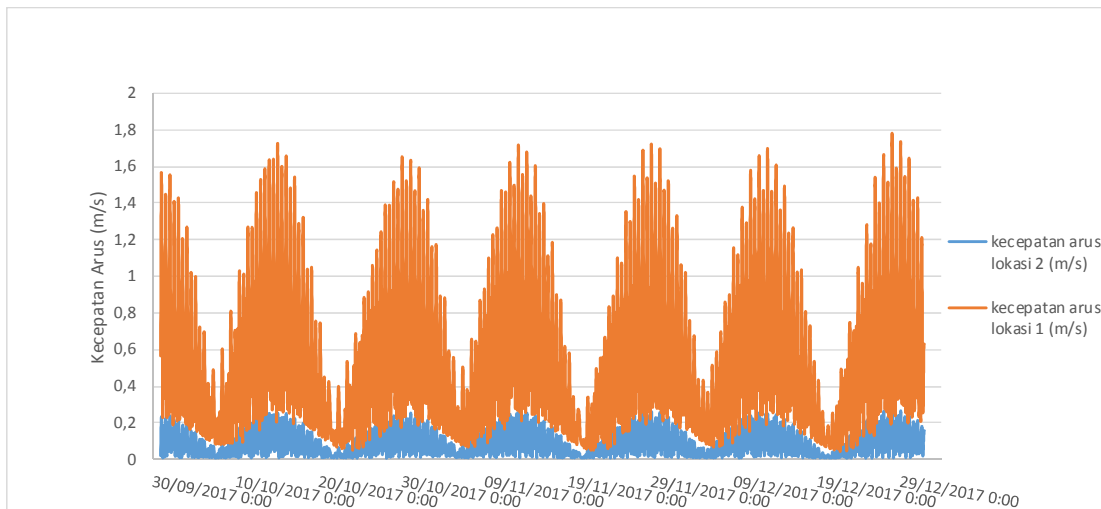
**Gambar 4.10.** Perbandingan Hasil Simulasi Kecepatan Arus Lokasi 1 dan Lokasi 2 Bulan Januari – Maret



**Gambar 4.11.** Perbandingan Hasil Simulasi Kecepatan Arus Lokasi 1 dan Lokasi 2 Bulan April – Juni



**Gambar 4.12** Perbandingan Hasil Simulasi Kecepatan Arus Lokasi 1 dan Lokasi 2 Bulan Juli – September



**Gambar 4.13** Perbandingan Hasil Simulasi Kecepatan Arus Lokasi 1 dan Lokasi 2 Bulan Oktober – Desember

Pola grafik kecepatan arus yang dihasilkan dari simulasi pemodelan diatas hampir semuanya relatif sama. Hampir semua kecepatan arus tertinggi terjadi pada waktu pertengahan bulan dan siklus yang terjadi adalah setelah tujuh hari mengalami kenaikan grafik kecepatan arus maka tujuh hari berikutnya akan mengalamipenurunan grafik kecepatan arus. Grafik kecepatan arus pada lokasi 1 lebih besar nilainya dibandingkan dengan grafik kecepatan lokasi 2.

**Tabel 4.2.** Kecepatan Arus Laut Tertinggi dan Terendah Pada Lokasi 1 dan Lokasi 2 Pemodelan

Bulan	Kecepatan Arus Terendah (m/s)		Kecepatan Arus Tertinggi (m/s)	
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 1	Lokasi 2
Januari	0,0494	0,0073	1,7701	0,2710
Februari	0,0561	0,0071	1,7676	0,2632
Maret	0,0615	0,0070	1,7267	0,2560
April	0,0638	0,0071	1,7363	0,2611
Mei	0,0570	0,0071	1,7468	0,2613
Juni	0,0521	0,0069	1,7259	0,2590
Juli	0,0509	0,0072	1,7266	0,2656
Agustus	0,0624	0,0070	2,1590	0,4078
September	0,0578	0,0081	1,7253	0,2582
Oktober	0,0516	0,0070	1,7244	0,2529
November	0,0504	0,0073	1,7169	0,2607
Desember	0,0443	0,0070	1,7792	0,2664

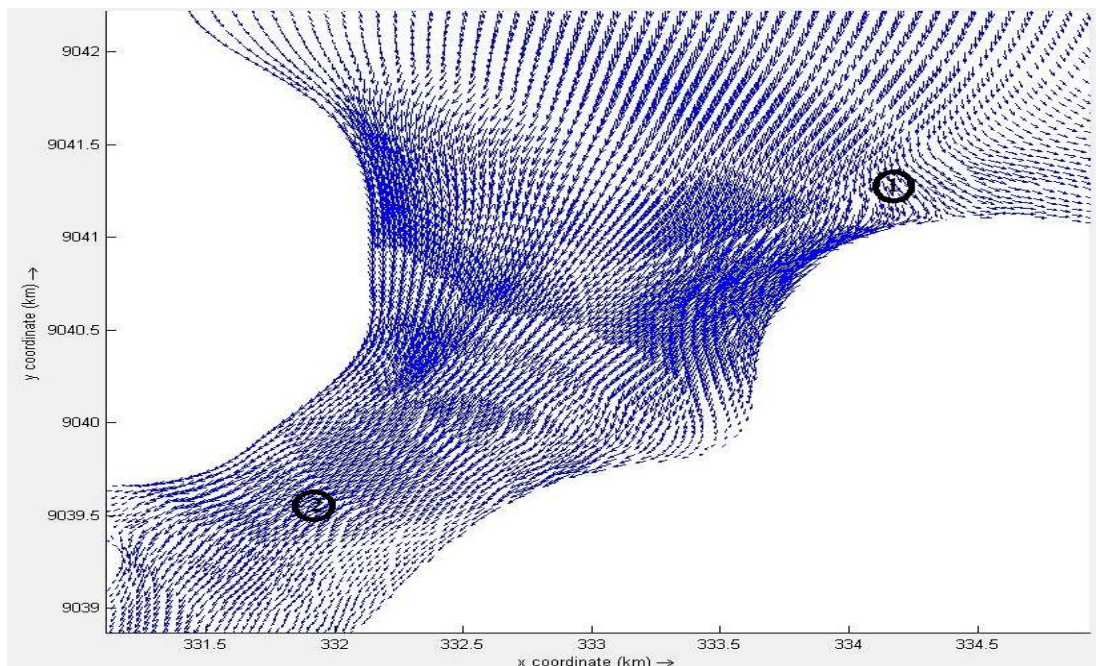
Nilai kecepatan arus tertinggi dari hasil pemodelan pada lokasi 1 terjadi saat bulan Agustus yaitu sebesar 2,159 m/s, sedangkan pada lokasi 2 terjadi pada bulan Agustus juga dan besar kecepatan arusnya adalah 0,407 m/s. Untuk nilai kecepatan arus terendah pada lokasi 1 terjadi pada bulan Desember yaitu sebesar 0,0443 m/s, sedangkan untuk lokasi 2 terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 0,0069 m/s.

**Tabel 4.3.** Distribusi Kecepatan Arus Pada Lokasi 1 dan Lokasi 2 Selama Satu Tahun

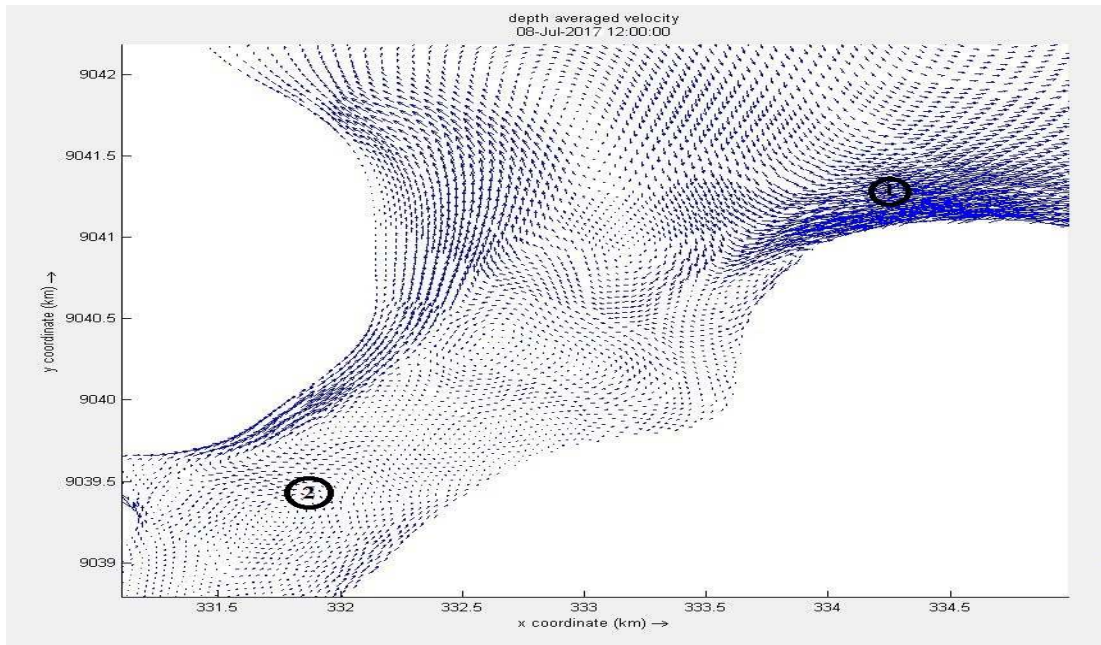
Kecepatan Arus (m/s)	Frekuensi	
	Lokasi 1	Lokasi 2
0.004 - 0.154	990	6683
0.155 - 0.304	1807	2025
0.305 - 0.454	1373	16
0.455 - 0.604	1137	0
0.605 - 0.754	964	0
0.755 - 0.904	844	0

Kecepatan Arus (m/s)	Frekuensi	
	Lokasi 1	Lokasi 2
0.905 - 1.054	501	0
1.055 - 1.204	330	0
1.205 - 1.354	293	0
1.355 - 1.504	265	0
1.505 - 1.654	163	0
<b>1.655 - 1.804</b>	<b>55</b>	<b>0</b>
1.805 - 1.954	0	0
1.955 - 2.104	0	0
2.105 - 2.254	2	0
<b>Jumlah</b>	<b>8724</b>	<b>8724</b>

Pada tabel 4.2. diatas diketahui banyaknya kecepatan arus dominan selama satu tahun dari hasil simulasi pada lokasi 1 pemodelan adalah pada saat interval adalah 0,155 – 0,304 m/s yaitu sebanyak 1.807 kali . Sedangkan pada lokasi 2 besar kecepatan arusnya sangat rendah sehingga banyaknya kecepatan arus dominan selama satu tahun terjadi pada interval 0,004 – 0,154 m/s yaitu sebanyak 6.683 kali.

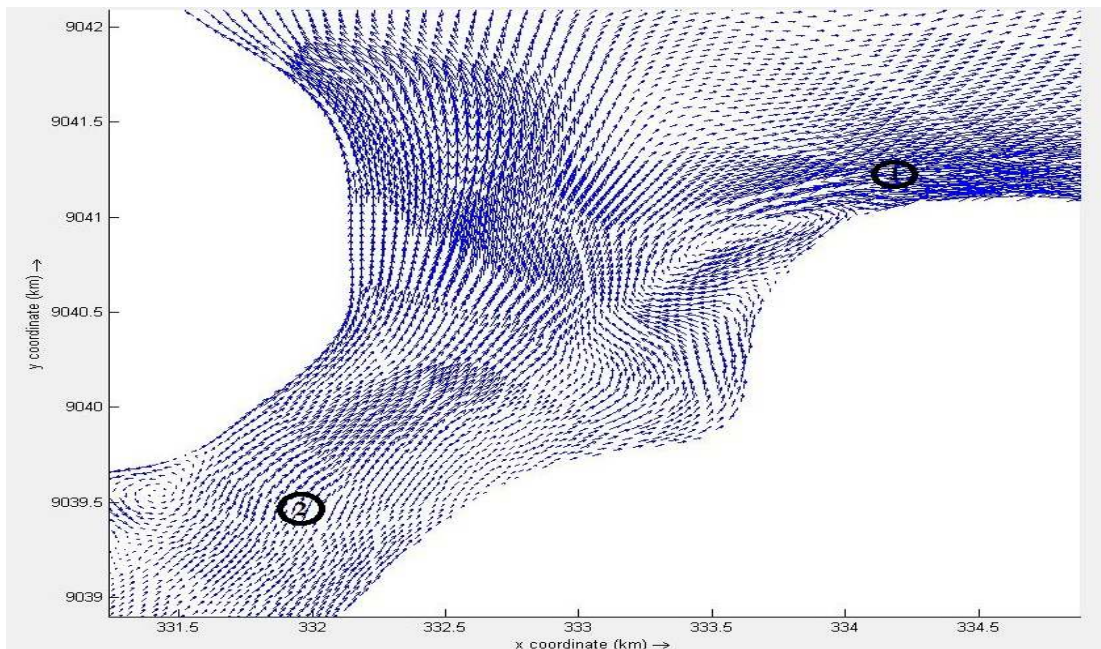


**Gambar 4.14** Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Menuju Pasang



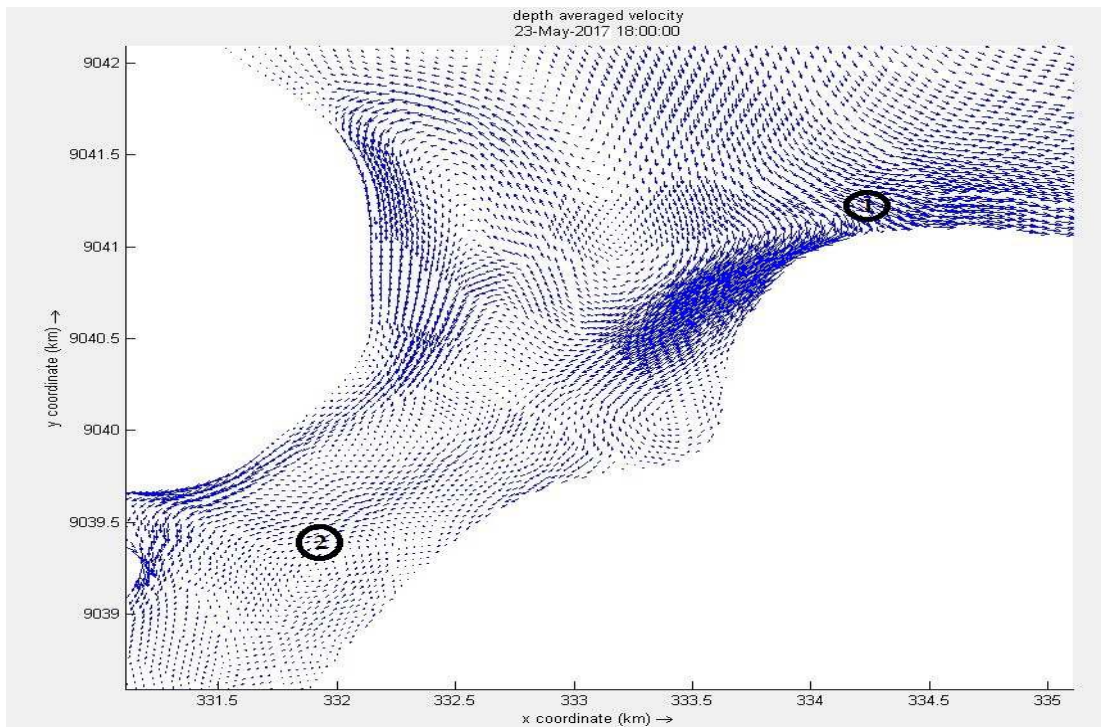
**Gambar 4.15** Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Pasang tertinggi

Dari hasil simulasi pemodelan hidrodinamika Delf3D pola arus yang terjadi adalah arus bergerak secara bolak balik menuju selat toyopakeh mengikuti pola pasang surut di perairan tersebut. Pada saat terjadi pasang pola arus bergerak keluar, sedangkan pada saat surut pola arus bergerak masuk kearah selatb toyopakeh.



**Gambar 4.16** Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Menuju Surut





**Gambar 4.17** Pola Arus di Selat Toyopakeh Saat Kondisi Surut Terendah

### 4.3. Perhitungan Potensi Energi Arus Laut

Berdasarkan persamaan yang ada dalam EMEC (European Marine Energy Centre), daya yang dapat diserap dari potensi arus laut dapat dilambangkan dengan besarnya APD (*Average Power Density*), Kerapatan daya ini terdapat di seluruh kedalaman air yang telah diukur dan memiliki distribusi kecepatan,  $f(U_i)$ . APD yang dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$APD = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Dari arus hasil simulasi pemodelan hidrodinamika selama satu tahun diatas, selanjutnya diolah dengan standar persamaan yang ditentukan oleh EMEC sehingga dapat diketahui besar APD (*Average Power Density*). Untuk hasil perhitungan APD (*Average Power Density*) tiap bulannya dapat dilihat pada tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Hasil Perhitungan APD (*Average Power Density*) Selama Satu Tahun

Bulan	Average Power Density (kW/m <sup>2</sup> )	
	Lokasi 1	Lokasi 2
Januari	243,5	1,2
Februari	255,3	1,3
Maret	237,4	1,2
April	239,0	1,2
Mei	230,5	1,1
Juni	238,1	1,2
Juli	231,2	1,1
Agustus	350,9	2,0
September	245,6	1,2
Oktober	255,2	1,2
November	252,6	1,2
Desember	255,7	1,2
<b>Rata-rata</b>	<b>252,9</b>	<b>1,3</b>

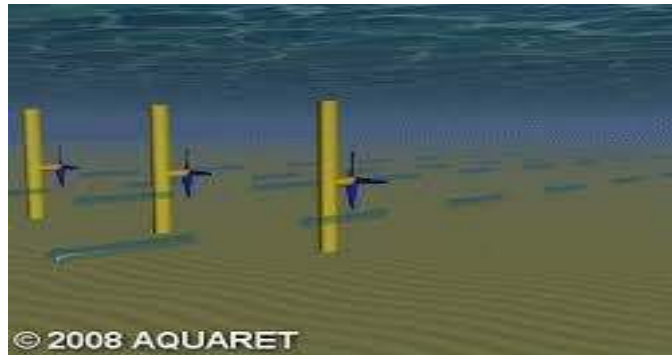
Pada lokasi 1 nilai hasil perhitungan APD (*Average Power Density*) terbesar terjadi pada bulan Agustus yaitu 350.856 kW/m<sup>2</sup>, sedangkan yang terendah terjadi pada bulan Mei yaitu 230.529 kW/m<sup>2</sup> dan nilai rata – rata APD (*Average Power Density*) lokasi 1 selama satu tahun adalah 252,9 kW/m<sup>2</sup>. Sedangkan untuk lokasi 2 nilai hasil perhitungan APD (*Average Power Density*) terbesar juga terjadi pada bulan Agustus yaitu 2,028 kW/m<sup>2</sup>, sedangkan besar nilai APD (*Average Power Density*) terendah terjadi pada bulan Mei yaitu 1,128 kW/m<sup>2</sup>, dan besar nilai rata – rata APD (*Average Power Density*) lokasi 2 selama satu tahun adalah 1,3 kW/m<sup>2</sup>.

#### **4.4. Alat Pembangkit Energi Arus Laut**

Salah satu cara kerja alat pembangkit energi arus laut yaitu dengan cara mengkonversi energi kinetik dari arus laut ke energi listrik. Ada beberapa macam kategori untuk mengubah energi arus laut menjadi energi listrik. Salah satu kategorinya ialah berdasarkan pada konfigurasi turbin diantaranya yaitu turbin sumbu horisontal dan turbin sumbu vertikal. Pemilihan tipe desain alat pembangkit energi

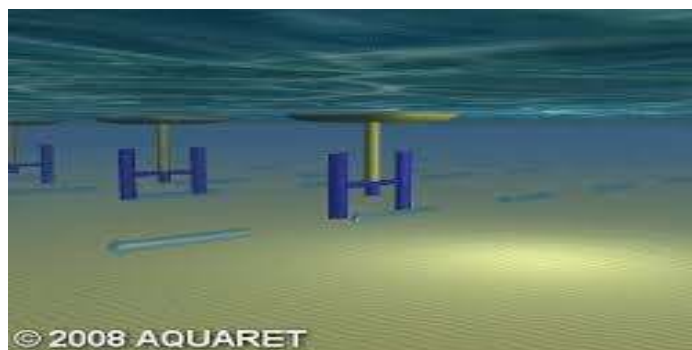
arus laut menyesuaikan pada kondisi lingkungan lokasi dan besarnya kecepatan arus laut lokasi tersebut.

- Tipe Turbin Horisontal  
Jenis turbin ini yaitu berputar pada poros horisontal. Tipe turbin ini memiliki efisiensi yang lumayan besar dan desainnya lebih simple. Sedangkan kelemahan dari jenis turbin ini adalah hanya bisa bekerja maksimal jika arah arus lautnya berasal dari satu arah saja, sehingga kurang cocok terhadap arus laut yang memiliki arah bolak balik.



**Gambar 4.18** Pembangkit Arus Laut Tipe Turbin Horizontal ([www.satuenergi.com](http://www.satuenergi.com))

- Tipe Turbin Vertikal  
Tipe turbin ini berputar pada poros vertikal. Tingkat efisiensi jenis turbin ini lebih rendah jika dibandingkan dengan turbin horisontal. Kelebihan dari tipe turbin vertikal ini ialah bisa selalu bekerja meskipun arus lautnya memiliki arah bolak balik.



