



TESIS - MO185401-

**IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN LOKASI
POTENSI ENERGI ARUS LAUT DI PERAIRAN
INDONESIA**

**THESYANDRA MIRA ANISSABELA RIGITTA
043 116 500 300 01**

**Pembimbing :
Prof.Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D.
R. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.**

**Departemen Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan



TESIS - MO185401-

**IDENTIFICATION AND MAPPING OF THE
LOCATION OF SEA CURRENT ENERGY
POTENTIALS IN INDONESIAN WATERS**

**THESYANDRA MIRA ANISSABELA RIGITTA
043 116 500 300 01**

Supervisors:

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

R. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.

**Department of Ocean Engineering
Fakulty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2019**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:

THESYANDRA MIRA ANISSABELA RIGITTA
NRP: 04311650030001

Tanggal Ujian: 26 Desember 2019
Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D.
NIP: 195908171987021001

1. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP: 196808101995121001

Penguji:

2. Dr.Eng. Rudi Walujo Prastianto, S.T., M.T.
NIP: 197105081997031001

3. Dr. Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.
NIP: 197702252002121002

4. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T.
NIP: 1990201812030



Halaman ini sengaja dikosongkan

IDENTIFIKASI DAN PEMETAAN LOKASI POTENSI ENERGI ARUS LAUT DI PERAIRAN INDONESIA

Nama Mahasiswa : Thesyandra Mira Anissabella Rigitta
NRP : 043 116 500 300 01
Pembimbing : 1. Prof.Ir. Mukhtasor, M. Eng.,Ph.D.
: 2. R. Haryo Dwito Armono, S.T., M. Eng.,Ph.D.

ABSTRAK

Energi arus laut dapat dimanfaatkan menurut jenis arusnya yaitu arus laut bawah yang tergantung pada kedalaman laut dan arus atas yang keberadaannya bergantung pada angin yang berhembus. Arus atas atau arus permukaan yang digerakkan oleh angin memiliki energi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Energi arus laut permukaan dapat menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan energi. Meningkatnya kebutuhan listrik yang menempatkan listrik menjadi kebutuhan primer untuk setiap aktifitas manusia serta keterbatasan cadangan energi yang berasal fosil, yang penggunaannya tidak ramah lingkungan membuat isu ini semakin berkembang. Tujuan penelitian ini untuk memberikan gambaran tentang lokasi yang berpotensi untuk menjadi lokasi survey yang hasilnya berupa peta nasional potensi energi laut di perairan Indonesia sehingga penelitian selanjutnya menjadi lebih terarah dan efisien. Metode pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan rumus secara teoritis dan teknis serta analisa data secara praktis, terakses dan viable atau kelayakan yang hasilnya disajikan dalam bentuk peta. Perkiraan besaran potensi arus laut yang didapatkan berdasarkan data Oscar menunjukkan bahwa di Indonesia memiliki potensi energi arus laut. Secara teoritis, teknis, dan analisa data secara praktis, terakses serta kelayakan (viable) menggunakan turbin Gorlov diperoleh potensi berkisar $0,41 \text{ KW/m}^2$ sampai dengan lebih dari $1,2 \text{ KW/m}^2$. Lokasi yang memiliki potensi energi arus laut cukup besar yaitu di perairan Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sumatra Utara dan Sumatra Barat bagian barat. Prioritas utama yang memungkinkan untuk mengembangkan potensi energi arus laut yaitu berada di daerah Sumatra Utara dan Sumatra Barat bagian barat yang menjadi arahan untuk survey lapangan lebih lanjut.

Kata Kunci: Arus Permukaan laut, Potensi Energi Arus Laut, Pendekatan Teoritis, Pendekatan Teknis, Pendekatan Praktis, Pendekatan Terakses, Pendekatan Kelayakan.

IDENTIFICATION AND MAPPING OF THE LOCATION OF SEA CURRENT ENERGY POTENTIALS IN INDONESIAN WATERS

By : Thesyandra Mira Anissabella Rigitta
Student Identity Number : 043 116 500 300 01
Supervisors : 1. Prof.Ir. Mukhtasor, M. Eng.,Ph.D.
: 2. R. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.