**Gambar 4.19** Pembangkit Arus Laut Tipe Turbin Vertikal ([www.satuenergi.com](http://www.satuenergi.com))



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisis yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi arus di selat Toyopakeh, Nusa Penida, Bali diketahui yaitu arus didominasi oleh arus pasang surut yang mempunyai tipe bolak-balik. Pada saat kondisi pasang arus akan bergerak ke arah luar selat Toyopakeh, sedangkan pada saat kondisi surut arus akan bergerak masuk menuju selat Toyopakeh. Besarnya kecepatan arus di lokasi 1 koordinat (-8.696804°Lat 115.478065°Long) pada saat pasang tertinggi adalah 0,646 m/s dan lokasi 2 koordinat (-8.556804°Lat 115.458065°Long) adalah 0,021 m/s. Dan pada saat surut terendah besar kecepatan arus lokasi 1 adalah 0,266 m/s sedangkan lokasi 2 adalah 0,028 m/s. Dengan pola arus yang bergerak bolak balik maka jenis turbin yang paling sesuai adalah tipe turbin sumbu vertikal.
2. Hasil perhitungan potensi energi arus dimana dilihat dari nilai APD (*Average Power Density*) arus laut tersebut selama satu tahun pada lokasi 1 koordinat (-8.696804°Lat 115.478065°Long) yaitu 252,9 kW/m<sup>2</sup>, sedangkan pada lokasi 2 koordinat (-8.556804°Lat 115.458065°Long) besar nilai APD (*Average Power Density*) adalah 1,3 kW/m<sup>2</sup>.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, maka diberikan saran sebagai berikut:

1. Data kecepatan arus dan pasang surut yang digunakan sebaiknya yang paling baru dan sesuai dengan pengukuran secara langsung (primer), sehingga lebih bisa mewakili kondisi perairan yang sebenarnya.
2. Untuk mengetahui tingkat efisiensi alat pembangkitnya maka harus dibutuhkan data baru mengenai bagaimana kondisi morfologi perairan tersebut.

3. Perhitungan ekonomi bisa ditambahkan untuk mengetahui apakah alat pembangkit energi arus layak dibangun di perairan tersebut.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- Bernawis, L. I. (2000). Temperature and Pressure Responses on El-Nino 1997 and La-Nina 1998 in Lombok Strait. The JSPS-DGHE International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area.
- Brown, J, A. Colling, D. Park, J. Philips, D. Rothery, dan J. Wright. 1989. Ocean Circulation. The Open University. Published In Assosiation with Pergamon Press.
- Deltares System, 2017. User Manual For Delf3D Flow, Deltares.
- Dronkers, J. J. 1964. Tidal Computations in rivers and coastal waters. North-Holland Publishing Company. Amsterdam
- European Marine Energy Centre (EMEC), 2009, *Resource Assessment With Flux Method*, Assessment of Tidal Energy Resource.
- Gross, M. 1990. Oceanography sixth edition. New Jersey : Prentice-Hall.Inc.
- Google Earth, [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com), (diakses 23 April 2017)
- Google Map. <https://maps.google.co.id/>, (diakses 2016)
- Kurniawan, Mujib.2004. Studi Fluktuasi Arus Permukaan Frekuensi Rendah (Low Frequency) Di Perairan Utara Papua Pada Bulan Oktober 2001-Agustus 2002. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas
- Litbang ESDM, *Energi Arus Laut*, <http://litbang.esdm.go.id>, 2013 (diakses 2017)
- Mihardja, D. K., S. Hadi, dan M. Ali, 1994. Pasang Surut Laut. Kursus Intensive Oseanografi bagi perwira TNI AL. Lembaga Pengabdian masyarakat dan Mukhtasor dkk., 2014. "Potensi Energi Laut di Indonesia, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. ASELI". Jakarta
- NOAA .Ocean Service "Ocean Current Energy" <http://oceanservice.noaa.gov>, (diakses 23 April 2017)
- Pond, S.,& Pickard, G. (1983). Introductory dynamical Oceanography; Second edition. New York: Pergamon Press.

- Purwati, P., E. Kusmanto., dan Muhajirin. 2008. The Importance of Afternoon Low Tide for in situ Observation on Criptic Holothurians (Echinodermata): A case study at west Lombok. *Jurnal Oseanologi LIPI*, p. 11-16.
- Rabitha, W. 2014. *Studi Konsep Pemanfaatan Arus Laut di Selat Lalang Sebagai Sumber Energi Terbarukan Untuk FSO Ladinda*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Satu Energi, “Jenis Turbin Energi Arus Laut”. <http://www.satuenergi.com> (diakses 2017)
- Supangat, A. 2003. Pengantar Oseanografi, Pusat Riset wilayah Laut dan Sumberdaya Non-Hayati, BRPKP-DKP. ISBN.No. 979-97572-4-1
- Wirasatriya, A., Hartoko, A., dan Suripin. 2006. Kajian Kenaikanmuka Laut Sebagai Landasan PenanggulanganRob Di Pesisir Kota Semarang (Study Of Sea Level Rise As A Base For Rob Problem Solving InCoastal Region Of Semarang City). *Jurnal Pasir Laut*. Volume 1 No. 2.
- Wyrтки, K. 1961. Physical Oceanography of the South East Asian Waters. Naga Report Vol. 2 Scripps, Institute Oceanography, California.
- Yuningsih, A. D. Saputra, Mario. Yosi, Mira. Beben, Rachmat. 2014. Kajian Teknik Pengembangan Pilot Plant Energi Arus Laut di Selat Toyopakeh, Nusa Penida-Bali.

Tabel Data Pasang Surut Satu Bulan

WAKTU	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
9-Aug-15	4,95	5,15	5,29	5,35	5,30	5,20	5,05	5,00	4,70	4,49	4,32	4,28	4,36	4,45	4,55	4,65	4,70	4,79	4,82	4,78	4,80	4,78	4,70	4,85
10-Aug-15	4,82	5,00	5,15	5,30	5,39	5,41	5,35	5,12	4,90	4,76	4,60	4,45	4,31	4,24	4,24	4,34	4,50	4,65	4,75	4,95	5,05	4,95	4,95	4,85
11-Aug-15	4,80	4,80	4,80	4,85	5,00	5,05	5,35	5,45	5,50	5,40	5,25	4,90	4,70	4,25	4,10	4,15	4,20	4,35	4,55	4,80	4,85	5,05	5,10	5,10
12-Aug-15	4,95	4,90	4,85	4,80	4,80	4,90	5,20	5,35	5,45	5,50	5,40	5,23	4,91	4,53	4,24	4,02	3,96	4,08	4,39	4,68	4,89	5,02	5,13	5,11
13-Aug-15	5,02	4,87	4,70	4,56	4,56	4,70	4,93	5,23	5,46	5,60	5,63	5,43	5,12	4,76	4,39	4,01	3,85	3,84	4,08	4,43	4,80	5,06	5,18	5,24
14-Aug-15	5,13	4,99	4,79	4,59	4,46	4,52	4,70	5,02	5,39	5,66	5,72	5,63	5,41	5,06	4,66	4,25	3,98	3,77	3,89	4,21	4,63	4,99	5,20	5,27
15-Aug-15	5,24	5,06	4,86	4,61	4,41	4,27	4,39	4,67	5,03	5,38	5,58	5,63	5,50	5,19	4,80	4,40	4,00	3,76	3,75	3,99	4,39	4,85	5,17	5,33
16-Aug-15	5,29	5,15	4,92	4,68	4,45	4,29	4,22	4,44	4,78	5,17	5,48	5,63	5,55	5,32	4,98	4,57	4,21	3,88	3,74	3,84	4,19	4,68	5,10	5,35
17-Aug-15	5,39	5,28	5,05	4,79	4,54	4,33	4,16	4,20	4,52	4,95	5,30	5,54	5,59	5,43	5,13	4,75	4,38	4,03	3,83	3,82	4,06	4,53	4,99	5,28
18-Aug-15	5,41	5,31	5,15	4,90	4,61	4,35	4,18	4,10	4,27	4,69	5,05	5,36	5,50	5,42	5,21	4,88	4,53	4,22	3,90	3,83	3,99	4,37	4,84	5,23
19-Aug-15	5,44	5,43	5,32	5,08	4,77	4,50	4,25	4,08	4,15	4,48	4,87	5,18	5,39	5,43	5,30	5,03	4,70	4,44	4,17	3,98	3,96	4,22	4,68	5,14
20-Aug-15	5,42	5,46	5,34	5,17	4,91	4,63	4,39	4,12	4,08	4,22	4,61	4,95	5,18	5,28	5,22	5,08	4,83	4,55	4,37	4,21	4,17	4,23	4,58	5,01
21-Aug-15	5,32	5,46	5,43	5,31	5,08	4,80	4,57	4,33	4,16	4,20	4,43	4,73	4,99	5,12	5,14	5,05	4,88	4,66	4,49	4,34	4,26	4,32	4,48	4,82
22-Aug-15	5,15	5,35	5,43	5,35	5,19	4,97	4,74	4,51	4,29	4,19	4,28	4,47	4,69	4,91	5,01	5,00	4,89	4,76	4,65	4,54	4,40	4,43	4,57	4,81
23-Aug-15	5,09	5,32	5,41	5,37	5,29	5,14	4,94	4,73	4,49	4,30	4,29	4,36	4,52	4,70	4,82	4,84	4,80	4,79	4,71	4,65	4,61	4,58	4,62	4,78
24-Aug-15	4,99	5,18	5,30	5,36	5,31	5,21	5,09	4,92	4,73	4,53	4,37	4,31	4,34	4,45	4,58	4,64	4,71	4,76	4,78	4,75	4,77	4,76	4,75	4,82
25-Aug-15	4,87	5,01	5,15	5,24	5,29	5,30	5,27	5,17	5,03	4,84	4,61	4,46	4,35	4,29	4,35	4,45	4,54	4,64	4,74	4,84	4,90	4,92	4,91	4,90
26-Aug-15	4,89	4,92	4,98	5,06	5,19	5,30	5,36	5,34	5,27	5,12	4,95	4,70	4,38	4,24	4,17	4,20	4,31	4,48	4,63	4,77	4,91	5,00	5,01	4,98
27-Aug-15	4,89	4,83	4,80	4,81	4,97	5,14	5,33	5,45	5,48	5,41	5,24	4,96	4,65	4,33	4,10	4,00	4,08	4,25	4,54	4,79	4,97	5,10	5,14	5,13
28-Aug-15	5,00	4,84	4,72	4,66	4,73	4,91	5,18	5,46	5,62	5,66	5,55	5,28	4,94	4,54	4,21	3,93	3,84	3,99	4,31	4,66	4,96	5,12	5,24	5,22
29-Aug-15	5,10	4,90	4,67	4,52	4,44	4,54	4,81	5,17	5,52	5,74	5,78	5,59	5,26	4,87	4,42	4,05	3,77	3,78	4,07	4,54	4,96	5,15	5,36	5,32
30-Aug-15	5,22	5,01	4,74	4,49	4,33	4,25	4,43	4,80	5,23	5,60	5,81	5,81	5,52	5,10	4,68	4,27	3,87	3,67	3,76	4,13	4,69	5,14	5,37	5,43
31-Aug-15	5,36	5,17	4,88	4,52	4,27	4,04	3,99	4,29	4,82	5,29	5,64	5,79	5,66	5,34	4,91	4,53	4,09	3,80	3,66	3,88	4,32	4,91	5,36	5,56
1-Sep-15	5,55	5,39	5,07	4,72	4,37	4,08	3,86	3,93	4,33	4,87	5,33	5,62	5,72	5,50	5,11	4,71	4,37	4,03	3,81	3,80	4,13	4,65	5,24	5,54
2-Sep-15	5,70	5,58	5,30	4,97	4,60	4,27	3,93	3,73	4,00	4,42	4,91	5,27	5,50	5,54	5,25	4,88	4,54	4,27	3,95	3,86	3,97	4,34	4,91	5,40
3-Sep-15	5,66	5,73	5,51	5,19	4,84	4,51	4,18	3,87	3,79	4,07	4,46	4,93	5,23	5,31	5,25	5,03	4,79	4,45	4,20	3,95	3,92	4,20	4,70	4,74
4-Sep-15	5,40	5,50	5,32	5,20	4,95	4,70	4,42	4,20	4,09	4,19	4,58	4,91	5,20	5,30	5,25	5,00	4,79	4,53	4,40	4,23	4,20	4,21	4,60	5,05
5-Sep-15	5,39	5,47	5,40	5,30	5,05	4,79	4,50	4,30	4,19	4,16	4,40	4,75	5,00	5,10	5,15	5,05	5,02	4,66	4,51	4,32	4,28	4,30	4,50	4,75
6-Sep-15	5,05	5,30	5,45	5,34	5,20	4,90	4,72	4,49	4,25	4,20	4,31	4,50	4,70	4,89	5,00	4,97	4,80	4,75	4,62	4,50	4,41	4,42	4,60	4,78
7-Sep-15	5,12	5,36	5,40	5,33	5,25	5,12	4,90	4,69	4,51	4,31	4,29	4,38	4,55	4,69	4,80	4,82	4,80	4,75	4,67	4,60	4,59	4,60	4,65	4,80

## DATA BATHIMETRI

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
5.531.389.023	8.866.146.543	-61	5.488.455.944	8.869.890.107	-30	5.469.294.972	8.866.390.554	-30	5.557.362.158	8.874.618.666	-30	5.505.938.029	8.867.292.604	-8
5.524.778.342	8.866.139.547	-67	5.487.378.301	8.869.818.265	-30	5.468.809.669	8.866.302.737	-30	5.557.966.764	8.874.707.166	-30	5.505.633.009	8.867.209.813	-8
5.522.469.851	8.866.720.168	-68	5.486.540.135	8.869.746.422	-30	5.468.116.378	8.866.203.366	-30	5.558.299.736	8.874.806.181	-30	5.505.458.712	8.867.116.129	-8
5.528.555.874	8.866.919.537	-70	5.485.855.917	8.869.689.974	-30	5.467.215.101	8.866.099.372	-30	5.558.203.349	8.874.922.722	-30	5.505.219.054	8.867.015.908	-8
5.536.215.868	8.866.041.611	-43	5.485.034.857	8.869.628.394	-30	5.466.498.701	8.865.997.689	-30	5.558.124.487	8.875.031.375	-30	5.505.066.544	8.866.939.653	-8
5.534.781.806	8.866.720.168	-36	5.484.778.275	8.869.536.025	-30	5.504.860.056	8.872.488.423	-30	5.558.089.438	8.875.146.163	-30	5.504.696.164	8.866.848.147	-8
5.529.360.348	8.867.524.642	-71	5.484.726.959	8.869.431.682	-30	5.504.979.794	8.872.575.661	-30	5.557.993.051	8.875.265.332	-30	5.504.369.357	8.866.756.642	-8
5.517.681.869	8.867.120.073	-63	5.484.709.853	8.869.342.734	-30	5.505.561.379	8.872.633.819	-30	5.557.677.604	8.875.360.842	-30	5.503.890.041	8.866.682.565	-8
5.520.518.615	8.867.711.082	-67	5.484.709.853	8.869.262.338	-30	5.507.325.073	8.872.699.434	-30	556.528.912	8.871.814.981	-3.2	5.503.410.724	8866641.17	-8
5.511.128.167	8.866.909.201	-72	5.484.726.959	8.869.185.364	-30	5.509.000.054	8.872.743.872	-30	5.565.566.103	8.871.775.165	-3.2	5.502.757.111	8.866.601.953	-8
5.513.027.358	8.867.695.255	-86	5.485.325.649	8869079.31	-30	5.510.880.135	8872780.62	-30	5.565.583.415	8.871.733.618	-3.2	5.502.190.647	8.866.564.915	-8
551.898.871	8.868.502.412	-75	5.485.855.917	8.868.993.783	-30	5.512.640.575	8.872.823.349	-30	5.565.496.857	8871692.07	-3.2	5.501.645.969	8.866.514.805	-8
5.524.211.488	8.868.898.077	-71	5.486.625.662	8.868.909.966	-30	5.514.153.186	8.872.867.787	-30	5.565.219.875	8.871.653.985	-3.2	5.501.123.078	8.866.466.873	-8
552.452.802	8.868.296.666	-70	5.486.984.876	8.868.822.728	-30	5.515.272.688	8.872.914.789	-30	5.564.665.909	8871631.48	-3.2	5.562.462.196	8.871.527.777	-30
5.532.968.872	8.867.695.255	-25	5.487.207.247	8.868.723.517	-30	5.516.511.833	8872984.01	-30	5.564.146.566	8.871.643.598	-3.2	5.563.068.632	8.871.479.262	-30
5.534.762.554	8.866.719.282	-36	5.487.566.461	8.868.595.226	-30	5.517.981.714	8.873.038.703	-30	5.563.817.649	8.871.681.684	-3.2	5.564.281.505	8.871.422.084	-30
5.545.643.374	8.873.693.087	-50	548831.91	8868475488	-30	5.519.417.412	8.873.083.142	-30	5.563.938.829	8.871.730.155	-3.2	5.564.922.595	8.871.416.886	-30
5.549.449.214	8.872.741.207	-24	5.488.763.842	8.868.364.303	-30	5.520.759.106	8.873.125.871	-30	5.564.285.058	8.871.780.359	-3.2	5.565.494.378	8.871.429.015	-30
5.550.480.874	8.872.358.422	-30	5.489.191.477	8.868.268.512	-30	5.521.528.231	8.873.206.202	-30	5.564.665.909	8.871.832.293	-3.2	5.565.944.874	8.871.460.203	-30
5.504.346.893	8.872.254.079	-30	5.489.533.586	8.868.141.932	-30	5.522.220.442	8.873.231.839	-30	5.500.621.975	8.866.432.014	-15	5.566.378.043	8.871.500.055	-30
5.503.491.622	8.872.144.604	-30	548.967.043	8868010.22	-30	5.523.023.573	8.873.174.899	-30	5.499.946.575	8.866.394.976	-15	5.566.776.558	8.871.571.094	-30
5.503.098.197	8.872.011.181	-30	5.489.653.324	8.867.887.061	-30	5.523.986.992	8.873.158.633	-30	5.499.576.194	8.866.325.257	-15	556.703.646	8.871.643.867	-30
550.263.635	8.871.874.338	-30	5.489.208.583	8.867.746.796	-30	5.524.550.029	8.873.229.951	-30	5.499.423.684	8.866.255.538	-15	5.567.105.767	8.871.714.906	-30
5.502.225.819	8871722.1	-30	5.488.284.889	8.867.621.927	-30	5.525.676.104	8.873.276.245	-30	5.499.467.258	8.866.196.713	-15	5.566.880.519	8.871.751.293	-30
5.502.140.292	8.871.545.914	-30	548.734.409	8867536.4	-30	5.527.165.024	8.873.297.516	-30	5.499.794.065	8.866.144.424	-15	5.566.222.102	8.871.806.738	-30
5.501.832.394	8.871.433.018	-30	5.486.676.978	8867444.03	-30	5.528.341.147	8.873.342.559	-30	5.500.404.104	8.866.118.279	-15	5.565.511.705	8.871.841.392	-30
5.501.558.707	8.871.323.543	-30	5.486.026.972	8.867.283.239	-30	5.529.317.078	8.873.437.649	-30	5.501.232.014	8.866.105.207	-15	5.564.766.655	8.871.870.847	-30
5.501.524.496	8871188.41	-30	5.485.462.492	8867192.58	-30	5.530.668.367	8.873.540.247	-30	5.501.885.627	8.866.122.637	-15	5.564.073.584	8.871.882.976	-30
550.128.502	8.871.060.119	-30	5.484.265.112	8.867.137.843	-30	5.531.506.667	8873626.58	-30	550.269.175	8.866.159.675	-15	5.563.345.861	8.871.874.313	-30
5.501.490.286	8.870.940.381	-30	5.483.649.316	8.867.072.842	-30	5.532.807.909	8.873.684.135	-30	5.503.541.447	8866201.07	-15	5.562.704.771	8871853.52	-30
5.501.815.289	8.870.803.538	-30	5.483.119.048	8.866.968.499	-30	5.534.034.079	8873731.68	-30	5.504.151.486	8.866.225.036	-15	5.561.925.066	8.871.815.402	-30
5.501.866.605	8870716.3	-30	548.281.115	8866845.34	-30	553468.47	8.873.806.752	-30	5.504.848.673	8.866.262.074	-15	5.561.491.898	8.871.742.629	-30
5.501.267.915	8.870.560.641	-30	5.482.469.041	8.866.805.997	-30	5.535.723.191	8.873.865.558	-30	5.505.262.628	8.866.331.793	-15	5.561.401.798	8871678	-30
5.500.635.014	8.870.483.666	-30	5.481.459.821	8.866.780.339	-30	5.537.599.982	8.873.876.818	-30	5.505.306.202	8.866.418.942	-15	5.561.478.036	8.871.592.233	-30
5.500.344.221	8.870.394.718	-30	5.480.228.229	8.866.766.655	-30	5.539.889.666	8.873.886.828	-30	5.505.306.202	8.866.512.626	-15	5.562.049.819	8.871.550.302	-30
5.500.292.905	8.870.269.848	-30	5.478.671.635	8.866.764.944	-30	5.542.216.887	8.873.874.316	-30	5.505.393.351	8.866.608.489	-15	5.541.015.914	8.871.191.359	-12
5.500.053.429	8.870.163.794	-30	5.477.405.832	8.866.740.997	-30	5.544.356.429	8.873.840.534	-30	5.505.567.648	8.866.702.174	-15	5.540.236.043	8.871.193.587	-12
5.499.283.684	8.870.076.557	-30	5.476.704.509	8.866.677.707	-30	5.546.100.045	8.873.833.641	-30	5.505.938.029	8.866.789.322	-15	553.943.389	8.871.235.923	-12
5.498.804.732	8.869.965.371	-30	5.476.898.059	8.866.575.431	-30	554.768.968	8.873.843.042	-30	5.506.243.048	8866861.22	-15	5.539.032.814	8.871.309.454	-12
5.498.650.783	8.869.849.054	-30	5.476.967.388	8.866.466.816	-30	5.549.997.215	8.873.867.826	-30	5.506.439.132	8.866.933.117	-15	5.538.609.455	8.871.409.723	-12
5.498.034.988	8.869.765.238	-30	5.476.412.755	8866381.31	-30	5.551.920.701	8.873.887.005	-30	5.506.700.577	8.867.018.087	-15	5.538.007.841	8.871.476.569	-12
5.496.871.818	8.869.729.316	-30	5.475.742.574	8.866.295.804	-30	5.563.640.415	8.871.449.807	-30	5.507.049.171	8.867.103.057	-15	553.722.797	8.871.474.341	-12
5.495.263.907	8.869.732.737	-30	5.474.910.626	8.866.235.719	-30	5.553.752.045	8.873.896.643	-30	5.507.550.274	8.867.188.026	-15	5.536.358.971	8.871.387.441	-12
5.494.169.159	8.869.766.948	-30	547.384.758	8.866.194.122	-30	5.555.364.328	8.873.926.436	-30	5.508.073.165	8.867.272.996	-15	553557.91	8.870.269.346	-12
5.493.177.044	8.869.859.318	-30	5.472.553.438	8.866.198.744	-30	5.556.354.481	8873979.01	-30	5.508.552.481	8867334	-15	5.535.066.614	8.871.153.479	-12
5.492.766.513	8869961.95	-30	5.471.513.502	8.866.263.451	-30	5.557.037.948	8.874.094.674	-30	5.508.574.268	8867401.54	-15	5.535.178.024	8.871.050.982	-12
5.492.475.721	8.870.030.372	-30	5.471.166.857	8866358.2	-30	5.557.519.881	8.874.217.348	-30	5.508.160.313	8867469.08	-15	5.535.735.074	8.870.964.082	-12
5.491.774.398	8.870.066.293	-30	5.471.005.089	8.866.459.883	-30	5.557.458.544	8.874.297.962	-30	5.507.463.126	8.867.490.867	-15	5.536.247.561	8.870.881.639	-12
5.490.611.229	8.870.004.714	-30	5.470.566.005	8.866.522.279	-30	5.557.327.108	8.874.423.264	-30	5.506.722.364	8.867.436.399	-15	5.536.047.023	8.870.785.826	-12
5.489.602.008	8.869.944.845	-30	5.469.734.056	8.866.478.371	-30	5.557.257.009	8.874.535.423	-30	5.506.264.835	8.867.368.859	-15	5.535.868.767	8.870.687.785	-12