ABSTRACT

The energy of ocean currents can be utilized according to the type of current that is the undersea current which depends on the depth of the sea and the current that is dependent on the blowing wind. Top currents or surface currents driven by wind have energy that can be utilized as a renewable energy source. The energy of surface ocean currents can drive turbines that can produce energy. The increasing need for electricity which places electricity as a primary need for every human activity and the limitations of fossil-derived energy reserves, whose use is not environmentally friendly makes this issue even more developed. The purpose of this study is to provide an overview of locations that have the potential to become survey locations, the results of which are national maps of the potential of marine energy in Indonesian waters so that further research becomes more directed and efficient. The data processing method is carried out by theoretical and technical formula calculations and practical, accessible and viable data analysis or feasibility, the results of which are presented in the form of maps. Estimates of the magnitude of potential ocean currents obtained based on Oscar data indicate that in Indonesia has the potential for ocean current energy. Theoretically, technically, and analyzing data in a practical, accessible and feasible manner (using viable) using Gorlov turbines, the potential ranges from 0.41 KW / m² to more than 1.2 KW / m². Locations that have considerable ocean current energy potential are in the waters of Central Kalimantan, South Sulawesi, Gorontalo, North Sulawesi, North Sumatra and western Sumatra. The main priority that allows to develop the energy potential of ocean currents is in the areas of North Sumatra and West Sumatra which are the main directions for further field surveys.

Key word: Sea Surface Current, Potensial Energy of Ocean Currents, Theoretical Approach, Technical Approach, Practical Approach, Accessable Approach, Approach, Viable Approach.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-NYA pada penulis, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul: **“Identifikasi Dan Pemetaan Lokasi Potensi Energi Arus Laut Di Perairan Indonesia”**. Tesis ini ditulis dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Kelautan di program Pascasarjana Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berterimakasih kepada semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Secara khusus pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada: Bapak Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D dan bapak R. Haryo Armono, S.T., M.Eng., Ph.D sebagai pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis selama ini dari awal hingga tesis ini dapat diselesaikan.

Kiranya penulis berharap tesis ini mudah-mudahan dapat memberi sumbangsih bagi pendididkan yang selalu menghadapi tantangan seiring dengan tututan jaman.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

Halaman ini sengaja dikosongkan

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Thesis yang berjudul **“Identifikasi Dan Pemetaan Lokasi Potensi Energi Arus Laut Di Perairan Indonesia”**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Identifikasi Lokasi dan Pemetaan Lokasi Potensi Energi Arus Laut di Perairan Indonesia

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW atas limpahan rahmat dan nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Ir. Mukhtasor, M.Eng., Ph.D dan bapak R. Haryo Armono, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing yang banyak memberikan saran, pengarahan, serta ilmu yang berharga sejak awal hingga tersusunnya thesis ini.
3. Kepada kedua orang tua, bapak Dr. Sigit Irianto, S.H., M.Hum dan ibu Dr. Widyarini I.W., S.H., M.Hum yang selalu memberikan doa, dukungan dan kasih sayangnya kepada saya.
4. Kepada adik-adik saya Pascalino Karunia Rigitta dan Nevin Maulana Rigitta yang selalu memberikan dukungannya kepada saya.
5. Teman seperjuangan Teknik dan Manajemen Energi Laut yang telah memberikan banyak inspirasi dalam pengembangan energi baru dan terbarukan yang bersumber dari laut untuk pasokan listrik negara. Mereka semua adalah, Mbak Mega, Mas Sony, Mas Dendy, Mbak Siti, Mas Iqbal, dan Madi.
6. Juga kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam tersusunnya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan thesis ini. Oleh karena itu, penulis berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan tesis ini.