## DATA BATHIMETRI

X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
5.536.047.023	8.870.609.798	-20	5.551.578.929	8872887.4	-17	5.567.430.761	8.874.632.013	-5	550.354.029	8.872.264.339	-29	5.543.044.074	8.872.440.904	-16.9
5.536.804.611	8870569.69	-20	555.110.967	8.872.840.474	-17	5.566.859.704	8.874.756.608	-5	5.505.669.577	8.872.570.237	-32	5.533.258.618	8.871.623.015	-16.10
5.538.230.661	8.870.591.972	-20	5.550.676.507	8.872.793.548	-17	5.566.340.562	8.874.865.627	-5	5.517.455.631	8.872.432.283	-32	5.541.729.609	8.871.954.065	-16.11
5.539.745.838	8870632.08	-20	5.550.080.909	8.872.759.256	-17	5.566.003.119	8.874.974.647	-5	5.517.785.521	8.872.780.166	-32	5.564.172.869	8.872.226.695	-16.12
5.541.038.196	8.870.690.013	-20	5.548.655.082	8.872.724.964	-17	5.566.158.862	8.875.047.327	-5	5.509.478.302	8.872.480.267	-32	5.573.228.066	8.872.134.195	-16.13
5.541.840.349	8.870.705.611	-20	5.547.878.999	8.872.696.086	-17	5.566.548.219	8.875.143.369	-5	5.511.487.629	8872111.39	-32	554.552.695	8.872.022.222	-16.14
5.543.466.936	8.870.727.893	-20	5.547.572.176	8.872.622.088	-17	5.579.682.057	8.876.774.079	-5	551.088.783	8872681.2	-26	5.553.267.684	8.872.431.167	-16.15
5.544.759.293	8.870.741.262	-20	5.547.283.401	8.872.539.065	-17	5.579.509.932	8876679.41	-5	5.520.027.636	8.872.205.433	-26	5.557.941.335	8.872.041.696	-16.16
5.546.497.271	8.870.754.631	-20	5.546.994.626	8.872.457.847	-17	5.579.136.993	8.876.627.772	-5	552.611.453	8.872.799.276	-26	5.562.614.985	8.871.613.278	-28
5.548.057.033	8.870.761.316	-20	5.546.868.287	8.872.385.653	-17	5.578.505.866	8876564.66	-5	5.522.031.857	8.873.177.851	-34	5.569.479.409	8.871.467.226	-13
5.549.215.698	8.870.761.316	-20	5.546.741.948	8.872.317.069	-17	5.578.075.552	8.876.490.072	-5	552.967.759	8.873.385.696	-43	5.551.897.322	8871651.94	-13
5.550.552.619	8870768	-20	5.546.362.931	8872243.07	-17	5.577.788.676	8.876.392.534	-5	5.532.832.382	8.873.593.542	-22	5.546.001.089	8.871.454.178	-13
5.552.032.146	8.870.773.125	-20	5.545.767.332	8.872.192.535	-17	5.576.956.736	8.876.329.421	-5	5.537.917.166	8.873.793.964	-21	5.539.482.273	8.871.044.006	-13
5.553.375.752	8870771.12	-20	5.544.846.862	8.872.143.804	-14	5.576.239.546	8.876.363.846	-8	5.543.781.369	8.873.994.386	-16.9	5.537.907.503	8.870.674.118	-13
5.554.819.627	8.870.767.109	-20	5.543.962.488	8.872.093.268	-14	5.576.153.483	8.876.481.465	-8	5.548.160.963	8.874.012.943	-18.4	5.548.088.575	8.871.062.317	-13
5.556.383.825	8.870.759.088	-20	554.370.981	8.872.026.489	-14	5.576.469.047	8.876.593.347	-8	5.555.828.965	8.874.193.323	-18.5	5.555.669.446	8.871.069.641	-13
5.557.727.431	8.870.757.082	-20	5.544.070.779	8871963.32	-14	5.577.415.737	8.876.659.329	-8	5.551.119.045	8.873.809.181	-18.6	555.815.978	8.870.879.204	-13
5.559.472.113	8.870.755.077	-20	5.544.540.038	8.871.907.369	-14	5.577.960.802	8.876.759.735	-8	5.557.365.535	8873622.12	-18.7	5.563.030.581	8.870.849.906	-13
5.560.835.773	8.870.755.077	-20	554.452.199	8871840.59	-14	5.589.034.213	8.876.673.672	-8	5.557.933.397	8.874.019.624	-18.8	5.575.116.027	8.871.428.543	-4
5.562.139.271	8.870.761.093	-20	554.428.736	8.871.791.859	-14	5.580.972.999	8.876.716.704	-8	5.559.202.738	8874797.93	-18.9	5.572.405.957	8.871.139.224	-4
5.563.362.554	8.870.787.163	-20	5.543.836.149	8.871.737.714	-14	557.689.936	8.876.475.728	-8	5.560.872.922	8.874.984.991	-18.10	5.569.842.378	8.871.011.045	-4
5.564.385.299	8.870.829.276	-20	5.543.276.648	8.871.683.569	-14	5.572.883.097	8.876.561.791	-8	5.572.063.157	8.875.001.693	-18.11	5.565.813.896	8.870.794.972	-4
5.565.147.344	8.870.909.491	-20	5.543.096.163	8.871.620.399	-14	5.568.809.459	8.876.530.234	-8	5.574.635.241	8.875.001.693	-18.12	557.431.033	8.870.974.423	-4
5.565.187.452	8.871.015.777	-20	5.543.565.423	8.871.568.059	-19	5.562.842.439	8.876.705.229	-8	5.573.566.323	8.874.670.996	-18.13	5.570.355.094	8.870.743.701	-4
5.564.926.752	8.871.091.981	-20	5.544.323.457	8.871.540.986	-19	5.558.940.926	8.876.558.922	-8	5.561.440.785	8.874.400.426	-18.14	5.565.374.425	8.870.633.833	-4
5.564.264.976	8.871.186.234	-20	5.544.937.104	8.871.504.889	-19	5.556.846.731	8.876.601.953	-8	5.566.451.338	8.874.403.767	-18.15	5.551.897.322	8.870.285.919	-2
5.563.222.177	8.871.234.363	-20	5.545.081.492	8.871.432.695	-19	5.564.420.257	8.876.163.033	-8	5.575.704.159	8.874.303.555	-18.16	5.550.432.419	8.870.282.256	-13.2
5.562.219.486	8.871.266.449	-20	554.452.199	8.871.362.307	-19	5.569.756.149	8.876.168.771	-9	557.299.846	8.874.116.495	-18.17	5.554.277.789	8870677.78	-13.3
5.561.176.688	8.871.342.654	-20	5.543.727.859	8.871.331.624	-19	5.578.276.365	8.876.165.902	-9	5.575.370.122	8873802.5	-18.18	5.543.913.603	8.870.652.144	-13.4
5.560.354.481	8.871.442.923	-20	5.542.969.824	8.871.300.942	-19	5.584.931.887	8.876.323.684	-9	5.573.967.167	8.873.151.128	-18.19	5.550.322.552	8.870.472.694	-13.5
5.559.732.813	8.871.549.208	-20	5.542.265.935	8.871.261.235	-19	5.593.107.852	8.876.220.408	-9	5.573.499.516	8.873.418.358	-18.20	554.072.744	8.870.278.594	-13.6
5.559.331.736	8.871.657.499	-20	554.174.253	8.871.214.309	-19	5.595.058.608	8.875.901.976	-9	5.572.992.787	8.873.738.198	-18.21	5.536.955.316	8.870.454.382	-13.7
5.559.171.306	8.871.775.816	-20	5.566.496.304	8.875.213.453	-19	5.589.349.777	8.875.798.701	-9	5.569.884.235	8.873.632.375	-18.22	5.511.555.504	8.871.351.522	-13.8
5.559.251.521	8.871.872.075	-20	556.644.439	8.875.280.942	-19	5.589.378.464	8.875.658.131	-9	5.567.404.011	8.874.022.597	-18.23	5.503.988.853	8.871.231.039	-13.9
5.559.492.167	8.872.002.424	-20	5.566.340.562	8.875.361.409	-19	5.581.604.126	8.875.411.418	-9	5.561.649.892	8873801.03	-18.24	5.505.246.134	8.870.828.064	-13.10
5.560.079.744	8872134.78	-20	5.566.574.176	8.875.426.302	-11	5.578.505.866	8.875.213.474	-9	5.561.219.986	8.873.433.957	-18.25	550.914.693	8.870.815.169	-13.11
556.024.218	8872246.68	-20	5.567.145.233	8.875.462.642	-11	5.584.444.198	8.875.790.094	-9	5.524.731.222	8.871.815.114	-18.26	5.518.560.421	8.871.427.691	-13.12
5.559.628.533	8.872.340.532	-20	5.568.027.775	8.875.478.216	-11	5.578.677.991	8.875.801.569	-9	5.538.558.243	8.873.400.688	-11	5.525.975.157	8871027.94	-13.13
555.896.074	8.872.441.603	-20	5.568.780.532	8.875.473.024	-11	5.569.842.212	8.875.781.488	-9	5.533.893.298	8.872.993.905	-11	5.532.132.612	8.870.463.775	-13.14
5.558.978.789	8.872.526.431	-20	5.569.559.246	8.875.434.089	-11	5.558.281.111	8.875.965.089	-9	5.533.296.185	8872430.38	-11	5.525.307.831	8.870.244.879	-13.15
5.559.177.322	8.872.620.283	-20	5.569.948.604	8.875.364.005	-11	5.558.108.986	8875546.25	-9	5.541.618.448	8.872.911.802	-11	5.518.215.475	8.870.634.959	-10
5.558.473.433	8.872.706.915	-20	5.570.156.261	8.875.262.772	-11	556.080.562	8.875.761.407	-10	554.740.298	8.873.411.884	-11	5.510.201.112	8.870.436.373	-10
5.557.516.865	8.872.741.207	-20	5.570.337.961	8.875.179.709	-11	5.563.158.002	8.875.368.387	-10	5.556.098.438	8873214.09	-11	5.503.002.371	8.870.429.281	-10
5.556.506.153	8.872.743.012	-20	5.570.208.175	8.875.070.689	-11	5.567.260.328	8.875.187.655	-10	5.570.018.635	8873232.75	-11	5.512.128.275	8.870.157.566	-10
5.555.423.247	8.872.739.402	-20	5.570.026.475	8.874.972.052	-11	5.470.537.686	8.866.295.767	-10	5.564.010.186	8.873.027.493	-11	5.513.212.566	8.870.203.347	-10
5.554.502.776	8872764.67	-20	5.569.740.946	8.874.873.415	-11	5.471.123.062	8.865.949.863	-10	5.574.459.663	8.872.848.359	-11	5.513.983.617	8870244.31	-10
5.554.033.517	8.872.806.182	-20	5.569.507.332	8.874.761.799	-11	547788.15	8.866.476.702	-11	556.792.874	8.872.650.565	-11	5.514.754.669	8.870.287.681	-10
5.553.798.887	8.872.862.132	-20	5.569.221.804	8.874.660.566	-22	5.494.431.891	8.869.835.891	-13	556.494.728	8.871.733.623	-3.2	5.515.670.292	8.870.311.777	-10
5.553.094.998	8.872.892.814	-20	5.568.884.361	8.874.577.503	-22	5.513.607.649	8.871.824.982	-73	556.203.153	8.872.645.376	-5	5.516.610.011	8.870.273.224	-10
5.552.355.012	8.872.905.448	-20	5.568.183.518	8.874.561.929	-22	5.504.562.473	8.871.812.152	-49	5.549.324.291	8.872.830.375	-8	5.517.019.632	8.870.193.709	-10

Tabel Data Arus

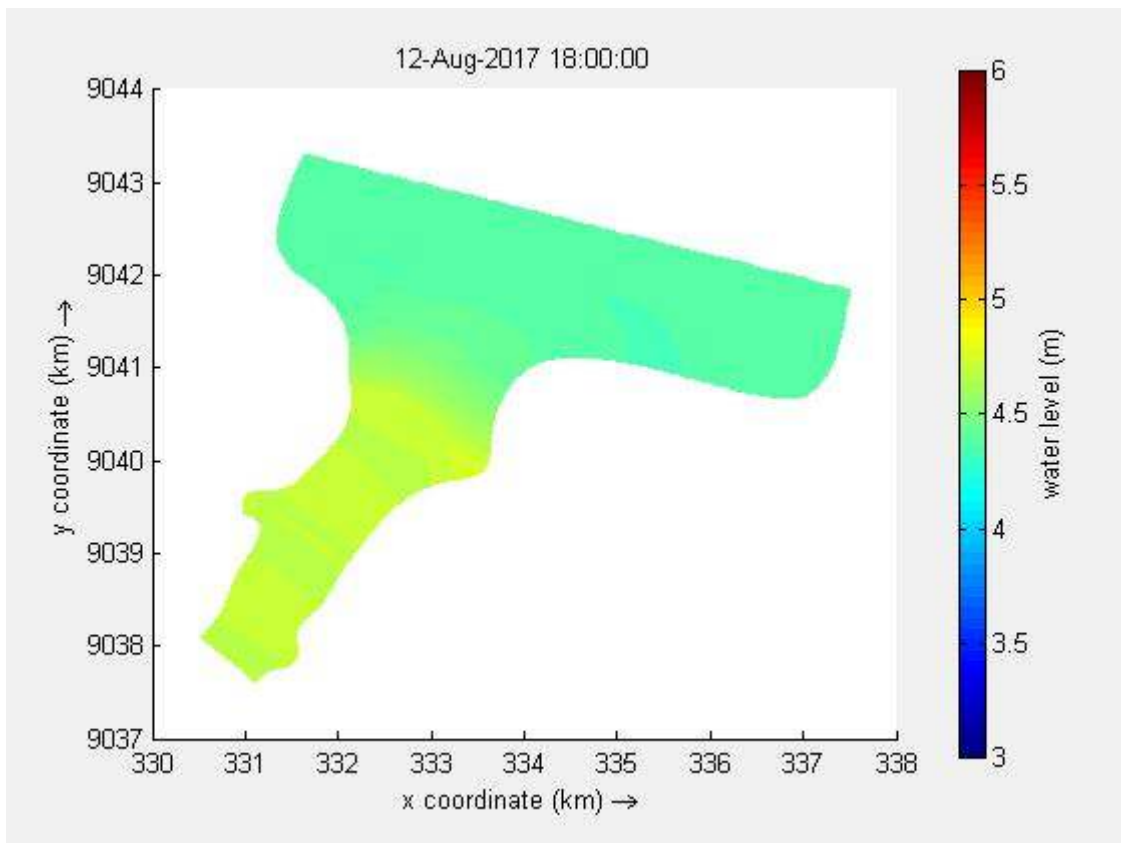
DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)
12/08/2015 15:00	0,2095	14/08/2015 6:00	0,9171	15/08/2015 22:00	0,2949	17/08/2015 14:00	0,5013	19/08/2015 6:00	1,2984	20/08/2015 22:00	1,1473
12/08/2015 16:00	0,3772	14/08/2015 7:00	0,2122	15/08/2015 23:00	0,1651	17/08/2015 15:00	0,3081	19/08/2015 7:00	1,9858	20/08/2015 23:00	0,2125
12/08/2015 17:00	0,2921	14/08/2015 8:00	0,1335	16/08/2015 0:00	0,1661	17/08/2015 16:00	0,2505	19/08/2015 8:00	2,1111	21/08/2015 0:00	0,8211
12/08/2015 18:00	0,2228	14/08/2015 9:00	0,1329	16/08/2015 1:00	0,2702	17/08/2015 17:00	0,1135	19/08/2015 9:00	1,7833	21/08/2015 1:00	0,4795
12/08/2015 19:00	0,1945	14/08/2015 10:00	0,1663	16/08/2015 2:00	0,1326	17/08/2015 18:00	1,0148	19/08/2015 10:00	1,1243	21/08/2015 2:00	0,1540
12/08/2015 20:00	0,1458	14/08/2015 11:00	0,4479	16/08/2015 3:00	0,7056	17/08/2015 19:00	2,2679	19/08/2015 11:00	0,2503	21/08/2015 3:00	0,1527
12/08/2015 21:00	0,1285	14/08/2015 12:00	0,2973	16/08/2015 4:00	1,3195	17/08/2015 20:00	2,1375	19/08/2015 12:00	0,1553	21/08/2015 4:00	0,2843
12/08/2015 22:00	0,1249	14/08/2015 13:00	0,3183	16/08/2015 5:00	1,1443	17/08/2015 21:00	0,9043	19/08/2015 13:00	0,1440	21/08/2015 5:00	0,5066
12/08/2015 23:00	0,2326	14/08/2015 14:00	0,7347	16/08/2015 6:00	1,8939	17/08/2015 22:00	0,2865	19/08/2015 14:00	0,2511	21/08/2015 6:00	0,4802
13/08/2015 0:00	0,2033	14/08/2015 15:00	0,6370	16/08/2015 7:00	1,4897	17/08/2015 23:00	0,7485	19/08/2015 15:00	0,3965	21/08/2015 7:00	0,3573
13/08/2015 1:00	0,8269	14/08/2015 16:00	0,2893	16/08/2015 8:00	1,7271	18/08/2015 0:00	0,1252	19/08/2015 16:00	0,2453	21/08/2015 8:00	1,5661
13/08/2015 2:00	1,1846	14/08/2015 17:00	1,0492	16/08/2015 9:00	0,2962	18/08/2015 1:00	0,1177	19/08/2015 17:00	0,1970	21/08/2015 9:00	2,0936
13/08/2015 3:00	1,3948	14/08/2015 18:00	1,4914	16/08/2015 10:00	0,2428	18/08/2015 2:00	0,3891	19/08/2015 18:00	0,1655	21/08/2015 10:00	1,6885
13/08/2015 4:00	0,2547	14/08/2015 19:00	0,4119	16/08/2015 11:00	0,3668	18/08/2015 3:00	0,4306	19/08/2015 19:00	0,7400	21/08/2015 11:00	0,2301
13/08/2015 5:00	0,3239	14/08/2015 20:00	0,2800	16/08/2015 12:00	0,2131	18/08/2015 4:00	0,3626	19/08/2015 20:00	1,9483	21/08/2015 12:00	0,1305
13/08/2015 6:00	0,1547	14/08/2015 21:00	0,3525	16/08/2015 13:00	0,1461	18/08/2015 5:00	0,9295	19/08/2015 21:00	2,2203	21/08/2015 13:00	0,2783
13/08/2015 7:00	0,3323	14/08/2015 22:00	0,2817	16/08/2015 14:00	0,5034	18/08/2015 6:00	1,2959	19/08/2015 22:00	1,1133	21/08/2015 14:00	0,2281
13/08/2015 8:00	0,2903	14/08/2015 23:00	0,2614	16/08/2015 15:00	0,3315	18/08/2015 7:00	2,1195	19/08/2015 23:00	0,2317	21/08/2015 15:00	0,1019
13/08/2015 9:00	0,1489	15/08/2015 0:00	0,2697	16/08/2015 16:00	0,2537	18/08/2015 8:00	2,4146	20/08/2015 0:00	1,0985	21/08/2015 16:00	0,3896
13/08/2015 10:00	0,2109	15/08/2015 1:00	0,3660	16/08/2015 17:00	0,3311	18/08/2015 9:00	1,5421	20/08/2015 1:00	0,2916	21/08/2015 17:00	0,2375
13/08/2015 11:00	0,3622	15/08/2015 2:00	0,6446	16/08/2015 18:00	0,4529	18/08/2015 10:00	0,7875	20/08/2015 2:00	0,1703	21/08/2015 18:00	0,3029
13/08/2015 12:00	0,1607	15/08/2015 3:00	1,0707	16/08/2015 19:00	2,1075	18/08/2015 11:00	0,3076	20/08/2015 3:00	0,2237	21/08/2015 19:00	0,2669
13/08/2015 13:00	0,2802	15/08/2015 4:00	1,3629	16/08/2015 20:00	1,7399	18/08/2015 12:00	0,4023	20/08/2015 4:00	0,3589	21/08/2015 20:00	0,3241
13/08/2015 14:00	0,1668	15/08/2015 5:00	0,9447	16/08/2015 21:00	0,2679	18/08/2015 13:00	0,1569	20/08/2015 5:00	0,4390	21/08/2015 21:00	0,9454
13/08/2015 15:00	0,3295	15/08/2015 6:00	1,4241	16/08/2015 22:00	0,1939	18/08/2015 14:00	0,1921	20/08/2015 6:00	0,3015	21/08/2015 22:00	0,4358
13/08/2015 16:00	0,4935	15/08/2015 7:00	0,3200	16/08/2015 23:00	0,1564	18/08/2015 15:00	0,2041	20/08/2015 7:00	0,7428	21/08/2015 23:00	0,7235
13/08/2015 17:00	0,6970	15/08/2015 8:00	0,4969	17/08/2015 0:00	0,0781	18/08/2015 16:00	0,4563	20/08/2015 8:00	2,1525	22/08/2015 0:00	0,1460
13/08/2015 18:00	0,3951	15/08/2015 9:00	0,3190	17/08/2015 1:00	0,2877	18/08/2015 17:00	0,2841	20/08/2015 9:00	2,3317	22/08/2015 1:00	0,6633
13/08/2015 19:00	0,2029	15/08/2015 10:00	0,2557	17/08/2015 2:00	0,3599	18/08/2015 18:00	0,2337	20/08/2015 10:00	1,6186	22/08/2015 2:00	0,4269
13/08/2015 20:00	0,5773	15/08/2015 11:00	0,3135	17/08/2015 3:00	0,4467	18/08/2015 19:00	1,7945	20/08/2015 11:00	0,1977	22/08/2015 3:00	0,1341
13/08/2015 21:00	0,1868	15/08/2015 12:00	0,4640	17/08/2015 4:00	0,6552	18/08/2015 20:00	2,2985	20/08/2015 12:00	0,4988	22/08/2015 4:00	0,2488
13/08/2015 22:00	0,2935	15/08/2015 13:00	0,5109	17/08/2015 5:00	1,1759	18/08/2015 21:00	1,5562	20/08/2015 13:00	0,1685	22/08/2015 5:00	0,2721
13/08/2015 23:00	0,0947	15/08/2015 14:00	0,5185	17/08/2015 6:00	2,3413	18/08/2015 22:00	0,1997	20/08/2015 14:00	0,1367	22/08/2015 6:00	0,0835
14/08/2015 0:00	0,3665	15/08/2015 15:00	0,7052	17/08/2015 7:00	1,9443	18/08/2015 23:00	0,1575	20/08/2015 15:00	0,1417	22/08/2015 7:00	0,4833
14/08/2015 1:00	0,5305	15/08/2015 16:00	0,3841	17/08/2015 8:00	1,9272	19/08/2015 0:00	0,6315	20/08/2015 16:00	0,3537	22/08/2015 8:00	0,3455
14/08/2015 2:00	0,9999	15/08/2015 17:00	0,6721	17/08/2015 9:00	1,3925	19/08/2015 1:00	0,4410	20/08/2015 17:00	0,2224	22/08/2015 9:00	1,0855
14/08/2015 3:00	1,1633	15/08/2015 18:00	1,6910	17/08/2015 10:00	0,2259	19/08/2015 2:00	0,2352	20/08/2015 18:00	0,7327	22/08/2015 10:00	1,3319
14/08/2015 4:00	1,1789	15/08/2015 19:00	1,7703	17/08/2015 11:00	0,1782	19/08/2015 3:00	0,3210	20/08/2015 19:00	0,1361	22/08/2015 11:00	0,5292
14/08/2015 5:00	1,1713	15/08/2015 20:00	0,4712	17/08/2015 12:00	0,2127	19/08/2015 4:00	0,4845	20/08/2015 20:00	1,7507	22/08/2015 12:00	0,2939
14/08/2015 6:00	0,9171	15/08/2015 21:00	0,1798	17/08/2015 13:00	0,2313	19/08/2015 5:00	0,3398	20/08/2015 21:00	1,5011	22/08/2015 13:00	0,1548