Surabaya, Januari 2020

Thesyandra Mira Anissabela Rigitta, S.Kel., M.T.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Lembar Pengesahan	v
Abstrak.....	vii
Kata Pengantar	ix
Ucapan Terima Kasih	xi
Daftar Isi	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Arus.....	7
2.3 Arus sebagai energi terbarukan	11
2.4. Aspek Pendekatan yang digunakan untuk Potensi Arus Laut.....	16
2.5 Teknologi dan Aplikasi.....	17
2.6 OSCAR (Ocean Surface Current Analysis Real-Time).....	20
2.7 Bathimetri dan Jalur Pelayaran.....	21
2.8 GIS (Gographical Information System).....	23
2.9 Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K)....	23
2.10 Kepadatan Penduduk dan Distribusi Listrik di Indonesia.....	25
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	27
3.1 Sistematika Penelitian.....	27
3.2 Diagram Alir.....	27
3.3 Peralatan Penelitian.....	29
3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data	29
3.5 Asumsi- asumsi untuk perhitungan Potensi Energi Arus Laut.....	29

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Data Arus Laut.....	31
4.1.1 Validasi Data Arus Laut.....	31
4.1.2 Kecepatan Arus Laut	36
4.2 Pemetaan Pendekatan secara Teoritis	39
4.3 Pemetaan Pendekatan secara Teknis.....	41
4.4 Pendekatan secara Praktis.....	45
4.4.1 Peta Jalur Pelayaran	45
4.4.2 Peta Bathimetri.....	46
4.5 Pendekatan secara Terakses.....	51
4.6 Pendekatan secara Operasional (Viable).....	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN-LAMPIRAN	65
Lampiran A. Tabel Perhitungan Pendekatan Teoritis Dan Teknis Tahun 2013.....	65
Lampiran B. Peta Kecepatan Arus Laut Tahunan.....	79
Lampiran C. Peta Potensi Arus Laut Teoritis Tahunan.....	85
Lampiran D. Peta Potensi Arus Laut Teknis Tahunan	91
Lampiran E. Peta Potensi Arus Laut Praktis Tahunan	97
Lampiran F. Tabel Kepadatan Penduduk, Distribusi Listrik Dan Konsumsi Listrik Tiap Provinsi	103
Lampiran G. Biografi Penulis	105

DAFTAR GAMBAR

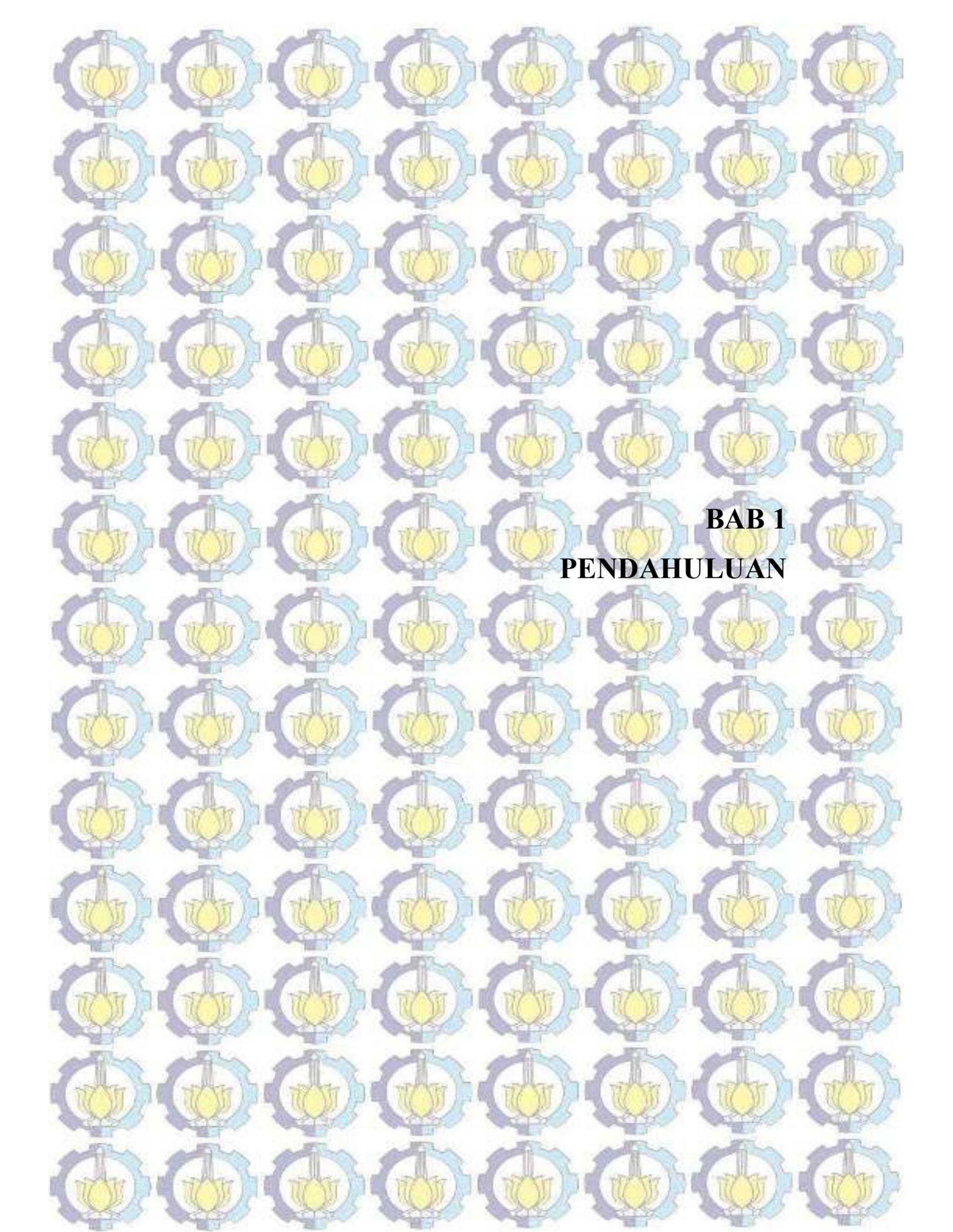
Gambar 1.1.	Arus Lintas Indonesia (CSIRO Marine Research).....	2
Gambar 2.1.	Aliran Arus Laut Permukaan; aliran panas merah, aliran dingin biru (IPCC chapter 6 Ocean Energi)	14
Gambar 2.2.	Gorlov Helical Strands (Gorban et al, 2001).....	17
Gambar 2.3.	Darrieus (http://www.electricalibrary.com/en/2019/03/12/darrieus-turbine/ diakses 11/10/2019).....	18
Gambar 2.4.	Turbin Axis (Nicholls-Lee et. Al., 2008)	18
Gambar 3.1.	Digram Alir.....	28
Gambar 4.1.	(atas) Scatterplots drifter vs kecepatan. (bawah) Histogram dari Perbedaan antara OSCAR dan data drifter selama seluruh periode. (Johnson et al (2006)).....	32
Gambar 4.2.	Hasil Pemetaan Sebaran Kecepatan Arus Laut Permukaan Tahun 2013	37
Gambar 4.3.	Hasil Pemetaan Potensi Energi Arus Laut secara Teoritis Tahun 2013	40
Gambar 4.4.	Rata-Rata Potensi Arus Laut secara Teoritis Periode 2012-2018.....	41
Gambar 4.5.	Hasil Pemetaan Potensi Energi Arus Laut secara Teknis Tahun 2013	43
Gambar 4.6.	Rata-Rata Potensi Energi Arus Laut secara Teknis Periode tahun 2012-2018	44
Gambar 4.7.	Peta Jalur Pelayaran di Indonesia	45
Gambar 4.8.	Peta Bathimetri Indonesia.....	47
Gambar 4.9.	Peta gabungan pendekatan teknis, bathimetri dan jalur ALKI tahun 2013	49
Gambar 4.10.	Peta RZWP3K.....	52
Gambar 4.11.	Kepadatan Penduduk Tiap Provinsi di Indonesia tahun 2013 ..	55
Gambar 4.12.	Distribusi Listrik Tiap Provinsi di Indonesia tahun 2013	55
Gambar 4.13.	Peta Lokasi Potensi Arus Listrik di Indonesia.....	57