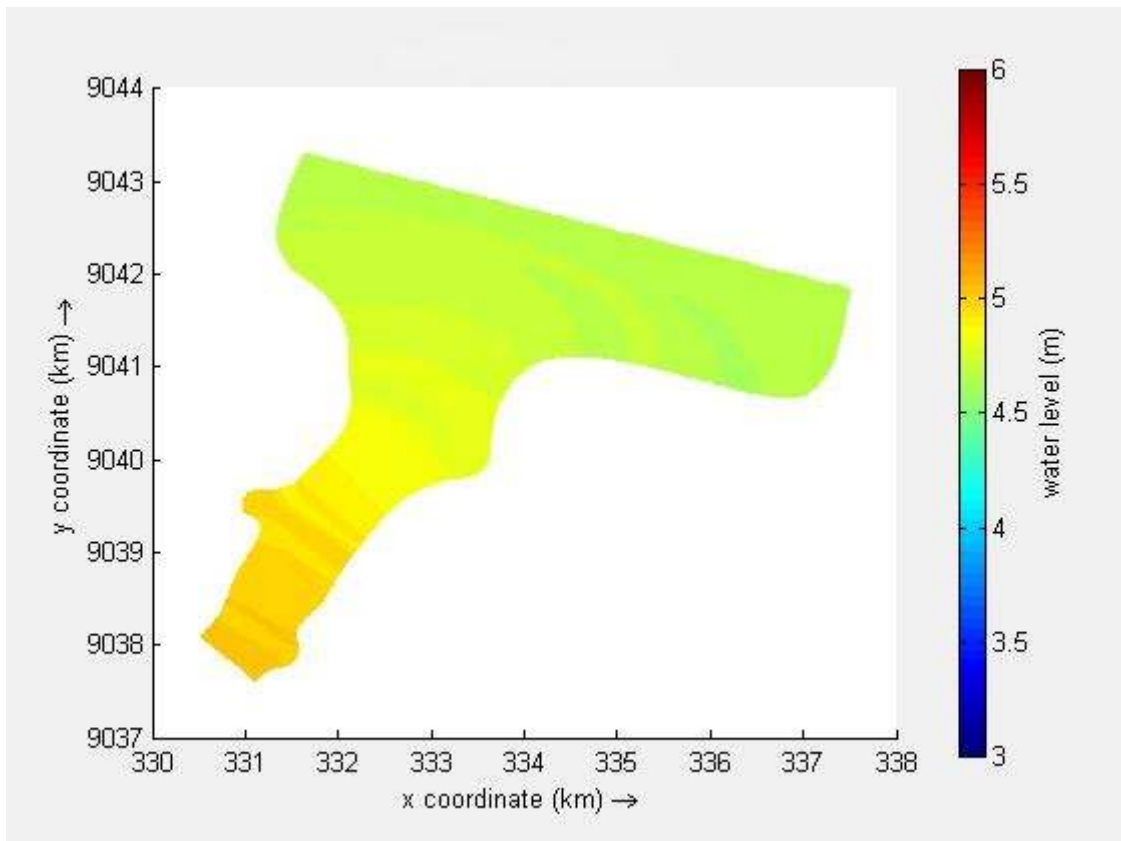
Tabel Data Arus

DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)	DateTime	Kecepatan Arus (m/s)
22/08/2015 14:00	0,3159	24/08/2015 6:00	0,2690	25/08/2015 22:00	0,7111	27/08/2015 14:00	0,3377	29/08/2015 6:00	0,58447	30/08/2015 22:00	0,30733
22/08/2015 15:00	0,2158	24/08/2015 7:00	0,6126	25/08/2015 23:00	1,0639	27/08/2015 15:00	0,1635	29/08/2015 7:00	0,17973	30/08/2015 23:00	0,43427
22/08/2015 16:00	0,3610	24/08/2015 8:00	0,1014	26/08/2015 0:00	0,5581	27/08/2015 16:00	0,1924	29/08/2015 8:00	0,13447	31/08/2015 0:00	0,17827
22/08/2015 17:00	0,3075	24/08/2015 9:00	0,2012	26/08/2015 1:00	0,1290	27/08/2015 17:00	0,1192	29/08/2015 9:00	0,08147	31/08/2015 1:00	0,15647
22/08/2015 18:00	0,2667	24/08/2015 10:00	0,4406	26/08/2015 2:00	0,3480	27/08/2015 18:00	0,1073	29/08/2015 10:00	0,15007	31/08/2015 2:00	0,57047
22/08/2015 19:00	0,8923	24/08/2015 11:00	0,4895	26/08/2015 3:00	0,2098	27/08/2015 19:00	0,1005	29/08/2015 11:00	0,20713	31/08/2015 3:00	1,15920
22/08/2015 20:00	0,3957	24/08/2015 12:00	0,2656	26/08/2015 4:00	0,7477	27/08/2015 20:00	0,1861	29/08/2015 12:00	0,15073	31/08/2015 4:00	0,48473
22/08/2015 21:00	0,4682	24/08/2015 13:00	0,3653	26/08/2015 5:00	0,4157	27/08/2015 21:00	0,2787	29/08/2015 13:00	0,39547	31/08/2015 5:00	1,13260
22/08/2015 22:00	1,4257	24/08/2015 14:00	0,2004	26/08/2015 6:00	0,1059	27/08/2015 22:00	0,1895	29/08/2015 14:00	0,48673	31/08/2015 6:00	1,72627
22/08/2015 23:00	0,1879	24/08/2015 15:00	0,2159	26/08/2015 7:00	0,0826	27/08/2015 23:00	0,3853	29/08/2015 15:00	0,17913	31/08/2015 7:00	1,81660
23/08/2015 0:00	0,1469	24/08/2015 16:00	0,1950	26/08/2015 8:00	0,1756	28/08/2015 0:00	0,2233	29/08/2015 16:00	0,22607	31/08/2015 8:00	1,20960
23/08/2015 1:00	0,2507	24/08/2015 17:00	0,2131	26/08/2015 9:00	0,6337	28/08/2015 1:00	1,1334	29/08/2015 17:00	1,23420	31/08/2015 9:00	1,16247
23/08/2015 2:00	0,2365	24/08/2015 18:00	0,2889	26/08/2015 10:00	0,4608	28/08/2015 2:00	1,0384	29/08/2015 18:00	0,35160	31/08/2015 10:00	0,21353
23/08/2015 3:00	0,1754	24/08/2015 19:00	0,3389	26/08/2015 11:00	0,5068	28/08/2015 3:00	0,7635	29/08/2015 19:00	0,14320	31/08/2015 11:00	0,39467
23/08/2015 4:00	0,2915	24/08/2015 20:00	0,8199	26/08/2015 12:00	0,1801	28/08/2015 4:00	0,3191	29/08/2015 20:00	0,30687	31/08/2015 12:00	0,32860
23/08/2015 5:00	0,2575	24/08/2015 21:00	0,8412	26/08/2015 13:00	0,5347	28/08/2015 5:00	0,1952	29/08/2015 21:00	0,31473	31/08/2015 13:00	0,33227
23/08/2015 6:00	0,1671	24/08/2015 22:00	0,9123	26/08/2015 14:00	0,3589	28/08/2015 6:00	0,2524	29/08/2015 22:00	0,62980	31/08/2015 14:00	0,29067
23/08/2015 7:00	0,4689	24/08/2015 23:00	0,1714	26/08/2015 15:00	0,1761	28/08/2015 7:00	0,2406	29/08/2015 23:00	0,18580	31/08/2015 15:00	0,19300
23/08/2015 8:00	0,2873	25/08/2015 0:00	0,1534	26/08/2015 16:00	0,1229	28/08/2015 8:00	0,0728	30/08/2015 0:00	0,19967	31/08/2015 16:00	1,30167
23/08/2015 9:00	0,5744	25/08/2015 1:00	0,1417	26/08/2015 17:00	0,3373	28/08/2015 9:00	0,3503	30/08/2015 1:00	0,61260	31/08/2015 17:00	1,16373
23/08/2015 10:00	1,2639	25/08/2015 2:00	0,3118	26/08/2015 18:00	0,1292	28/08/2015 10:00	0,3149	30/08/2015 2:00	0,97927	31/08/2015 18:00	2,08733
23/08/2015 11:00	1,0240	25/08/2015 3:00	0,1883	26/08/2015 19:00	0,1319	28/08/2015 11:00	0,2621	30/08/2015 3:00	1,12307	31/08/2015 19:00	1,83953
23/08/2015 12:00	0,2739	25/08/2015 4:00	0,2111	26/08/2015 20:00	0,1059	28/08/2015 12:00	0,2022	30/08/2015 4:00	0,40593	31/08/2015 20:00	1,58567
23/08/2015 13:00	0,2014	25/08/2015 5:00	0,1077	26/08/2015 21:00	0,1986	28/08/2015 13:00	0,1418	30/08/2015 5:00	0,53100	31/08/2015 21:00	0,20447
23/08/2015 14:00	0,3366	25/08/2015 6:00	0,3701	26/08/2015 22:00	0,4827	28/08/2015 14:00	0,2583	30/08/2015 6:00	1,19700	31/08/2015 22:00	0,64393
23/08/2015 15:00	0,1273	25/08/2015 7:00	0,7177	26/08/2015 23:00	0,6253	28/08/2015 15:00	0,2017	30/08/2015 7:00	0,31500	31/08/2015 23:00	0,44040
23/08/2015 16:00	0,2164	25/08/2015 8:00	0,3938	27/08/2015 0:00	0,8609	28/08/2015 16:00	0,3238	30/08/2015 8:00	0,71813	01/09/2015 0:00	0,53467
23/08/2015 17:00	0,1391	25/08/2015 9:00	0,5319	27/08/2015 1:00	1,1181	28/08/2015 17:00	0,3710	30/08/2015 9:00	0,30653	01/09/2015 1:00	0,20767
23/08/2015 18:00	0,2093	25/08/2015 10:00	0,4100	27/08/2015 2:00	0,2831	28/08/2015 18:00	0,4301	30/08/2015 10:00	0,14633	01/09/2015 2:00	0,37180
23/08/2015 19:00	0,5049	25/08/2015 11:00	0,5175	27/08/2015 3:00	0,2132	28/08/2015 19:00	0,4087	30/08/2015 11:00	0,17860	01/09/2015 3:00	0,66020
23/08/2015 20:00	1,2149	25/08/2015 12:00	0,3206	27/08/2015 4:00	0,1603	28/08/2015 20:00	0,1227	30/08/2015 12:00	0,18440	01/09/2015 4:00	1,01727
23/08/2015 21:00	0,1952	25/08/2015 13:00	0,3578	27/08/2015 5:00	0,2460	28/08/2015 21:00	0,1070	30/08/2015 13:00	0,43167	01/09/2015 5:00	0,68920
23/08/2015 22:00	0,9525	25/08/2015 14:00	0,2107	27/08/2015 6:00	0,4850	28/08/2015 22:00	0,5477	30/08/2015 14:00	0,49587	01/09/2015 6:00	1,33273
23/08/2015 23:00	0,1573	25/08/2015 15:00	0,1932	27/08/2015 7:00	0,2026	28/08/2015 23:00	0,1662	30/08/2015 15:00	0,65427	01/09/2015 7:00	2,09013
24/08/2015 0:00	0,1690	25/08/2015 16:00	0,3776	27/08/2015 8:00	0,1284	29/08/2015 0:00	0,0644	30/08/2015 16:00	0,41860	01/09/2015 8:00	1,89220
24/08/2015 1:00	0,3579	25/08/2015 17:00	0,2437	27/08/2015 9:00	0,2399	29/08/2015 1:00	0,5369	30/08/2015 17:00	1,22967	01/09/2015 9:00	0,92140
24/08/2015 2:00	0,1663	25/08/2015 18:00	0,1589	27/08/2015 10:00	0,1678	29/08/2015 2:00	1,0828	30/08/2015 18:00	2,23080	01/09/2015 10:00	0,24780
24/08/2015 3:00	0,3941	25/08/2015 19:00	0,2416	27/08/2015 11:00	0,1679	29/08/2015 3:00	0,6609	30/08/2015 19:00	0,74447	01/09/2015 11:00	0,83427
24/08/2015 4:00	0,3829	25/08/2015 20:00	0,1888	27/08/2015 12:00	0,6321	29/08/2015 4:00	1,1243	30/08/2015 20:00	0,34933	01/09/2015 12:00	0,36107
24/08/2015 5:00	0,3223	25/08/2015 21:00	0,5038	27/08/2015 13:00	0,3301	29/08/2015 5:00	0,9919	30/08/2015 21:00	0,19140	01/09/2015 13:00	0,49367

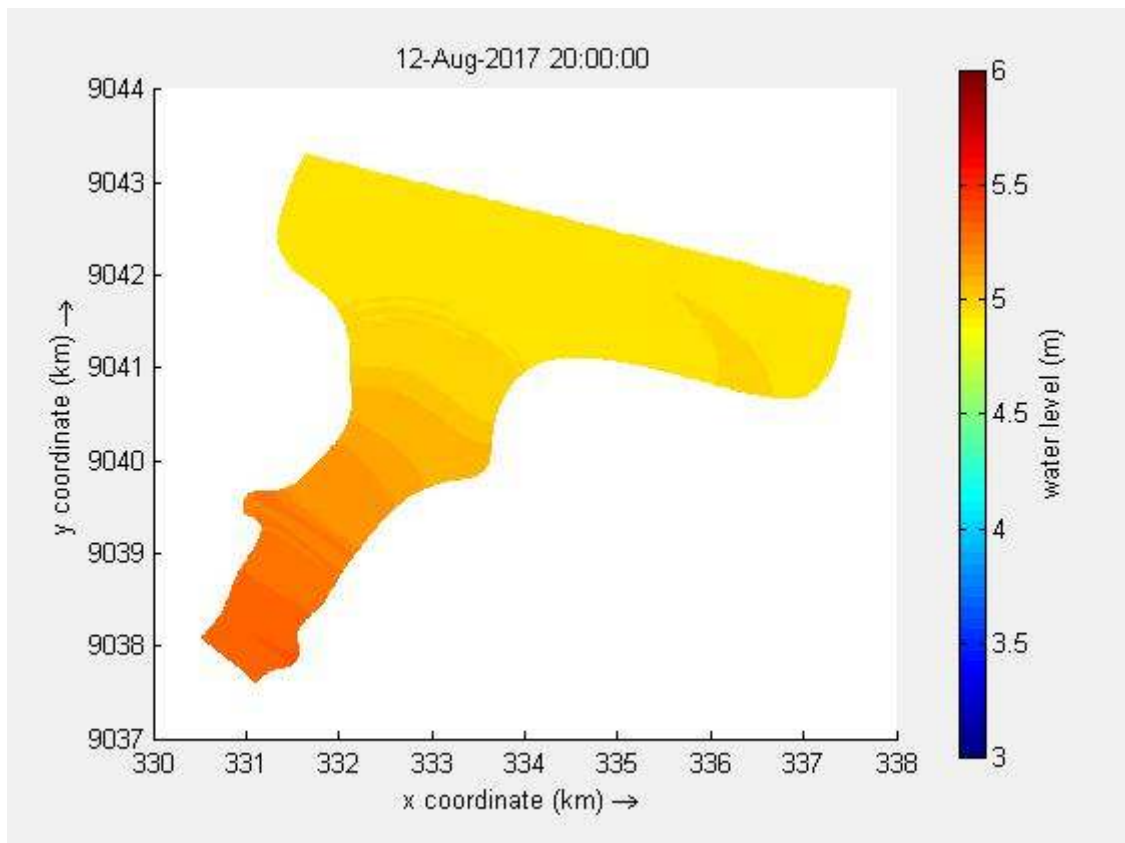
**LAMPIRAN II**  
**GAMBAR DAN GRAFIK HASIL PEMODELAN *DEL3D* PASANG SURUT DAN**  
**ARUS LAUT**



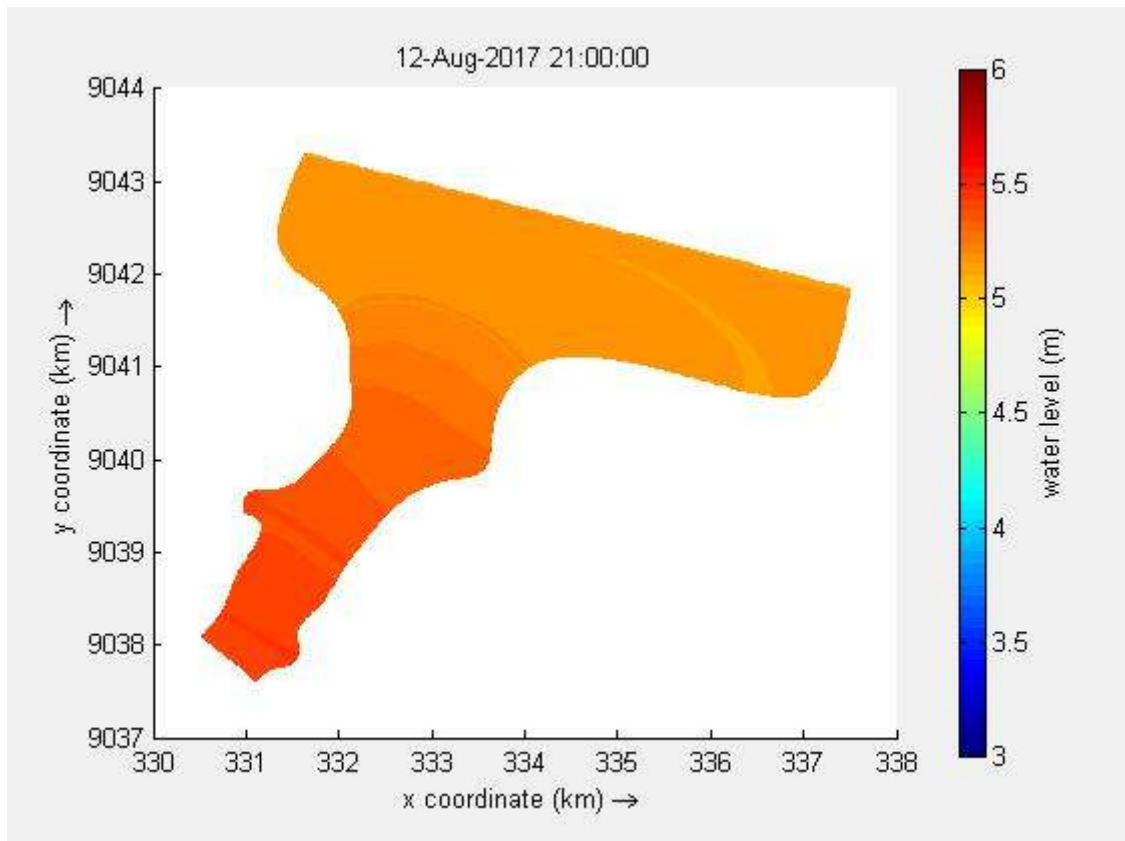
**Gambar 1** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Pasang Surut Pada Step Pertama