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Effisiensi turbin (Gorban, 2001 dalam Abida dkk, 2016).....	18
Tabel 4.1.	Perbedaan Data OSCAR dan INDESO	34
Tabel 4.2.	Perbandingan Data Arus Oscar dan Pengukuran Lapangan.....	35
Tabel 4.3.	Skoring Applicable dan Non Applicable berdasarkan Bathimetri	48
Tabel 4.4.	Tabel kepadatan penduduk dan distribusi listrik tahun 2013 di Indonesia (sumber data: BPS).....	54
Tabel 4.5.	Tabel konsumsi listrik di Indonesia per kapita (sumber data: BPS)	55
Tabel 4.6	Tabel Klasifikasi Potensi Energi Arus Laut Tahun 2013.....	56

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB 1
PENDAHULUAN

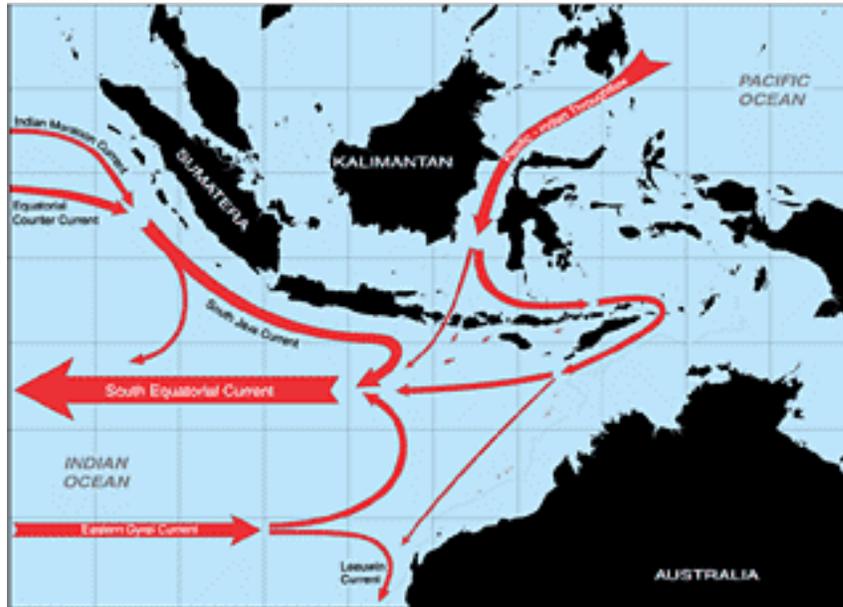
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Arus laut dibedakan menjadi dua menurut letaknya yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut. Arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut. Faktor utama pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 meter (Bernawis, 2000). Arus permukaan dibangkitkan oleh angin sehingga arahnya mengikuti arah angin yang berhembus.

Di wilayah Asia Tenggara, termasuk Indonesia terjadi adanya angin muson barat dan muson timur maka perubahannya dapat terlihat berdasarkan arah angin muson yang terjadi. Angin muson barat ditandai oleh adanya aliran air yang mengalir dari utara melalui laut Cina Selatan bagian atas, laut Jawa, dan laut Flores, sedangkan angin muson timur ditandai sebaliknya yaitu aliran air mengalir dari arah selatan. Muson barat dan muson timur serta di Indonesia juga terdapat Arlindo (Arus Lintas Indonesia) yang sangat mempengaruhi keadaan arus di Indonesia. Pengertian Arlindo dijelaskan oleh Wyrski (1961) yaitu suatu sistem di perairan Indonesia di mana terjadi lintasan arus yang membawa massa air dari Lautan Pasifik ke Lautan Hindia. Massa air Pasifik tersebut terdiri atas massa air Pasifik Utara dan Pasifik Selatan. Arus lintas Indonesia yang dipengaruhi oleh angin dapat dilihat pada Gambar 1.1. di bawah ini.