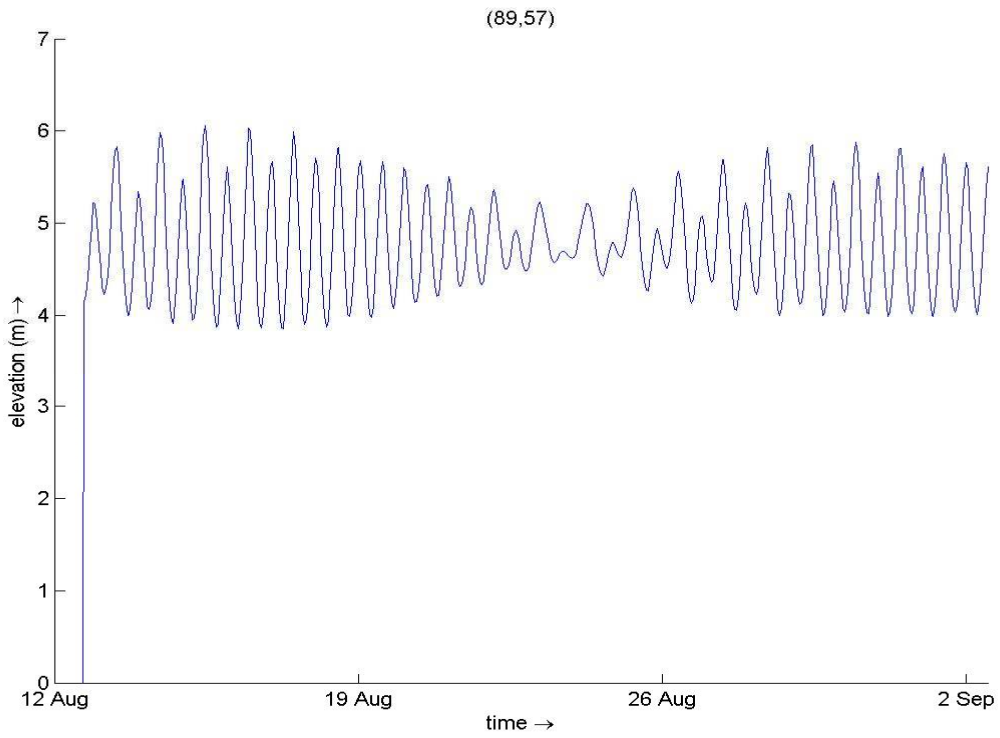
**Gambar 2** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Pasang Surut Pada Step Kedua



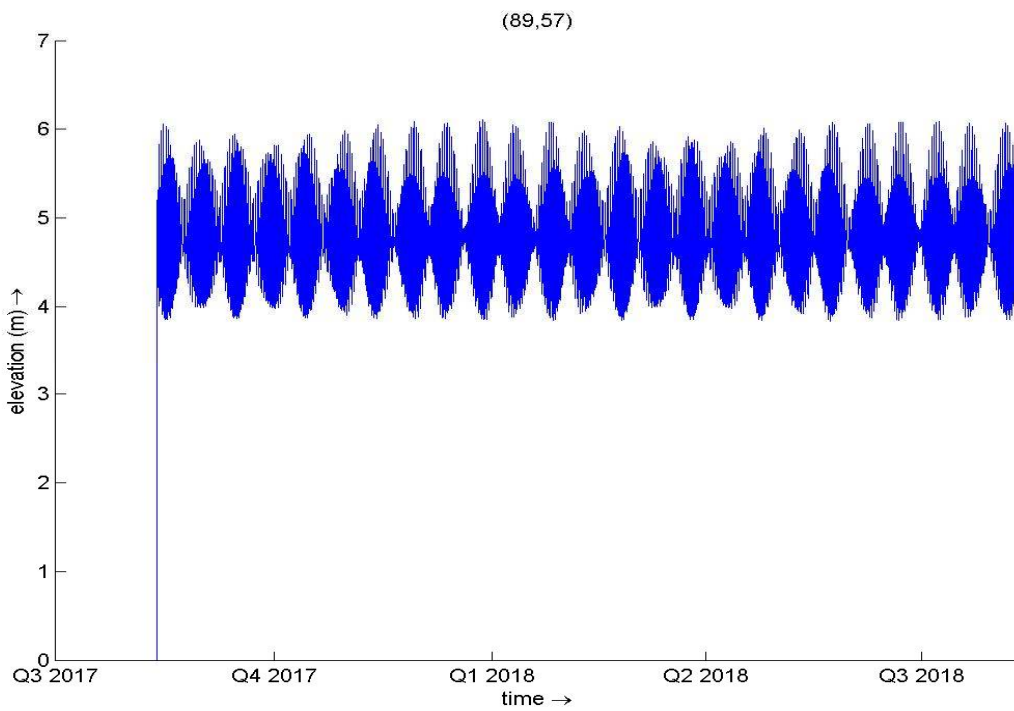
**Gambar 3** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Pasang Surut Pada Step Ketiga



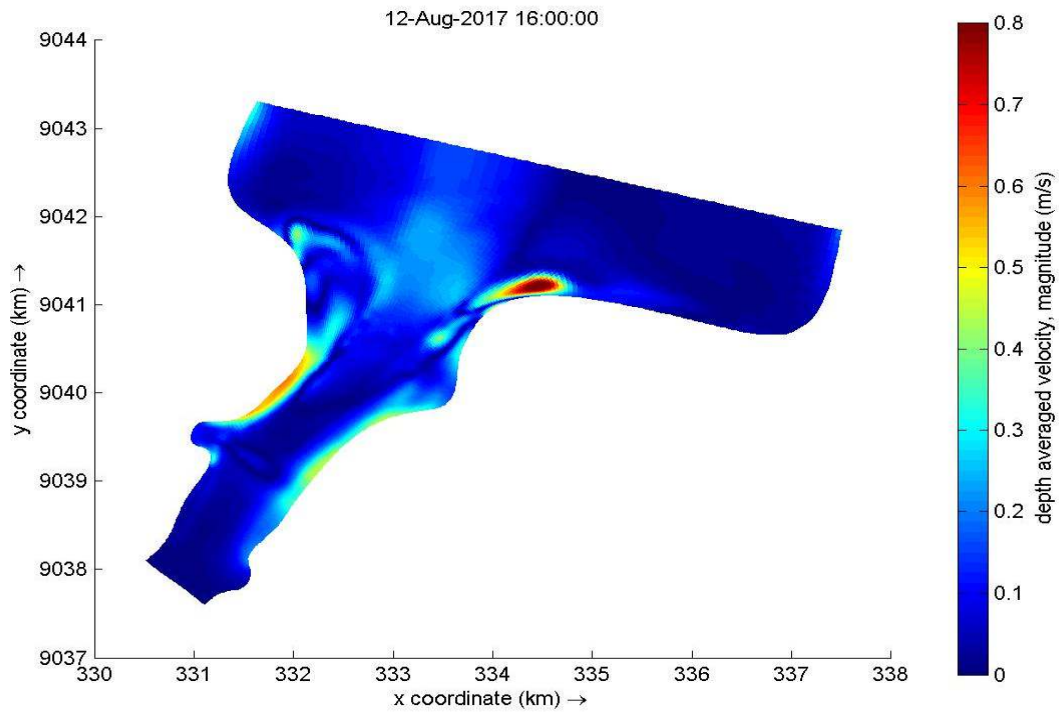
**Gambar 4** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Pasang Surut Pada Step Keempat



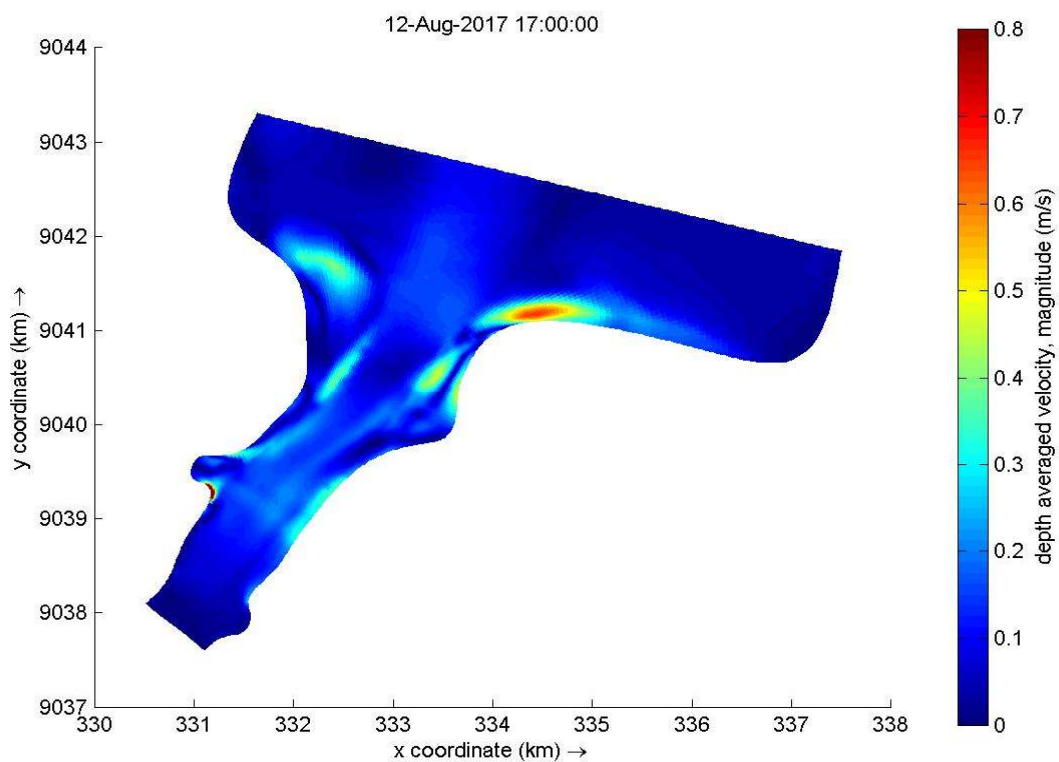
**Gambar 5** Grafik Pasang Surut Hasil Pemodelan Delf3D Selama Sebulan



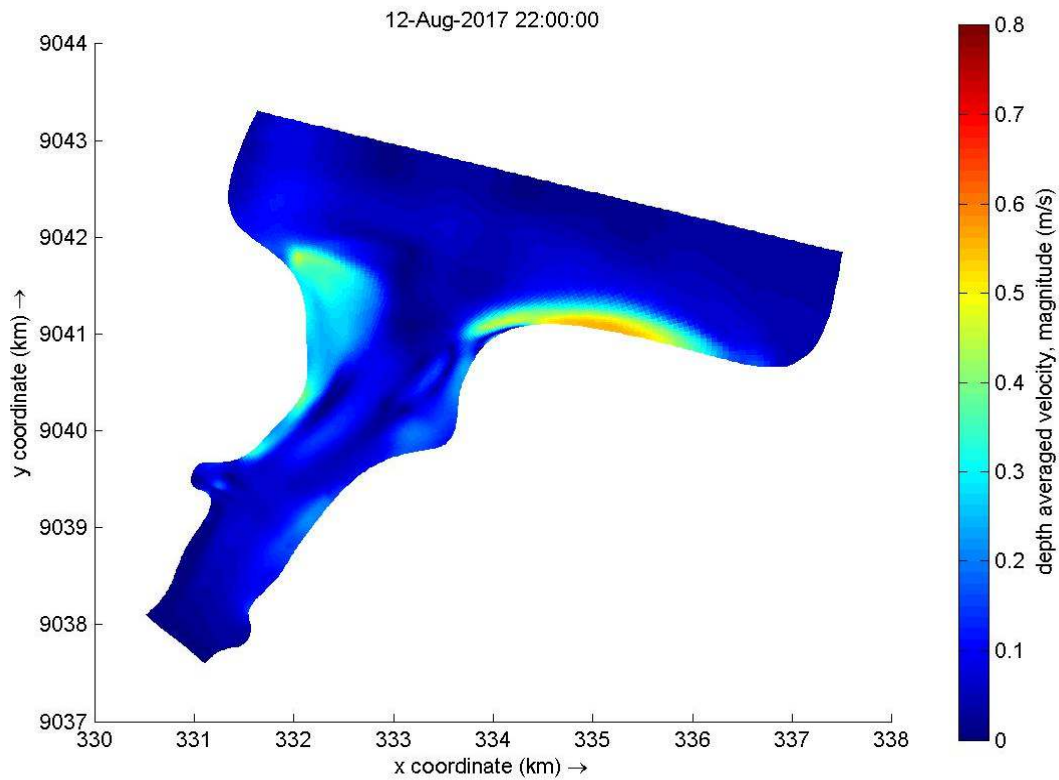
**Gambar 6** Grafik Pasang Surut Hasil Pemodelan Delf3D Selama Setahun



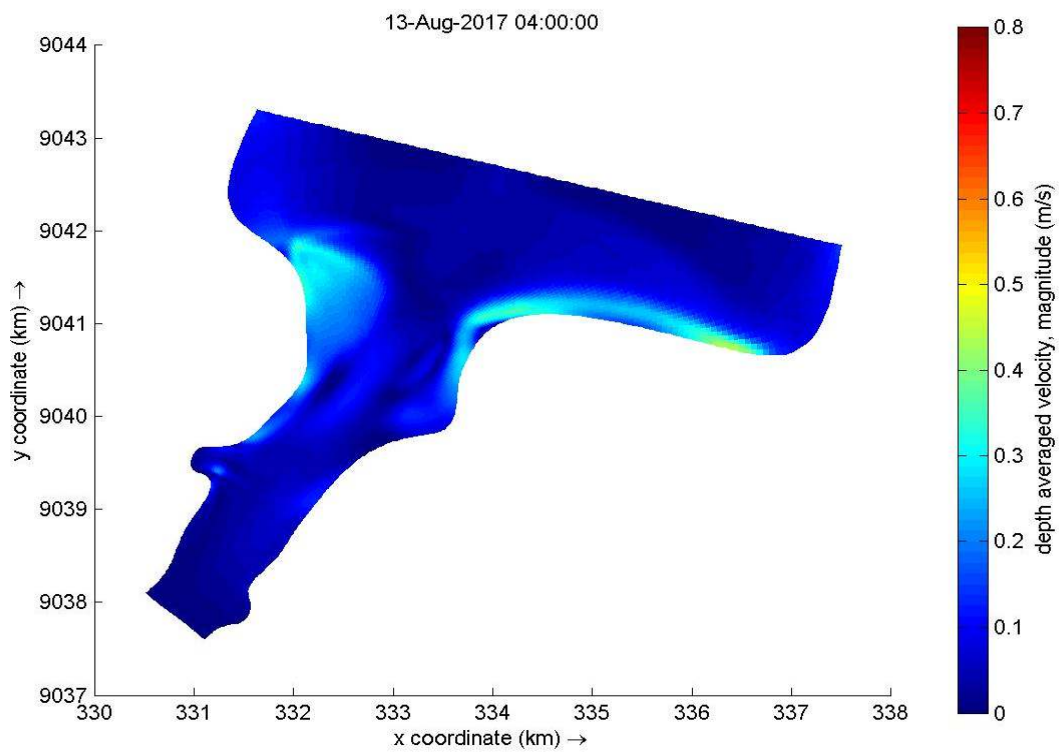
**Gambar 7** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Arus Laut Pada Step Pertama



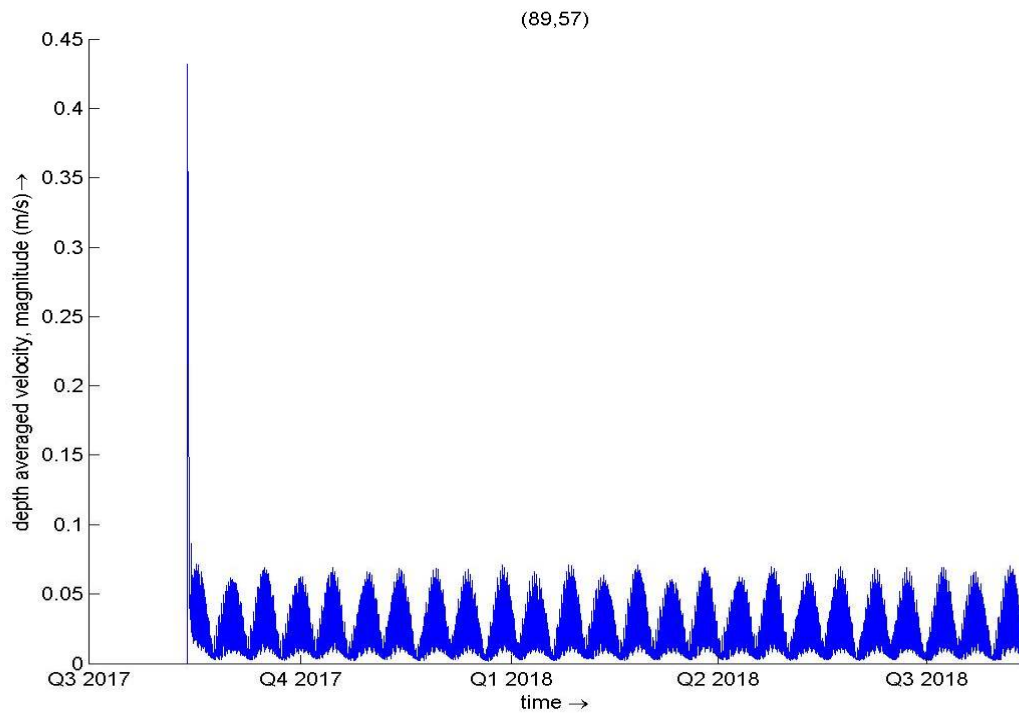
**Gambar 8** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Arus Laut Pada Step Kedua



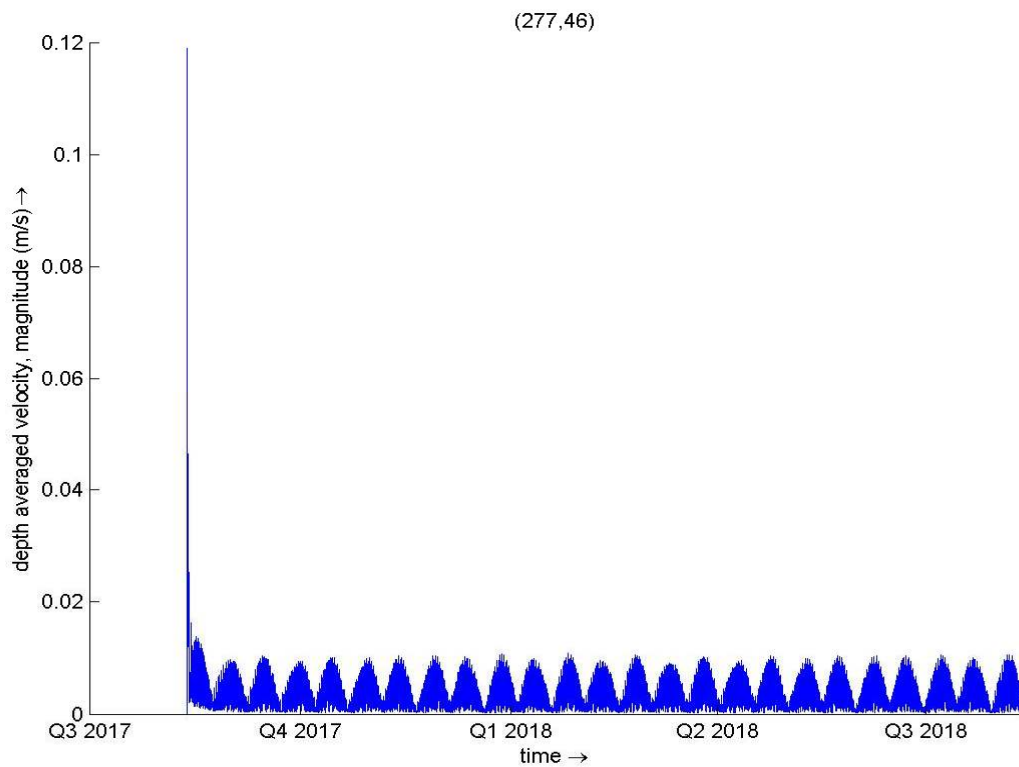
**Gambar 9** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Arus Laut Pada Step Ketiga



**Gambar 10** Visualisasi Hasil Pemodelan Delf3D Arus Laut Pada Step Keempat



**Gambar 11** Grafik Arus Laut Lokasi 1 Hasil Pemodelan Delf3D Selama Setahun



**Gambar 12** Grafik Arus Laut Lokasi 2 Hasil Pemodelan Delf3D Selama Setahun



**LAMPIRAN III**  
**TABEL PERHITUNGAN APD (*AVERAGE POWER DENSITY*)**

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan Januari

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/01/2018 0:00	0,4713	0,1047	353,5067	744	1025
01/01/2018 1:00	0,1829	0,0061			
01/01/2018 2:00	0,4470	0,0893			
01/01/2018 3:00	0,8872	0,6984			
01/01/2018 4:00	1,1309	1,4464			
01/01/2018 5:00	1,0913	1,2995			
01/01/2018 6:00	0,8297	0,5711			
01/01/2018 7:00	0,4944	0,1209			
01/01/2018 8:00	0,2286	0,0120			
01/01/2018 9:00	0,2160	0,0101			
01/01/2018 10:00	0,3584	0,0460			
01/01/2018 11:00	0,4507	0,0915			
01/01/2018 12:00	0,4077	0,0677			
01/01/2018 13:00	0,2133	0,0097			
01/01/2018 14:00	0,2780	0,0215			
01/01/2018 15:00	0,6424	0,2651			
01/01/2018 16:00	0,8896	0,7040			
01/01/2018 17:00	0,9040	0,7387			
01/01/2018 18:00	0,7086	0,3557			
01/01/2018 19:00	0,4187	0,0734			
01/01/2018 20:00	0,1853	0,0064			
01/01/2018 21:00	0,2153	0,0100			
01/01/2018 22:00	0,3585	0,0461			
01/01/2018 23:00	0,4575	0,0957			
02/01/2018 0:00	0,4496	0,0909			
02/01/2018 1:00	0,2985	0,0266			
02/01/2018 2:00	0,1427	0,0029			
02/01/2018 3:00	0,4189	0,0735			
02/01/2018 4:00	0,6938	0,3339			
02/01/2018 5:00	0,8022	0,5163			
02/01/2018 6:00	0,7280	0,3859			
02/01/2018 7:00	0,5418	0,1591			
02/01/2018 8:00	0,3335	0,0371			
02/01/2018 9:00	0,1707	0,0050			
02/01/2018 10:00	0,1597	0,0041			
02/01/2018 11:00	0,2631	0,0182			
02/01/2018 12:00	0,3236	0,0339			
02/01/2018 13:00	0,2728	0,0203			
02/01/2018 14:00	0,1360	0,0025			
02/01/2018 15:00	0,2373	0,0134			
02/01/2018 16:00	0,4608	0,0978			
02/01/2018 17:00	0,5895	0,2049			
02/01/2018 18:00	0,5838	0,1990			
02/01/2018 19:00	0,4771	0,1086			
02/01/2018 20:00	0,3313	0,0364			
02/01/2018 21:00	0,1925	0,0071			
02/01/2018 22:00	0,1185	0,0017			
02/01/2018 23:00	0,1878	0,0066			
03/01/2018 0:00	0,2698	0,0196			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (353,506) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{243,511 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Average Power Density Lokasi 1 Bulan Februari**

Tanggal	Vj (m/s)	Vj^3 (m/s)	Σ(Vj^3)	N	ρ (kg/m3)
01/02/2018 0:00	0,2967	0,0261	334,7985	744	1025
01/02/2018 1:00	0,2604	0,0177			
01/02/2018 2:00	0,1356	0,0025			
01/02/2018 3:00	0,2172	0,0102			
01/02/2018 4:00	0,4223	0,0753			
01/02/2018 5:00	0,5360	0,1540			
01/02/2018 6:00	0,5207	0,1412			
01/02/2018 7:00	0,4134	0,0706			
01/02/2018 8:00	0,2757	0,0210			
01/02/2018 9:00	0,1545	0,0037			
01/02/2018 10:00	0,1204	0,0017			
01/02/2018 11:00	0,2063	0,0088			
01/02/2018 12:00	0,2884	0,0240			
01/02/2018 13:00	0,2936	0,0253			
01/02/2018 14:00	0,2025	0,0083			
01/02/2018 15:00	0,1014	0,0010			
01/02/2018 16:00	0,2272	0,0117			
01/02/2018 17:00	0,3725	0,0517			
01/02/2018 18:00	0,4496	0,0909			
01/02/2018 19:00	0,4611	0,0980			
01/02/2018 20:00	0,4311	0,0801			
01/02/2018 21:00	0,3729	0,0519			
01/02/2018 22:00	0,2843	0,0230			
01/02/2018 23:00	0,1723	0,0051			
02/02/2018 0:00	0,0968	0,0009			
02/02/2018 1:00	0,1231	0,0019			
02/02/2018 2:00	0,1364	0,0025			
02/02/2018 3:00	0,1058	0,0012			
02/02/2018 4:00	0,0929	0,0008			
02/02/2018 5:00	0,1393	0,0027			
02/02/2018 6:00	0,1922	0,0071			
02/02/2018 7:00	0,2301	0,0122			
02/02/2018 8:00	0,2487	0,0154			
02/02/2018 9:00	0,2374	0,0134			
02/02/2018 10:00	0,1845	0,0063			
02/02/2018 11:00	0,1036	0,0011			
02/02/2018 12:00	0,0972	0,0009			
02/02/2018 13:00	0,1712	0,0050			
02/02/2018 14:00	0,2146	0,0099			
02/02/2018 15:00	0,2096	0,0092			
02/02/2018 16:00	0,1653	0,0045			
02/02/2018 17:00	0,0973	0,0009			
02/02/2018 18:00	0,0898	0,0007			
02/02/2018 19:00	0,2136	0,0097			
02/02/2018 20:00	0,3609	0,0470			
02/02/2018 21:00	0,4737	0,1063			
02/02/2018 22:00	0,5106	0,1331			
02/02/2018 23:00	0,4603	0,0975			
03/02/2018 0:00	0,3460	0,0414			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (343,7985) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{255,333 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan Maret

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/03/2018 0:00	0,4187	0,0734	344,5647	744	1025
01/03/2018 1:00	0,1814	0,0060			
01/03/2018 2:00	0,4060	0,0669			
01/03/2018 3:00	0,7991	0,5102			
01/03/2018 4:00	0,9998	0,9994			
01/03/2018 5:00	0,9267	0,7959			
01/03/2018 6:00	0,6515	0,2766			
01/03/2018 7:00	0,3301	0,0360			
01/03/2018 8:00	0,1738	0,0053			
01/03/2018 9:00	0,3037	0,0280			
01/03/2018 10:00	0,4540	0,0936			
01/03/2018 11:00	0,5353	0,1534			
01/03/2018 12:00	0,4788	0,1098			
01/03/2018 13:00	0,2589	0,0173			
01/03/2018 14:00	0,2243	0,0113			
01/03/2018 15:00	0,5961	0,2118			
01/03/2018 16:00	0,8683	0,6547			
01/03/2018 17:00	0,9244	0,7898			
01/03/2018 18:00	0,7850	0,4837			
01/03/2018 19:00	0,5546	0,1706			
01/03/2018 20:00	0,3338	0,0372			
01/03/2018 21:00	0,1777	0,0056			
01/03/2018 22:00	0,1750	0,0054			
01/03/2018 23:00	0,2781	0,0215			
02/03/2018 0:00	0,3199	0,0327			
02/03/2018 1:00	0,2311	0,0123			
02/03/2018 2:00	0,1461	0,0031			
02/03/2018 3:00	0,3803	0,0550			
02/03/2018 4:00	0,5980	0,2139			
02/03/2018 5:00	0,6555	0,2816			
02/03/2018 6:00	0,5465	0,1632			
02/03/2018 7:00	0,3497	0,0428			
02/03/2018 8:00	0,1719	0,0051			
02/03/2018 9:00	0,1461	0,0031			
02/03/2018 10:00	0,2498	0,0156			
02/03/2018 11:00	0,3532	0,0441			
02/03/2018 12:00	0,3963	0,0622			
02/03/2018 13:00	0,3287	0,0355			
02/03/2018 14:00	0,1598	0,0041			
02/03/2018 15:00	0,1930	0,0072			
02/03/2018 16:00	0,4243	0,0764			
02/03/2018 17:00	0,5731	0,1883			
02/03/2018 18:00	0,6001	0,2162			
02/03/2018 19:00	0,5394	0,1570			
02/03/2018 20:00	0,4449	0,0881			
02/03/2018 21:00	0,3444	0,0408			
02/03/2018 22:00	0,2362	0,0132			
02/03/2018 23:00	0,1337	0,0024			
03/03/2018 0:00	0,1173	0,0016			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (344,5647) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{237,351 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan April**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/04/2018 0:00	0,1648	0,0045	335,7724	744	1025
01/04/2018 1:00	0,1594	0,0041			
01/04/2018 2:00	0,1178	0,0016			
01/04/2018 3:00	0,2360	0,0131			
01/04/2018 4:00	0,3868	0,0579			
01/04/2018 5:00	0,4404	0,0854			
01/04/2018 6:00	0,3759	0,0531			
01/04/2018 7:00	0,2437	0,0145			
01/04/2018 8:00	0,1288	0,0021			
01/04/2018 9:00	0,1214	0,0018			
01/04/2018 10:00	0,1909	0,0070			
01/04/2018 11:00	0,2697	0,0196			
01/04/2018 12:00	0,3207	0,0330			
01/04/2018 13:00	0,3018	0,0275			
01/04/2018 14:00	0,1973	0,0077			
01/04/2018 15:00	0,0950	0,0009			
01/04/2018 16:00	0,2228	0,0111			
01/04/2018 17:00	0,3596	0,0465			
01/04/2018 18:00	0,4303	0,0797			
01/04/2018 19:00	0,4465	0,0890			
01/04/2018 20:00	0,4356	0,0827			
01/04/2018 21:00	0,4090	0,0684			
01/04/2018 22:00	0,3577	0,0458			
01/04/2018 23:00	0,2744	0,0207			
02/04/2018 0:00	0,1767	0,0055			
02/04/2018 1:00	0,1096	0,0013			
02/04/2018 2:00	0,0915	0,0008			
02/04/2018 3:00	0,0927	0,0008			
02/04/2018 4:00	0,1063	0,0012			
02/04/2018 5:00	0,1209	0,0018			
02/04/2018 6:00	0,1243	0,0019			
02/04/2018 7:00	0,1197	0,0017			
02/04/2018 8:00	0,1143	0,0015			
02/04/2018 9:00	0,1048	0,0012			
02/04/2018 10:00	0,0849	0,0006			
02/04/2018 11:00	0,0819	0,0005			
02/04/2018 12:00	0,1271	0,0021			
02/04/2018 13:00	0,1766	0,0055			
02/04/2018 14:00	0,1957	0,0075			
02/04/2018 15:00	0,1798	0,0058			
02/04/2018 16:00	0,1389	0,0027			
02/04/2018 17:00	0,0854	0,0006			
02/04/2018 18:00	0,0824	0,0006			
02/04/2018 19:00	0,1873	0,0066			
02/04/2018 20:00	0,3234	0,0338			
02/04/2018 21:00	0,4399	0,0851			
02/04/2018 22:00	0,4977	0,1233			
02/04/2018 23:00	0,4820	0,1120			
03/04/2018 0:00	0,4051	0,0665			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (335,7724) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{239,004 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Average Power Density Lokasi 1 Bulan Mei**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/05/2018 0:00	0,1054	0,0012	334,6608	744	1025
01/05/2018 1:00	0,1008	0,0010			
01/05/2018 2:00	0,1034	0,0011			
01/05/2018 3:00	0,1628	0,0043			
01/05/2018 4:00	0,2472	0,0151			
01/05/2018 5:00	0,2817	0,0224			
01/05/2018 6:00	0,2460	0,0149			
01/05/2018 7:00	0,1695	0,0049			
01/05/2018 8:00	0,1056	0,0012			
01/05/2018 9:00	0,0911	0,0008			
01/05/2018 10:00	0,1178	0,0016			
01/05/2018 11:00	0,1640	0,0044			
01/05/2018 12:00	0,2069	0,0089			
01/05/2018 13:00	0,2164	0,0101			
01/05/2018 14:00	0,1730	0,0052			
01/05/2018 15:00	0,0976	0,0009			
01/05/2018 16:00	0,0964	0,0009			
01/05/2018 17:00	0,1733	0,0052			
01/05/2018 18:00	0,2400	0,0138			
01/05/2018 19:00	0,2919	0,0249			
01/05/2018 20:00	0,3355	0,0378			
01/05/2018 21:00	0,3649	0,0486			
01/05/2018 22:00	0,3641	0,0482			
01/05/2018 23:00	0,3236	0,0339			
02/05/2018 0:00	0,2518	0,0160			
02/05/2018 1:00	0,1754	0,0054			
02/05/2018 2:00	0,1160	0,0016			
02/05/2018 3:00	0,0813	0,0005			
02/05/2018 4:00	0,0715	0,0004			
02/05/2018 5:00	0,0777	0,0005			
02/05/2018 6:00	0,0789	0,0005			
02/05/2018 7:00	0,0686	0,0003			
02/05/2018 8:00	0,0793	0,0005			
02/05/2018 9:00	0,1144	0,0015			
02/05/2018 10:00	0,1283	0,0021			
02/05/2018 11:00	0,1056	0,0012			
02/05/2018 12:00	0,0695	0,0003			
02/05/2018 13:00	0,0695	0,0003			
02/05/2018 14:00	0,1038	0,0011			
02/05/2018 15:00	0,1430	0,0029			
02/05/2018 16:00	0,1781	0,0056			
02/05/2018 17:00	0,1872	0,0066			
02/05/2018 18:00	0,1411	0,0028			
02/05/2018 19:00	0,0570	0,0002			
02/05/2018 20:00	0,1771	0,0056			
02/05/2018 21:00	0,3432	0,0404			
02/05/2018 22:00	0,4518	0,0922			
02/05/2018 23:00	0,4760	0,1078			
03/05/2018 0:00	0,4284	0,0786			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (334,6608) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{230,529 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Average Power Density Lokasi 1 Bulan Juni

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/06/2018 0:00	0,2264	0,0116	334,508	720	1025
01/06/2018 1:00	0,1674	0,0047			
01/06/2018 2:00	0,1094	0,0013			
01/06/2018 3:00	0,0623	0,0002			
01/06/2018 4:00	0,0807	0,0005			
01/06/2018 5:00	0,1298	0,0022			
01/06/2018 6:00	0,1382	0,0026			
01/06/2018 7:00	0,0864	0,0006			
01/06/2018 8:00	0,0713	0,0004			
01/06/2018 9:00	0,1700	0,0049			
01/06/2018 10:00	0,2357	0,0131			
01/06/2018 11:00	0,2377	0,0134			
01/06/2018 12:00	0,1940	0,0073			
01/06/2018 13:00	0,1329	0,0023			
01/06/2018 14:00	0,0713	0,0004			
01/06/2018 15:00	0,0662	0,0003			
01/06/2018 16:00	0,1604	0,0041			
01/06/2018 17:00	0,2497	0,0156			
01/06/2018 18:00	0,2650	0,0186			
01/06/2018 19:00	0,1721	0,0051			
01/06/2018 20:00	0,0521	0,0001			
01/06/2018 21:00	0,2291	0,0120			
01/06/2018 22:00	0,3713	0,0512			
01/06/2018 23:00	0,4153	0,0716			
02/06/2018 0:00	0,3757	0,0530			
02/06/2018 1:00	0,2955	0,0258			
02/06/2018 2:00	0,1944	0,0073			
02/06/2018 3:00	0,0691	0,0003			
02/06/2018 4:00	0,1380	0,0026			
02/06/2018 5:00	0,3066	0,0288			
02/06/2018 6:00	0,3865	0,0578			
02/06/2018 7:00	0,3136	0,0308			
02/06/2018 8:00	0,1078	0,0013			
02/06/2018 9:00	0,1775	0,0056			
02/06/2018 10:00	0,3884	0,0586			
02/06/2018 11:00	0,4776	0,1089			
02/06/2018 12:00	0,4497	0,0910			
02/06/2018 13:00	0,3571	0,0455			
02/06/2018 14:00	0,2379	0,0135			
02/06/2018 15:00	0,0894	0,0007			
02/06/2018 16:00	0,1449	0,0030			
02/06/2018 17:00	0,3654	0,0488			
02/06/2018 18:00	0,4977	0,1233			
02/06/2018 19:00	0,4484	0,0901			
02/06/2018 20:00	0,2170	0,0102			
02/06/2018 21:00	0,1287	0,0021			
02/06/2018 22:00	0,4169	0,0725			
02/06/2018 23:00	0,5677	0,1830			
03/06/2018 0:00	0,5595	0,1751			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (334,508) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{238,104 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Average Power Density Lokasi 1 Bulan Juli**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/07/2018 0:00	0,1522	0,0035	335,647	744	1025
01/07/2018 1:00	0,0987	0,0010			
01/07/2018 2:00	0,0569	0,0002			
01/07/2018 3:00	0,0648	0,0003			
01/07/2018 4:00	0,1368	0,0026			
01/07/2018 5:00	0,2056	0,0087			
01/07/2018 6:00	0,2107	0,0094			
01/07/2018 7:00	0,1202	0,0017			
01/07/2018 8:00	0,0792	0,0005			
01/07/2018 9:00	0,2567	0,0169			
01/07/2018 10:00	0,3815	0,0555			
01/07/2018 11:00	0,4103	0,0691			
01/07/2018 12:00	0,3633	0,0480			
01/07/2018 13:00	0,2829	0,0226			
01/07/2018 14:00	0,1889	0,0067			
01/07/2018 15:00	0,0738	0,0004			
01/07/2018 16:00	0,1178	0,0016			
01/07/2018 17:00	0,2770	0,0212			
01/07/2018 18:00	0,3568	0,0454			
01/07/2018 19:00	0,2948	0,0256			
01/07/2018 20:00	0,1096	0,0013			
01/07/2018 21:00	0,1445	0,0030			
01/07/2018 22:00	0,3192	0,0325			
01/07/2018 23:00	0,3752	0,0528			
02/07/2018 0:00	0,3236	0,0339			
02/07/2018 1:00	0,2236	0,0112			
02/07/2018 2:00	0,1157	0,0015			
02/07/2018 3:00	0,0509	0,0001			
02/07/2018 4:00	0,2012	0,0082			
02/07/2018 5:00	0,3748	0,0526			
02/07/2018 6:00	0,4627	0,0991			
02/07/2018 7:00	0,3820	0,0557			
02/07/2018 8:00	0,1345	0,0024			
02/07/2018 9:00	0,2167	0,0102			
02/07/2018 10:00	0,5087	0,1316			
02/07/2018 11:00	0,6545	0,2804			
02/07/2018 12:00	0,6397	0,2618			
02/07/2018 13:00	0,5263	0,1458			
02/07/2018 14:00	0,3762	0,0532			
02/07/2018 15:00	0,1961	0,0075			
02/07/2018 16:00	0,0742	0,0004			
02/07/2018 17:00	0,3379	0,0386			
02/07/2018 18:00	0,5396	0,1571			
02/07/2018 19:00	0,5465	0,1632			
02/07/2018 20:00	0,3317	0,0365			
02/07/2018 21:00	0,0589	0,0002			
02/07/2018 22:00	0,3742	0,0524			
02/07/2018 23:00	0,5637	0,1792			
03/07/2018 0:00	0,5581	0,1739			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (335,647) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{231,208 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$



**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan Agustus**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/08/2017 0:00	0,3524	0,0438	484,6956	708	1025
01/08/2017 1:00	0,2110	0,0094			
01/08/2017 2:00	0,0712	0,0004			
01/08/2017 3:00	0,1115	0,0014			
01/08/2017 4:00	0,2816	0,0223			
01/08/2017 5:00	0,4625	0,0989			
01/08/2017 6:00	0,5610	0,1766			
01/08/2017 7:00	0,4792	0,1100			
01/08/2017 8:00	0,1988	0,0079			
01/08/2017 9:00	0,2211	0,0108			
01/08/2017 10:00	0,6029	0,2192			
01/08/2017 11:00	0,8236	0,5586			
01/08/2017 12:00	0,8350	0,5822			
01/08/2017 13:00	0,6983	0,3406			
01/08/2017 14:00	0,5025	0,1269			
01/08/2017 15:00	0,2818	0,0224			
01/08/2017 16:00	0,0624	0,0002			
01/08/2017 17:00	0,3264	0,0348			
01/08/2017 18:00	0,5805	0,1956			
01/08/2017 19:00	0,6336	0,2544			
01/08/2017 20:00	0,4312	0,0802			
01/08/2017 21:00	0,0749	0,0004			
01/08/2017 22:00	0,3789	0,0544			
01/08/2017 23:00	0,6361	0,2574			
02/08/2017 0:00	0,6570	0,2836			
02/08/2017 1:00	0,4900	0,1177			
02/08/2017 2:00	0,2546	0,0165			
02/08/2017 3:00	0,0683	0,0003			
02/08/2017 4:00	0,2526	0,0161			
02/08/2017 5:00	0,5105	0,1331			
02/08/2017 6:00	0,7143	0,3645			
02/08/2017 7:00	0,7324	0,3929			
02/08/2017 8:00	0,4887	0,1167			
02/08/2017 9:00	0,0708	0,0004			
02/08/2017 10:00	0,5368	0,1547			
02/08/2017 11:00	0,9592	0,8824			
02/08/2017 12:00	1,1179	1,3969			
02/08/2017 13:00	1,0163	1,0496			
02/08/2017 14:00	0,7672	0,4516			
02/08/2017 15:00	0,4751	0,1072			
02/08/2017 16:00	0,1682	0,0048			
02/08/2017 17:00	0,2571	0,0170			
02/08/2017 18:00	0,6060	0,2226			
02/08/2017 19:00	0,7847	0,4832			
02/08/2017 20:00	0,6658	0,2951			
02/08/2017 21:00	0,2730	0,0203			
02/08/2017 22:00	0,3008	0,0272			
02/08/2017 23:00	0,7569	0,4337			
03/08/2017 0:00	0,9520	0,8629			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (484,695) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{350,856 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan September

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/09/2017 0:00	0,670655	0,301645951	345,0244	720	1025
01/09/2017 1:00	1,25586	1,980722725			
01/09/2017 2:00	1,494695	3,339317744			
01/09/2017 3:00	1,314235	2,269964612			
01/09/2017 4:00	0,867753	0,653412774			
01/09/2017 5:00	0,400258	0,06412368			
01/09/2017 6:00	0,2398	0,013789426			
01/09/2017 7:00	0,485073	0,114135294			
01/09/2017 8:00	0,733208	0,394167394			
01/09/2017 9:00	0,841263	0,595380479			
01/09/2017 10:00	0,68383	0,319774957			
01/09/2017 11:00	0,260373	0,017651651			
01/09/2017 12:00	0,523873	0,143772824			
01/09/2017 13:00	1,160203	1,561713595			
01/09/2017 14:00	1,512775	3,461967738			
01/09/2017 15:00	1,44105	2,992520604			
01/09/2017 16:00	1,04085	1,127624335			
01/09/2017 17:00	0,54885	0,165333556			
01/09/2017 18:00	0,229052	0,012017172			
01/09/2017 19:00	0,377948	0,053987651			
01/09/2017 20:00	0,62295	0,241746152			
01/09/2017 21:00	0,772365	0,460752559			
01/09/2017 22:00	0,69842	0,340682638			
01/09/2017 23:00	0,349505	0,042693345			
02/09/2017 0:00	0,369663	0,050514515			
02/09/2017 1:00	1,003268	1,009834565			
02/09/2017 2:00	1,432963	2,942418726			
02/09/2017 3:00	1,456118	3,087374154			
02/09/2017 4:00	1,107915	1,359938682			
02/09/2017 5:00	0,60702	0,223670651			
02/09/2017 6:00	0,238646	0,013591261			
02/09/2017 7:00	0,352135	0,043664408			
02/09/2017 8:00	0,578343	0,193444027			
02/09/2017 9:00	0,73222	0,392576918			
02/09/2017 10:00	0,71001	0,357926123			
02/09/2017 11:00	0,431225	0,080188445			
02/09/2017 12:00	0,242057	0,014182505			
02/09/2017 13:00	0,835513	0,583255517			
02/09/2017 14:00	1,327243	2,338034093			
02/09/2017 15:00	1,451703	3,059376132			
02/09/2017 16:00	1,17989	1,642572551			
02/09/2017 17:00	0,692155	0,33159661			
02/09/2017 18:00	0,265923	0,01880465			
02/09/2017 19:00	0,312878	0,030628307			
02/09/2017 20:00	0,529273	0,148264777			
02/09/2017 21:00	0,6838	0,319732872			
02/09/2017 22:00	0,700325	0,343477972			
02/09/2017 23:00	0,491905	0,119026513			
03/09/2017 0:00	0,178159	0,005654855			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (345,0244) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{245,590 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan Oktober