Gambar 1.1 Arus Lintas Indonesia (CSIRO *Marine Research*)

Energi arus laut dapat dimanfaatkan menurut jenis arusnya yaitu arus laut bawah yang tergantung pada kedalaman laut itu sendiri dan arus atas yang keberadaannya bergantung pada keberadaan angin berhembus. Arus atas atau arus permukaan yang digerakkan oleh angin memiliki energi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan. Energi arus laut permukaan dapat menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan energi.

Permintaan energi di Indonesia cenderung meningkat cepat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk (Yuningsih, dkk. 2011). Meningkatnya kebutuhan listrik yang menempatkan listrik menjadi kebutuhan primer untuk setiap aktifitas manusia serta keterbatasan cadangan energi yang berasal fosil, yang penggunaannya tidak ramah lingkungan membuat isu ini semakin berkembang. Berdasarkan data PLN, rasio elektrifikasi nasional Indonesia tahun 2008 sebesar 60.28% meningkat pada tahun 2012 sebesar 75.83% dan data terakhir tahun 2013 disebutkan meningkat sebesar 4% menjadi 79.3%, namun nilai rasio elektrifikasi di Indonesia timur masih cukup rendah contoh Nusa Tenggara Timur sebesar 21.34% akibat daerah yang berupa pulau-pulau kecil dengan akses dan infrastruktur yang minim (PLN, 2013).

Saat ini, Kementrian ESDM yang bekerjasama dengan beberapa badan serta pusat penelitian dan Asosiasi Energi Laut Indonesia (ASELI) sudah melakukan survey dan penelitian untuk mengetahui tentang potensi energi laut di beberapa lokasi tertentu di Indonesia terbukti dengan adanya Laporan Potensi Energi Laut yang dikeluarkan pada tahun 2014. Di Indonesia, belum ada peta nasional tentang besaran potensi energi laut yang menunjukkan informasi tentang lokasi yang berpotensi untuk dijadikan lokasi survey dan penelitian tentang potensi energi laut lebih lanjut.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan gambaran tentang lokasi yang berpotensi untuk menjadi lokasi survey yang hasilnya berupa peta nasional potensi energi laut di perairan Indonesia sehingga penelitian selanjutnya menjadi lebih terarah dan efisien.

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dari latar belakang di atas:

1. Bagaimana menentukan potensi energi arus laut Indonesia melalui pendekatan secara Teoritis, Teknis, Praktis, Terakses dan Kelayakan (viable) ?
2. Dimanakah lokasi potensi energi arus laut di Indonesia ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tesis ini yaitu :

1. Mendapatkan besaran potensi energi arus laut melalui pendekatan teoritis, teknis dan analisis pendekatan secara praktis, terakses dan kelayakan (viable) di perairan Indonesia.
2. Mengidentifikasi daerah dengan kandungan energi arus laut yang potensial laut di perairan Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