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/10/2017 0:00	0,5660	0,1813	370,5406	744	1025
01/10/2017 1:00	1,2113	1,7774			
01/10/2017 2:00	1,5621	3,8117			
01/10/2017 3:00	1,4809	3,2478			
01/10/2017 4:00	1,0666	1,2133			
01/10/2017 5:00	0,5589	0,1746			
01/10/2017 6:00	0,2321	0,0125			
01/10/2017 7:00	0,3920	0,0603			
01/10/2017 8:00	0,6387	0,2605			
01/10/2017 9:00	0,7806	0,4756			
01/10/2017 10:00	0,6942	0,3346			
01/10/2017 11:00	0,3351	0,0376			
01/10/2017 12:00	0,3981	0,0631			
01/10/2017 13:00	1,0330	1,1024			
01/10/2017 14:00	1,4467	3,0281			
01/10/2017 15:00	1,4393	2,9819			
01/10/2017 16:00	1,0536	1,1697			
01/10/2017 17:00	0,5222	0,1424			
01/10/2017 18:00	0,2287	0,0120			
01/10/2017 19:00	0,4565	0,0951			
01/10/2017 20:00	0,6815	0,3165			
01/10/2017 21:00	0,8087	0,5289			
01/10/2017 22:00	0,7492	0,4206			
01/10/2017 23:00	0,4341	0,0818			
02/10/2017 0:00	0,2633	0,0183			
02/10/2017 1:00	0,8927	0,7115			
02/10/2017 2:00	1,4086	2,7950			
02/10/2017 3:00	1,5527	3,7435			
02/10/2017 4:00	1,2939	2,1664			
02/10/2017 5:00	0,8081	0,5276			
02/10/2017 6:00	0,3488	0,0424			
02/10/2017 7:00	0,2633	0,0183			
02/10/2017 8:00	0,4742	0,1066			
02/10/2017 9:00	0,6449	0,2683			
02/10/2017 10:00	0,6738	0,3059			
02/10/2017 11:00	0,4711	0,1046			
02/10/2017 12:00	0,1926	0,0071			
02/10/2017 13:00	0,6914	0,3304			
02/10/2017 14:00	1,2115	1,7781			
02/10/2017 15:00	1,4085	2,7944			
02/10/2017 16:00	1,1960	1,7110			
02/10/2017 17:00	0,7115	0,3601			
02/10/2017 18:00	0,2535	0,0163			
02/10/2017 19:00	0,3626	0,0477			
02/10/2017 20:00	0,5921	0,2076			
02/10/2017 21:00	0,7313	0,3911			
02/10/2017 22:00	0,7479	0,4184			
02/10/2017 23:00	0,5694	0,1846			
03/10/2017 0:00	0,2103	0,0093			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (370,5406) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{255,244 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan November**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/11/2017 0:00	0,1900	0,0069	354,8072	720	1025
01/11/2017 1:00	0,7426	0,4095			
01/11/2017 2:00	1,3238	2,3201			
01/11/2017 3:00	1,5897	4,0176			
01/11/2017 4:00	1,4475	3,0329			
01/11/2017 5:00	1,0160	1,0487			
01/11/2017 6:00	0,5262	0,1457			
01/11/2017 7:00	0,2365	0,0132			
01/11/2017 8:00	0,3668	0,0493			
01/11/2017 9:00	0,5532	0,1693			
01/11/2017 10:00	0,6300	0,2500			
01/11/2017 11:00	0,5026	0,1270			
01/11/2017 12:00	0,2068	0,0088			
01/11/2017 13:00	0,5410	0,1583			
01/11/2017 14:00	1,0767	1,2483			
01/11/2017 15:00	1,3572	2,4999			
01/11/2017 16:00	1,2413	1,9125			
01/11/2017 17:00	0,8071	0,5257			
01/11/2017 18:00	0,3112	0,0301			
01/11/2017 19:00	0,3297	0,0358			
01/11/2017 20:00	0,5819	0,1970			
01/11/2017 21:00	0,7341	0,3955			
01/11/2017 22:00	0,7721	0,4603			
01/11/2017 23:00	0,6389	0,2608			
02/11/2017 0:00	0,3069	0,0289			
02/11/2017 1:00	0,3519	0,0436			
02/11/2017 2:00	0,9205	0,7799			
02/11/2017 3:00	1,3363	2,3862			
02/11/2017 4:00	1,4168	2,8442			
02/11/2017 5:00	1,1643	1,5785			
02/11/2017 6:00	0,7391	0,4038			
02/11/2017 7:00	0,3467	0,0417			
02/11/2017 8:00	0,2208	0,0108			
02/11/2017 9:00	0,3658	0,0490			
02/11/2017 10:00	0,4896	0,1173			
02/11/2017 11:00	0,4877	0,1160			
02/11/2017 12:00	0,3035	0,0280			
02/11/2017 13:00	0,2461	0,0149			
02/11/2017 14:00	0,6930	0,3328			
02/11/2017 15:00	1,0708	1,2277			
02/11/2017 16:00	1,1595	1,5589			
02/11/2017 17:00	0,9208	0,7807			
02/11/2017 18:00	0,4922	0,1193			
02/11/2017 19:00	0,1957	0,0075			
02/11/2017 20:00	0,4009	0,0644			
02/11/2017 21:00	0,5850	0,2002			
02/11/2017 22:00	0,6749	0,3074			
02/11/2017 23:00	0,6474	0,2713			
03/11/2017 0:00	0,4574	0,0957			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (354,8072) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{252,553 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 1 Bulan Desember

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/12/2017 0:00	0,22762	0,011793111	371,2458	744	1025
01/12/2017 1:00	0,546703	0,163400424			
01/12/2017 2:00	1,152823	1,532100776			
01/12/2017 3:00	1,518755	3,503185722			
01/12/2017 4:00	1,500248	3,376670901			
01/12/2017 5:00	1,154678	1,539508566			
01/12/2017 6:00	0,681015	0,315842111			
01/12/2017 7:00	0,298563	0,026613732			
01/12/2017 8:00	0,283645	0,022820513			
01/12/2017 9:00	0,471688	0,104945326			
01/12/2017 10:00	0,58996	0,205337231			
01/12/2017 11:00	0,534243	0,152480849			
01/12/2017 12:00	0,274095	0,020592228			
01/12/2017 13:00	0,372845	0,051830449			
01/12/2017 14:00	0,894925	0,716737159			
01/12/2017 15:00	1,25381	1,971038866			
01/12/2017 16:00	1,261535	2,007695808			
01/12/2017 17:00	0,931108	0,807234054			
01/12/2017 18:00	0,452435	0,092612281			
01/12/2017 19:00	0,232092	0,012501989			
01/12/2017 20:00	0,469858	0,103728594			
01/12/2017 21:00	0,654743	0,280680083			
01/12/2017 22:00	0,737723	0,401494026			
01/12/2017 23:00	0,671908	0,303339151			
02/12/2017 0:00	0,411778	0,069821285			
02/12/2017 1:00	0,202971	0,008361781			
02/12/2017 2:00	0,693028	0,332852179			
02/12/2017 3:00	1,148365	1,514397356			
02/12/2017 4:00	1,330603	2,355835735			
02/12/2017 5:00	1,19161	1,692008021			
02/12/2017 6:00	0,840608	0,593990886			
02/12/2017 7:00	0,457368	0,095674434			
02/12/2017 8:00	0,212798	0,009636095			
02/12/2017 9:00	0,278133	0,021515687			
02/12/2017 10:00	0,420308	0,074250848			
02/12/2017 11:00	0,47293	0,105776841			
02/12/2017 12:00	0,361043	0,047062499			
02/12/2017 13:00	0,173215	0,005197068			
02/12/2017 14:00	0,487723	0,11601613			
02/12/2017 15:00	0,880018	0,681512657			
02/12/2017 16:00	1,061948	1,197592701			
02/12/2017 17:00	0,950485	0,858688808			
02/12/2017 18:00	0,621758	0,2403605			
02/12/2017 19:00	0,259885	0,017552688			
02/12/2017 20:00	0,242371	0,014237682			
02/12/2017 21:00	0,43462	0,082097347			
02/12/2017 22:00	0,56688	0,182168551			
02/12/2017 23:00	0,603618	0,219930503			
03/12/2017 0:00	0,49854	0,123908194			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (371,2458) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{255,730 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Januari

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/01/2017 0:00	0,1377	0,0026	1,719476	744	1025
01/01/2017 1:00	0,0759	0,0004			
01/01/2017 2:00	0,0183	0,0000			
01/01/2017 3:00	0,1046	0,0011			
01/01/2017 4:00	0,1594	0,0041			
01/01/2017 5:00	0,1645	0,0045			
01/01/2017 6:00	0,1261	0,0020			
01/01/2017 7:00	0,0682	0,0003			
01/01/2017 8:00	0,0140	0,0000			
01/01/2017 9:00	0,0387	0,0001			
01/01/2017 10:00	0,0789	0,0005			
01/01/2017 11:00	0,1058	0,0012			
01/01/2017 12:00	0,1063	0,0012			
01/01/2017 13:00	0,0703	0,0003			
01/01/2017 14:00	0,0101	0,0000			
01/01/2017 15:00	0,0717	0,0004			
01/01/2017 16:00	0,1241	0,0019			
01/01/2017 17:00	0,1356	0,0025			
01/01/2017 18:00	0,1078	0,0013			
01/01/2017 19:00	0,0583	0,0002			
01/01/2017 20:00	0,0111	0,0000			
01/01/2017 21:00	0,0399	0,0001			
01/01/2017 22:00	0,0763	0,0004			
01/01/2017 23:00	0,1033	0,0011			
02/01/2017 0:00	0,1105	0,0014			
02/01/2017 1:00	0,0874	0,0007			
02/01/2017 2:00	0,0355	0,0000			
02/01/2017 3:00	0,0332	0,0000			
02/01/2017 4:00	0,0878	0,0007			
02/01/2017 5:00	0,1146	0,0015			
02/01/2017 6:00	0,1082	0,0013			
02/01/2017 7:00	0,0791	0,0005			
02/01/2017 8:00	0,0424	0,0001			
02/01/2017 9:00	0,0106	0,0000			
02/01/2017 10:00	0,0293	0,0000			
02/01/2017 11:00	0,0576	0,0002			
02/01/2017 12:00	0,0749	0,0004			
02/01/2017 13:00	0,0700	0,0003			
02/01/2017 14:00	0,0403	0,0001			
02/01/2017 15:00	0,0118	0,0000			
02/01/2017 16:00	0,0539	0,0002			
02/01/2017 17:00	0,0813	0,0005			
02/01/2017 18:00	0,0852	0,0006			
02/01/2017 19:00	0,0698	0,0003			
02/01/2017 20:00	0,0455	0,0001			
02/01/2017 21:00	0,0193	0,0000			
02/01/2017 22:00	0,0136	0,0000			
02/01/2017 23:00	0,0386	0,0001			
03/01/2017 0:00	0,0591	0,0002			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,71947) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,184 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Average Power Density Lokasi 2 Bulan Februari

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/02/2017 0:00	0,0670	0,0003	1,640819	672	1025
01/02/2017 1:00	0,0648	0,0003			
01/02/2017 2:00	0,0380	0,0001			
01/02/2017 3:00	0,0112	0,0000			
01/02/2017 4:00	0,0492	0,0001			
01/02/2017 5:00	0,0737	0,0004			
01/02/2017 6:00	0,0753	0,0004			
01/02/2017 7:00	0,0592	0,0002			
01/02/2017 8:00	0,0355	0,0000			
01/02/2017 9:00	0,0126	0,0000			
01/02/2017 10:00	0,0193	0,0000			
01/02/2017 11:00	0,0436	0,0001			
01/02/2017 12:00	0,0635	0,0003			
01/02/2017 13:00	0,0689	0,0003			
01/02/2017 14:00	0,0547	0,0002			
01/02/2017 15:00	0,0245	0,0000			
01/02/2017 16:00	0,0160	0,0000			
01/02/2017 17:00	0,0440	0,0001			
01/02/2017 18:00	0,0610	0,0002			
01/02/2017 19:00	0,0663	0,0003			
01/02/2017 20:00	0,0637	0,0003			
01/02/2017 21:00	0,0551	0,0002			
01/02/2017 22:00	0,0406	0,0001			
01/02/2017 23:00	0,0204	0,0000			
02/02/2017 0:00	0,0096	0,0000			
02/02/2017 1:00	0,0236	0,0000			
02/02/2017 2:00	0,0289	0,0000			
02/02/2017 3:00	0,0228	0,0000			
02/02/2017 4:00	0,0113	0,0000			
02/02/2017 5:00	0,0111	0,0000			
02/02/2017 6:00	0,0211	0,0000			
02/02/2017 7:00	0,0291	0,0000			
02/02/2017 8:00	0,0338	0,0000			
02/02/2017 9:00	0,0329	0,0000			
02/02/2017 10:00	0,0243	0,0000			
02/02/2017 11:00	0,0101	0,0000			
02/02/2017 12:00	0,0177	0,0000			
02/02/2017 13:00	0,0353	0,0000			
02/02/2017 14:00	0,0460	0,0001			
02/02/2017 15:00	0,0475	0,0001			
02/02/2017 16:00	0,0410	0,0001			
02/02/2017 17:00	0,0276	0,0000			
02/02/2017 18:00	0,0097	0,0000			
02/02/2017 19:00	0,0231	0,0000			
02/02/2017 20:00	0,0511	0,0001			
02/02/2017 21:00	0,0739	0,0004			
02/02/2017 22:00	0,0839	0,0006			
02/02/2017 23:00	0,0781	0,0005			
03/02/2017 0:00	0,0599	0,0002			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,6408) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,251 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Maret**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/03/2017 0:00	0,1139	0,0015	1,674617	744	1025
01/03/2017 1:00	0,0630	0,0003			
01/03/2017 2:00	0,0207	0,0000			
01/03/2017 3:00	0,0976	0,0009			
01/03/2017 4:00	0,1433	0,0029			
01/03/2017 5:00	0,1404	0,0028			
01/03/2017 6:00	0,0977	0,0009			
01/03/2017 7:00	0,0398	0,0001			
01/03/2017 8:00	0,0186	0,0000			
01/03/2017 9:00	0,0621	0,0002			
01/03/2017 10:00	0,1000	0,0010			
01/03/2017 11:00	0,1253	0,0020			
01/03/2017 12:00	0,1244	0,0019			
01/03/2017 13:00	0,0866	0,0006			
01/03/2017 14:00	0,0199	0,0000			
01/03/2017 15:00	0,0604	0,0002			
01/03/2017 16:00	0,1170	0,0016			
01/03/2017 17:00	0,1360	0,0025			
01/03/2017 18:00	0,1185	0,0017			
01/03/2017 19:00	0,0813	0,0005			
01/03/2017 20:00	0,0417	0,0001			
01/03/2017 21:00	0,0100	0,0000			
01/03/2017 22:00	0,0315	0,0000			
01/03/2017 23:00	0,0607	0,0002			
02/03/2017 0:00	0,0750	0,0004			
02/03/2017 1:00	0,0620	0,0002			
02/03/2017 2:00	0,0219	0,0000			
02/03/2017 3:00	0,0359	0,0000			
02/03/2017 4:00	0,0795	0,0005			
02/03/2017 5:00	0,0954	0,0009			
02/03/2017 6:00	0,0810	0,0005			
02/03/2017 7:00	0,0480	0,0001			
02/03/2017 8:00	0,0139	0,0000			
02/03/2017 9:00	0,0242	0,0000			
02/03/2017 10:00	0,0524	0,0001			
02/03/2017 11:00	0,0773	0,0005			
02/03/2017 12:00	0,0915	0,0008			
02/03/2017 13:00	0,0843	0,0006			
02/03/2017 14:00	0,0525	0,0001			
02/03/2017 15:00	0,0096	0,0000			
02/03/2017 16:00	0,0453	0,0001			
02/03/2017 17:00	0,0764	0,0004			
02/03/2017 18:00	0,0861	0,0006			
02/03/2017 19:00	0,0793	0,0005			
02/03/2017 20:00	0,0649	0,0003			
02/03/2017 21:00	0,0483	0,0001			
02/03/2017 22:00	0,0291	0,0000			
02/03/2017 23:00	0,0098	0,0000			
03/03/2017 0:00	0,0195	0,0000			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,6746) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{1,153 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$



**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan April**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/04/2017 0:00	0,03459	0,000041	1,638964	720	1025
01/04/2017 1:00	0,03641	0,000048			
01/04/2017 2:00	0,01794	0,000006			
01/04/2017 3:00	0,02034	0,000008			
01/04/2017 4:00	0,05000	0,000125			
01/04/2017 5:00	0,06261	0,000245			
01/04/2017 6:00	0,05421	0,000159			
01/04/2017 7:00	0,03177	0,000032			
01/04/2017 8:00	0,01022	0,000001			
01/04/2017 9:00	0,02025	0,000008			
01/04/2017 10:00	0,03926	0,000061			
01/04/2017 11:00	0,05786	0,000194			
01/04/2017 12:00	0,07165	0,000368			
01/04/2017 13:00	0,07220	0,000376			
01/04/2017 14:00	0,05503	0,000167			
01/04/2017 15:00	0,02416	0,000014			
01/04/2017 16:00	0,01539	0,000004			
01/04/2017 17:00	0,04194	0,000074			
01/04/2017 18:00	0,05762	0,000191			
01/04/2017 19:00	0,06351	0,000256			
01/04/2017 20:00	0,06388	0,000261			
01/04/2017 21:00	0,06146	0,000232			
01/04/2017 22:00	0,05396	0,000157			
01/04/2017 23:00	0,04034	0,000066			
02/04/2017 0:00	0,02280	0,000012			
02/04/2017 1:00	0,01006	0,000001			
02/04/2017 2:00	0,00876	0,000001			
02/04/2017 3:00	0,00859	0,000001			
02/04/2017 4:00	0,00939	0,000001			
02/04/2017 5:00	0,01166	0,000002			
02/04/2017 6:00	0,01281	0,000002			
02/04/2017 7:00	0,01235	0,000002			
02/04/2017 8:00	0,01186	0,000002			
02/04/2017 9:00	0,01033	0,000001			
02/04/2017 10:00	0,00846	0,000001			
02/04/2017 11:00	0,01387	0,000003			
02/04/2017 12:00	0,02635	0,000018			
02/04/2017 13:00	0,03763	0,000053			
02/04/2017 14:00	0,04321	0,000081			
02/04/2017 15:00	0,04217	0,000075			
02/04/2017 16:00	0,03578	0,000046			
02/04/2017 17:00	0,02435	0,000014			
02/04/2017 18:00	0,00980	0,000001			
02/04/2017 19:00	0,01951	0,000007			
02/04/2017 20:00	0,04491	0,000091			
02/04/2017 21:00	0,06830	0,000319			
02/04/2017 22:00	0,08149	0,000541			
02/04/2017 23:00	0,08193	0,000550			
03/04/2017 0:00	0,07060	0,000352			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,6389) \quad \left(\frac{\text{kw}}{\text{m}^2}\right) \\
 &= \mathbf{1,166 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

**Perhitungan Average Power Density Lokasi 2 Bulan Mei**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/05/2017 0:00	0,0098	9,49935E-07	1,636963	744	1025
01/05/2017 1:00	0,0149	3,31852E-06			
01/05/2017 2:00	0,0105	1,15595E-06			
01/05/2017 3:00	0,0144	2,97182E-06			
01/05/2017 4:00	0,0309	2,94006E-05			
01/05/2017 5:00	0,0385	5,70688E-05			
01/05/2017 6:00	0,0339	3,88773E-05			
01/05/2017 7:00	0,0207	8,90414E-06			
01/05/2017 8:00	0,0094	8,36463E-07			
01/05/2017 9:00	0,0130	2,20754E-06			
01/05/2017 10:00	0,0229	1,2072E-05			
01/05/2017 11:00	0,0346	4,15269E-05			
01/05/2017 12:00	0,0453	9,28228E-05			
01/05/2017 13:00	0,0494	0,000120689			
01/05/2017 14:00	0,0431	8,00769E-05			
01/05/2017 15:00	0,0276	2,10394E-05			
01/05/2017 16:00	0,0105	1,14399E-06			
01/05/2017 17:00	0,0149	3,29652E-06			
01/05/2017 18:00	0,0278	2,15534E-05			
01/05/2017 19:00	0,0387	5,77732E-05			
01/05/2017 20:00	0,0479	0,000109925			
01/05/2017 21:00	0,0553	0,000168863			
01/05/2017 22:00	0,0568	0,000183715			
01/05/2017 23:00	0,0515	0,000136481			
02/05/2017 0:00	0,0397	6,27731E-05			
02/05/2017 1:00	0,0267	1,89418E-05			
02/05/2017 2:00	0,0154	3,65105E-06			
02/05/2017 3:00	0,0089	7,14379E-07			
02/05/2017 4:00	0,0090	7,39769E-07			
02/05/2017 5:00	0,0129	2,13786E-06			
02/05/2017 6:00	0,0141	2,78069E-06			
02/05/2017 7:00	0,0109	1,30085E-06			
02/05/2017 8:00	0,0084	6,00384E-07			
02/05/2017 9:00	0,0136	2,53059E-06			
02/05/2017 10:00	0,0170	4,91929E-06			
02/05/2017 11:00	0,0134	2,43127E-06			
02/05/2017 12:00	0,0082	5,42974E-07			
02/05/2017 13:00	0,0125	1,96157E-06			
02/05/2017 14:00	0,0211	9,34623E-06			
02/05/2017 15:00	0,0299	2,68619E-05			
02/05/2017 16:00	0,0380	5,49457E-05			
02/05/2017 17:00	0,0412	6,96967E-05			
02/05/2017 18:00	0,0342	3,99447E-05			
02/05/2017 19:00	0,0144	3,00376E-06			
02/05/2017 20:00	0,0205	8,62708E-06			
02/05/2017 21:00	0,0517	0,000138489			
02/05/2017 22:00	0,0735	0,000396648			
02/05/2017 23:00	0,0810	0,000532111			
03/05/2017 0:00	0,0752	0,000425692			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,6369) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,127 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

### Perhitungan Average Power Density Lokasi 2 Bulan Juni

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/06/2017 0:00	0,0370	5,04623E-05	1,638677	720	1025
01/06/2017 1:00	0,0272	2,0061E-05			
01/06/2017 2:00	0,0166	4,57868E-06			
01/06/2017 3:00	0,0081	5,34078E-07			
01/06/2017 4:00	0,0140	2,7444E-06			
01/06/2017 5:00	0,0249	1,53699E-05			
01/06/2017 6:00	0,0278	2,15819E-05			
01/06/2017 7:00	0,0191	6,92269E-06			
01/06/2017 8:00	0,0080	5,17883E-07			
01/06/2017 9:00	0,0241	1,39289E-05			
01/06/2017 10:00	0,0372	5,15318E-05			
01/06/2017 11:00	0,0389	5,89388E-05			
01/06/2017 12:00	0,0323	3,37116E-05			
01/06/2017 13:00	0,0220	1,06782E-05			
01/06/2017 14:00	0,0112	1,39965E-06			
01/06/2017 15:00	0,0113	1,43137E-06			
01/06/2017 16:00	0,0297	2,61333E-05			
01/06/2017 17:00	0,0475	0,000107317			
01/06/2017 18:00	0,0532	0,000150456			
01/06/2017 19:00	0,0388	5,85625E-05			
01/06/2017 20:00	0,0096	8,90527E-07			
01/06/2017 21:00	0,0321	3,29357E-05			
01/06/2017 22:00	0,0591	0,000206627			
01/06/2017 23:00	0,0699	0,000340818			
02/06/2017 0:00	0,0653	0,000278621			
02/06/2017 1:00	0,0528	0,000147439			
02/06/2017 2:00	0,0355	4,46709E-05			
02/06/2017 3:00	0,0132	2,27753E-06			
02/06/2017 4:00	0,0225	1,13177E-05			
02/06/2017 5:00	0,0548	0,000164447			
02/06/2017 6:00	0,0733	0,000393599			
02/06/2017 7:00	0,0647	0,000271057			
02/06/2017 8:00	0,0295	2,56411E-05			
02/06/2017 9:00	0,0207	8,8593E-06			
02/06/2017 10:00	0,0602	0,000218572			
02/06/2017 11:00	0,0793	0,00049913			
02/06/2017 12:00	0,0777	0,000469048			
02/06/2017 13:00	0,0635	0,000256214			
02/06/2017 14:00	0,0438	8,3927E-05			
02/06/2017 15:00	0,0173	5,18477E-06			
02/06/2017 16:00	0,0231	1,23983E-05			
02/06/2017 17:00	0,0647	0,000271292			
02/06/2017 18:00	0,0941	0,000833769			
02/06/2017 19:00	0,0920	0,000779266			
02/06/2017 20:00	0,0542	0,000159434			
02/06/2017 21:00	0,0089	7,11375E-07			
02/06/2017 22:00	0,0602	0,000218521			
02/06/2017 23:00	0,0914	0,000762325			
03/06/2017 0:00	0,0944	0,00084176			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,63867) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,1667 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Juli

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/07/2017 0:00	0,0247	1,50841E-05	1,643805	744	1025
01/07/2017 1:00	0,0155	3,74758E-06			
01/07/2017 2:00	0,0082	5,44683E-07			
01/07/2017 3:00	0,0117	1,60957E-06			
01/07/2017 4:00	0,0261	1,78251E-05			
01/07/2017 5:00	0,0401	6,45934E-05			
01/07/2017 6:00	0,0432	8,03839E-05			
01/07/2017 7:00	0,0284	2,28416E-05			
01/07/2017 8:00	0,0080	5,10542E-07			
01/07/2017 9:00	0,0382	5,58163E-05			
01/07/2017 10:00	0,0626	0,000245032			
01/07/2017 11:00	0,0704	0,000348438			
01/07/2017 12:00	0,0644	0,000266723			
01/07/2017 13:00	0,0516	0,000137274			
01/07/2017 14:00	0,0358	4,57502E-05			
01/07/2017 15:00	0,0150	3,37817E-06			
01/07/2017 16:00	0,0179	5,76037E-06			
01/07/2017 17:00	0,0480	0,000110601			
01/07/2017 18:00	0,0660	0,000288081			
01/07/2017 19:00	0,0591	0,000206865			
01/07/2017 20:00	0,0278	2,1434E-05			
01/07/2017 21:00	0,0171	4,99552E-06			
01/07/2017 22:00	0,0494	0,000120409			
01/07/2017 23:00	0,0621	0,000239119			
02/07/2017 0:00	0,0554	0,000169638			
02/07/2017 1:00	0,0391	5,95783E-05			
02/07/2017 2:00	0,0203	8,39786E-06			
02/07/2017 3:00	0,0083	5,74172E-07			
02/07/2017 4:00	0,0362	4,72426E-05			
02/07/2017 5:00	0,0698	0,000339689			
02/07/2017 6:00	0,0906	0,000743948			
02/07/2017 7:00	0,0815	0,000540358			
02/07/2017 8:00	0,0393	6,05064E-05			
02/07/2017 9:00	0,0236	1,31024E-05			
02/07/2017 10:00	0,0783	0,000479869			
02/07/2017 11:00	0,1092	0,001300633			
02/07/2017 12:00	0,1117	0,001391891			
02/07/2017 13:00	0,0953	0,000864883			
02/07/2017 14:00	0,0707	0,00035291			
02/07/2017 15:00	0,0394	6,09804E-05			
02/07/2017 16:00	0,0080	5,17704E-07			
02/07/2017 17:00	0,0559	0,000174595			
02/07/2017 18:00	0,0979	0,000937523			
02/07/2017 19:00	0,1078	0,001251359			
02/07/2017 20:00	0,0753	0,000427715			
02/07/2017 21:00	0,0150	3,36005E-06			
02/07/2017 22:00	0,0504	0,000127824			
02/07/2017 23:00	0,0882	0,000686934			
03/07/2017 0:00	0,0921	0,000781122			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,64380) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,132 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Agustus

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/08/2017 0:00	0,0592	0,000207711	2,801275	708	1025
01/08/2017 1:00	0,0359	4,61611E-05			
01/08/2017 2:00	0,0112	1,38874E-06			
01/08/2017 3:00	0,0203	8,32753E-06			
01/08/2017 4:00	0,0526	0,000145134			
01/08/2017 5:00	0,0886	0,000695565			
01/08/2017 6:00	0,1130	0,001442916			
01/08/2017 7:00	0,1052	0,001163207			
01/08/2017 8:00	0,0578	0,000193263			
01/08/2017 9:00	0,0179	5,7439E-06			
01/08/2017 10:00	0,0892	0,000709989			
01/08/2017 11:00	0,1352	0,002472341			
01/08/2017 12:00	0,1446	0,00302428			
01/08/2017 13:00	0,1261	0,002005655			
01/08/2017 14:00	0,0941	0,000833311			
01/08/2017 15:00	0,0559	0,000174949			
01/08/2017 16:00	0,0098	9,32238E-07			
01/08/2017 17:00	0,0518	0,000138921			
01/08/2017 18:00	0,1039	0,001121023			
01/08/2017 19:00	0,1241	0,001913528			
01/08/2017 20:00	0,0964	0,000895124			
01/08/2017 21:00	0,0305	2,82368E-05			
01/08/2017 22:00	0,0462	9,88402E-05			
01/08/2017 23:00	0,0965	0,000899827			
02/08/2017 0:00	0,1063	0,001202361			
02/08/2017 1:00	0,0813	0,000537264			
02/08/2017 2:00	0,0414	7,0868E-05			
02/08/2017 3:00	0,0071	3,59171E-07			
02/08/2017 4:00	0,0476	0,000108163			
02/08/2017 5:00	0,0985	0,000954261			
02/08/2017 6:00	0,1445	0,003018731			
02/08/2017 7:00	0,1598	0,004082211			
02/08/2017 8:00	0,1243	0,001920241			
02/08/2017 9:00	0,0416	7,21069E-05			
02/08/2017 10:00	0,0608	0,000224274			
02/08/2017 11:00	0,1442	0,003001532			
02/08/2017 12:00	0,1835	0,006176686			
02/08/2017 13:00	0,1757	0,005421538			
02/08/2017 14:00	0,1373	0,00258964			
02/08/2017 15:00	0,0876	0,000672809			
02/08/2017 16:00	0,0307	2,89139E-05			
02/08/2017 17:00	0,0388	5,8463E-05			
02/08/2017 18:00	0,1094	0,001308046			
02/08/2017 19:00	0,1558	0,00377843			
02/08/2017 20:00	0,1490	0,003309748			
02/08/2017 21:00	0,0841	0,000594399			
02/08/2017 22:00	0,0159	4,02729E-06			
02/08/2017 23:00	0,1022	0,00106747			
03/08/2017 0:00	0,1461	0,003117207			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (2,8012) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{2,027 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan September

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/09/2017 0:00	0,0552	0,000167923	1,694126	720	1025
01/09/2017 1:00	0,1722	0,005103906			
01/09/2017 2:00	0,2328	0,012609395			
01/09/2017 3:00	0,2173	0,010257388			
01/09/2017 4:00	0,1467	0,00315768			
01/09/2017 5:00	0,0599	0,000214693			
01/09/2017 6:00	0,0223	1,11377E-05			
01/09/2017 7:00	0,0903	0,000735911			
01/09/2017 8:00	0,1538	0,003637059			
01/09/2017 9:00	0,1942	0,007324385			
01/09/2017 10:00	0,1826	0,00609189			
01/09/2017 11:00	0,1047	0,001146786			
01/09/2017 12:00	0,0239	1,37182E-05			
01/09/2017 13:00	0,1487	0,003284875			
01/09/2017 14:00	0,2288	0,011982657			
01/09/2017 15:00	0,2345	0,012899916			
01/09/2017 16:00	0,1747	0,005334103			
01/09/2017 17:00	0,0883	0,000687746			
01/09/2017 18:00	0,0118	1,66171E-06			
01/09/2017 19:00	0,0657	0,000283008			
01/09/2017 20:00	0,1279	0,002092142			
01/09/2017 21:00	0,1742	0,005286233			
01/09/2017 22:00	0,1782	0,005661666			
01/09/2017 23:00	0,1202	0,001735777			
02/09/2017 0:00	0,0137	2,54883E-06			
02/09/2017 1:00	0,1197	0,001713923			
02/09/2017 2:00	0,2120	0,009532814			
02/09/2017 3:00	0,2344	0,012883752			
02/09/2017 4:00	0,1861	0,006449735			
02/09/2017 5:00	0,0997	0,000992131			
02/09/2017 6:00	0,0172	5,07515E-06			
02/09/2017 7:00	0,0581	0,000196206			
02/09/2017 8:00	0,1169	0,001598781			
02/09/2017 9:00	0,1630	0,004329233			
02/09/2017 10:00	0,1763	0,005481497			
02/09/2017 11:00	0,1343	0,002420935			
02/09/2017 12:00	0,0379	5,44205E-05			
02/09/2017 13:00	0,0879	0,000679337			
02/09/2017 14:00	0,1894	0,006794548			
02/09/2017 15:00	0,2293	0,012059639			
02/09/2017 16:00	0,1955	0,007469623			
02/09/2017 17:00	0,1144	0,001497233			
02/09/2017 18:00	0,0271	1,98387E-05			
02/09/2017 19:00	0,0493	0,000119973			
02/09/2017 20:00	0,1062	0,001198092			
02/09/2017 21:00	0,1511	0,003449967			
02/09/2017 22:00	0,1708	0,004983759			
02/09/2017 23:00	0,1435	0,002953521			
03/09/2017 0:00	0,0617	0,000234603			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,6941) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,205 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Oktober

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/10/2017 0:00	0,0213	9,63902E-06	1,807151	744	1025
01/10/2017 1:00	0,1486	0,003283301			
01/10/2017 2:00	0,2295	0,012085057			
01/10/2017 3:00	0,2340	0,012816066			
01/10/2017 4:00	0,1724	0,005125458			
01/10/2017 5:00	0,0827	0,000564922			
01/10/2017 6:00	0,0088	6,89068E-07			
01/10/2017 7:00	0,0750	0,000421546			
01/10/2017 8:00	0,1384	0,002648306			
01/10/2017 9:00	0,1839	0,006219074			
01/10/2017 10:00	0,1858	0,006410238			
01/10/2017 11:00	0,1247	0,001940286			
01/10/2017 12:00	0,0142	2,85664E-06			
01/10/2017 13:00	0,1169	0,001596547			
01/10/2017 14:00	0,2068	0,008846079			
01/10/2017 15:00	0,2241	0,011254521			
01/10/2017 16:00	0,1683	0,004769735			
01/10/2017 17:00	0,0753	0,000427213			
01/10/2017 18:00	0,0190	6,88445E-06			
01/10/2017 19:00	0,0910	0,000752956			
01/10/2017 20:00	0,1503	0,003393427			
01/10/2017 21:00	0,1933	0,007226389			
01/10/2017 22:00	0,2006	0,008070164			
01/10/2017 23:00	0,1510	0,003439754			
02/10/2017 0:00	0,0462	9,89172E-05			
02/10/2017 1:00	0,0851	0,000616811			
02/10/2017 2:00	0,1924	0,00712541			
02/10/2017 3:00	0,2372	0,013349834			
02/10/2017 4:00	0,2074	0,008922455			
02/10/2017 5:00	0,1276	0,002078811			
02/10/2017 6:00	0,0389	5,90286E-05			
02/10/2017 7:00	0,0384	5,6664E-05			
02/10/2017 8:00	0,0987	0,000960555			
02/10/2017 9:00	0,1469	0,003170466			
02/10/2017 10:00	0,1688	0,004813733			
02/10/2017 11:00	0,1425	0,002893016			
02/10/2017 12:00	0,0610	0,000227014			
02/10/2017 13:00	0,0560	0,000175475			
02/10/2017 14:00	0,1609	0,004169005			
02/10/2017 15:00	0,2127	0,009625978			
02/10/2017 16:00	0,1904	0,006900617			
02/10/2017 17:00	0,1113	0,001377552			
02/10/2017 18:00	0,0179	5,70437E-06			
02/10/2017 19:00	0,0661	0,000288251			
02/10/2017 20:00	0,1256	0,001983681			
02/10/2017 21:00	0,1691	0,004831845			
02/10/2017 22:00	0,1897	0,006826723			
02/10/2017 23:00	0,1691	0,004839394			
03/10/2017 0:00	0,0967	0,000903011			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,8071) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,244 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan November

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/11/2017 0:00	0,0797	0,0005058	1,733149	720	1025
01/11/2017 1:00	0,0501	0,000126104			
01/11/2017 2:00	0,1682	0,004761112			
01/11/2017 3:00	0,2347	0,012926253			
01/11/2017 4:00	0,2275	0,011767716			
01/11/2017 5:00	0,1611	0,004179933			
01/11/2017 6:00	0,0729	0,000387632			
01/11/2017 7:00	0,0113	1,46109E-06			
01/11/2017 8:00	0,0725	0,000380613			
01/11/2017 9:00	0,1241	0,001909635			
01/11/2017 10:00	0,1544	0,003682854			
01/11/2017 11:00	0,1434	0,00294775			
01/11/2017 12:00	0,0786	0,000486			
01/11/2017 13:00	0,0286	2,33067E-05			
01/11/2017 14:00	0,1345	0,00243166			
01/11/2017 15:00	0,1996	0,0079535			
01/11/2017 16:00	0,1952	0,007435627			
01/11/2017 17:00	0,1271	0,002052717			
01/11/2017 18:00	0,0328	3,52746E-05			
01/11/2017 19:00	0,0562	0,000177443			
01/11/2017 20:00	0,1212	0,001780569			
01/11/2017 21:00	0,1676	0,004708497			
01/11/2017 22:00	0,1930	0,007192829			
01/11/2017 23:00	0,1826	0,006089263			
02/11/2017 0:00	0,1237	0,001891981			
02/11/2017 1:00	0,0235	1,29448E-05			
02/11/2017 2:00	0,0942	0,000836709			
02/11/2017 3:00	0,1829	0,006120604			
02/11/2017 4:00	0,2138	0,009778584			
02/11/2017 5:00	0,1823	0,006055563			
02/11/2017 6:00	0,1118	0,001396393			
02/11/2017 7:00	0,0367	4,92482E-05			
02/11/2017 8:00	0,0291	2,45787E-05			
02/11/2017 9:00	0,0778	0,000471451			
02/11/2017 10:00	0,1139	0,00147906			
02/11/2017 11:00	0,1252	0,001961187			
02/11/2017 12:00	0,0957	0,00087721			
02/11/2017 13:00	0,0252	1,60879E-05			
02/11/2017 14:00	0,0704	0,00034946			
02/11/2017 15:00	0,1478	0,003231109			
02/11/2017 16:00	0,1769	0,005539126			
02/11/2017 17:00	0,1453	0,003065639			
02/11/2017 18:00	0,0725	0,000380865			
02/11/2017 19:00	0,0135	2,48715E-06			
02/11/2017 20:00	0,0774	0,000463856			
02/11/2017 21:00	0,1255	0,001978902			
02/11/2017 22:00	0,1570	0,003872778			
02/11/2017 23:00	0,1657	0,004552012			
03/11/2017 0:00	0,1395	0,002717026			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,73314) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,233 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$



**Perhitungan *Average Power Density* Lokasi 2 Bulan Desember**

Tanggal	V <sub>j</sub> (m/s)	V <sub>j</sub> <sup>3</sup> (m/s)	Σ(V <sub>j</sub> <sup>3</sup> )	N	ρ (kg/m <sup>3</sup> )
01/12/2017 0:00	0,1110	0,001367197	1,796854	744	1025
01/12/2017 1:00	0,0134	2,38918E-06			
01/12/2017 2:00	0,1319	0,002294497			
01/12/2017 3:00	0,2148	0,009909455			
01/12/2017 4:00	0,2299	0,012151335			
01/12/2017 5:00	0,1815	0,005983244			
01/12/2017 6:00	0,1003	0,001008393			
01/12/2017 7:00	0,0211	9,38699E-06			
01/12/2017 8:00	0,0491	0,000118309			
01/12/2017 9:00	0,1034	0,001106775			
01/12/2017 10:00	0,1411	0,002810339			
01/12/2017 11:00	0,1444	0,003008122			
01/12/2017 12:00	0,0975	0,000925683			
01/12/2017 13:00	0,0114	1,48989E-06			
01/12/2017 14:00	0,1000	0,000999385			
01/12/2017 15:00	0,1770	0,005547019			
01/12/2017 16:00	0,1942	0,007325035			
01/12/2017 17:00	0,1465	0,003141468			
01/12/2017 18:00	0,0624	0,000242679			
01/12/2017 19:00	0,0263	1,81702E-05			
01/12/2017 20:00	0,0940	0,00083022			
01/12/2017 21:00	0,1448	0,003034534			
01/12/2017 22:00	0,1775	0,005591272			
01/12/2017 23:00	0,1806	0,005889561			
02/12/2017 0:00	0,1401	0,002749398			
02/12/2017 1:00	0,0554	0,000170174			
02/12/2017 2:00	0,0536	0,000154068			
02/12/2017 3:00	0,1468	0,003165903			
02/12/2017 4:00	0,1940	0,00729907			
02/12/2017 5:00	0,1830	0,006128638			
02/12/2017 6:00	0,1281	0,002101296			
02/12/2017 7:00	0,0594	0,00020923			
02/12/2017 8:00	0,0098	9,32725E-07			
02/12/2017 9:00	0,0553	0,000169213			
02/12/2017 10:00	0,0952	0,000864094			
02/12/2017 11:00	0,1161	0,001566554			
02/12/2017 12:00	0,1028	0,001086913			
02/12/2017 13:00	0,0490	0,000117665			
02/12/2017 14:00	0,0350	4,29403E-05			
02/12/2017 15:00	0,1128	0,00143692			
02/12/2017 16:00	0,1564	0,003825217			
02/12/2017 17:00	0,1470	0,003174287			
02/12/2017 18:00	0,0946	0,000845289			
02/12/2017 19:00	0,0259	1,73997E-05			
02/12/2017 20:00	0,0407	6,71908E-05			
02/12/2017 21:00	0,0900	0,000728344			
02/12/2017 22:00	0,1262	0,002010144			
02/12/2017 23:00	0,1454	0,003070961			
03/12/2017 0:00	0,1362	0,002525165			

$$\begin{aligned}
 APD &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{N} \cdot \rho \cdot \sum_{j=1}^N (V_j^3) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{744} \cdot 1025 \cdot (1,7968) \quad \left( \frac{\text{kw}}{\text{m}^2} \right) \\
 &= \mathbf{1,237 \text{ Kw/m}^2}
 \end{aligned}$$

## BIODATA PENULIS



Laporan Tugas Akhir ini disusun oleh **Jihad Faruq Haqiqi** sebagai upaya penghabisan untuk menyelesaikan studi di Departemen Teknik Kelautan, FTK, ITS Surabaya. Penulis dilahirkan di Lamongan, Provinsi Jawa Timur pada tanggal 24 Desember 1993. Penulis mulai menempuh pendidikan di MI Muhammadiyah 02 Kendal, Sekaran, Lamongan (2000-2006), MTs Negeri Babat (2006-2009), SMA Negeri 1 Sekaran (2009-2012). Setelah lulus SMA, penulis diterima untuk melanjutkan studi di Jurusan Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tanggal 18 Mei 2012. Aktivitas akademik penulis tidak berjalan sebagaimana mestinya, sehingga masa studi yang harus dijalani menjadi lebih panjang. Akan tetapi, pengalaman tersebut menjadi sedikit lebih unik karena semua kegiatan akademik dikerjakan bersama angkatan dibawahnya.

*Contact person:* [faruqhaq@gmail.com](mailto:faruqhaq@gmail.com)