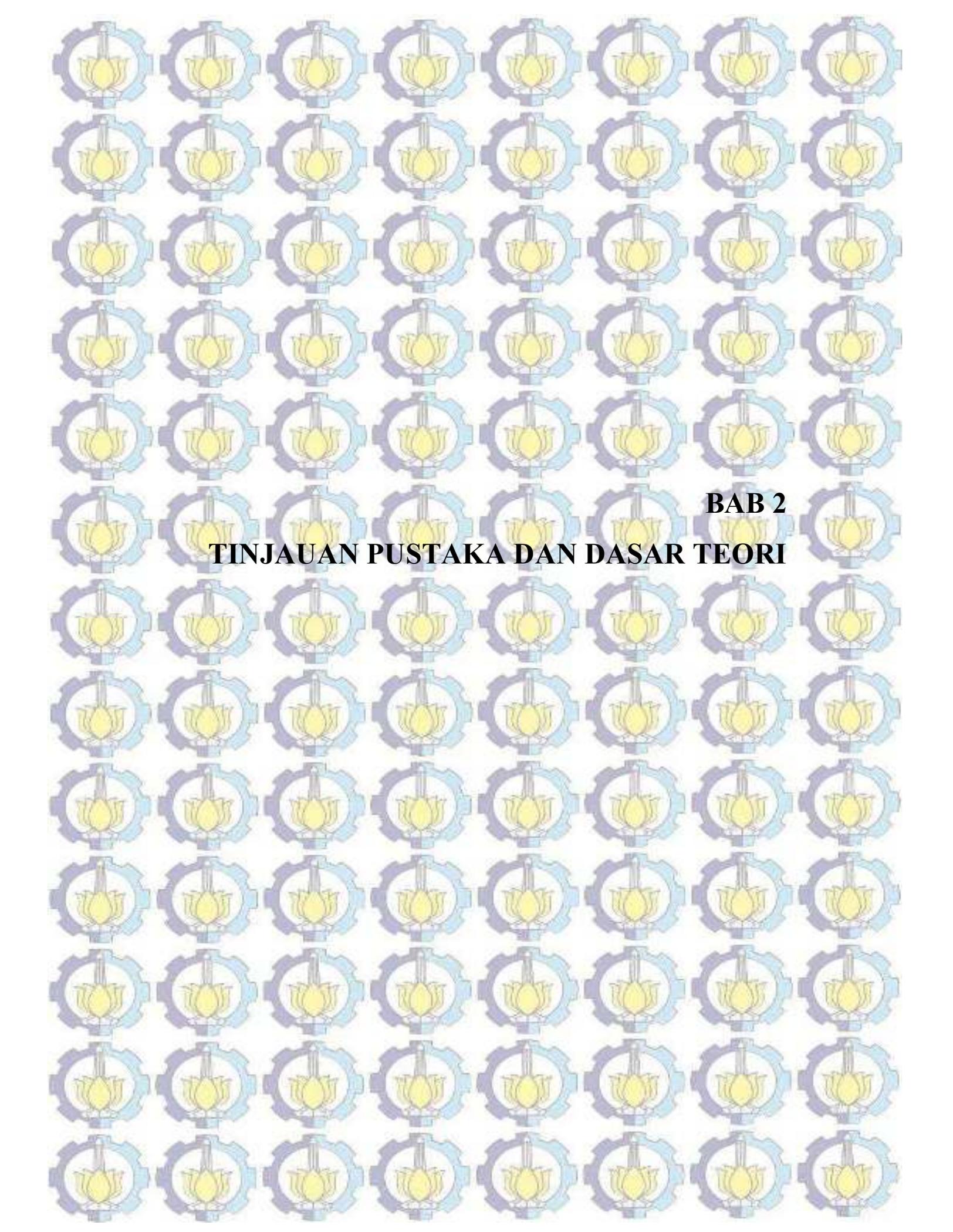
1. Secara ilmu pengetahuan sebagai penunjang ilmu teknologi yang sudah ada.

2. Sebagai suatu gambaran dan prediksi awal lokasi potensi sebelum dilakukannya survey penelitian potensi energi arus laut agar penelitian selanjutnya lebih terarah dan efisien serta berguna untuk pengembangan teknologi potensi arus laut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari thesis ini yaitu:

1. Perhitungan dan analisis data potensi dilakukan untuk arus permukaan rata-rata tahunan yang di dapat dari satelit OSCAR pada data 7 tahun terakhir (2012-2018).
2. Perhitungan dan analisis data potensi dilakukan melalui pendekatan secara teoritis, teknis, praktis, akses dan kelayakan (viable).
3. Perhitungan dan analisis potensi teoritis, teknis, praktis, akses maupun kelayakan (viable) didasarkan pada asumsi; turbin gorlov yang dipasang vertical, efisiensi turbin 35% (Gorban et.al 2001).
4. Identifikasi lokasi potensi energi arus laut disajikan dengan menggunakan peta.



BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Gorban et. Al (2001) dalam Penelitiannya yang dilakukan untuk mengetahui batas Efisiensi Turbin untuk Aliran fluida bebas. Estimasi akurat batas daya teoretis turbin dalam aliran fluida bebas merupakan hal yang penting karena meningkatnya minat dalam pengembangan tenaga angin dan zero-head sumber daya air, yang terakhir termasuk energi kinetik besar arus laut, pasang surut sungai, dan sungai tanpa bendungan. Model matematika baru yang dapat dipecahkan secara eksplisit untuk memperkirakan efisiensi maksimum turbin dalam fluida bebas (tidak disalurkan) disajikan. Hasil ini dapat digunakan untuk turbin tenaga air di mana pembangunan bendungan tidak mungkin (di lautan) atau tidak diinginkan (di sungai), serta untuk peternakan tenaga angin. Model dengan batasan pelat dua dimensi yang terbatas, dapat ditembus sebagian dalam cairan yang tidak dapat dimampatkan. Ini hampir ideal untuk baling-baling dua dimensi dan kurang cocok untuk lintas dimensi tiga mengalir Darrieus dan turbin heliks. Temuan dari analisis ini adalah bahwa efisiensi maksimum baling-baling pesawat adalah sekitar 30 persen untuk fluida bebas. Ini dalam sangat kontras dengan 60 persen yang diberikan oleh batas Betz, yang umum digunakan sekarang selama beberapa dekade. Terlihat bahwa Betz melebihi hasil dari mengabaikan kelengkungan cairan stream. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa turbin heliks tiga dimensi lebih efisien daripada baling-baling dua dimensi, setidaknya dalam aplikasi air. Apalagi didokumentasikan dengan baik tes telah menunjukkan bahwa turbin heliks memiliki efisiensi 35 persen, membuatnya lebih disukai untuk digunakan dalam arus fluida bebas.

Kurniawan (2014) dalam Penelitian kajian eksperimental dan numerik turbin air helical gorlov pada twist angle 60° dan 120° yang dilakukan pada tahun 2014 memperoleh hasil bahwa nilai CP (*coefisien power*) yang di dapat dari hasil simulasi numerik adalah 31% dan 27,5% untuk kedua twist angle. Sedangkan hasil pengujian menunjukkan hasil 10% dan 9,9% pada kedua twist angle

tersebut. Jika dilakukan perbandingan pada CP yang di dapat Gorlov, yaitu yang berkisar antara 32% sampai 38% maka hasil dari pengujian dan simulasi masing berada di bawahnya. Salah satu penyebab perbedaannya yaitu karena dalam analisis numerik, model dari blade turbin tidak mengikuti kelengkungan garis edar dari turbin sehingga pada sudut azimuth 0° dan 180° coefisien lift (CL)nya nol. Dan juga torsi pada turbin helical gorlov tidak menunjukkan fluktuasi sehingga vibrasi tidak terjadi.

Hendry et. Al. (2014) pada penelitian kajian potensi arus laut sebagai energi pembangkit listrik di selat Larantuka, Flores, Nusa Tenggara Timur dilakukan untuk mengetahui stasiun potensi dari selat Larantuka, besar daya rata-rata yang dihasilkan dan probabilitas kecepatan arus diatas syarat batas turbin yang dapat dimanfaatkan setiap musimnya. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa untuk potensi arus laut sebagai pembangkit listrik guna optimisasi energi terbarukan dari laut, dapat disimpulkan bahwa daerah yang mengalami penyempitan memiliki potensi yang sangat optimal. Didukung dengan kondisi arus laut yang didominasi oleh pasang surut, dan perairan berupa selat menyebabkan arus bergerak dalam dua arah dan dapat diprediksi, maka potensi dapat ditemukan pada $-8^\circ 18' 06.9''$ $123^\circ 01' 20.1''$. Perairan Selat Larantuka sangat berpotensi dalam pengembanaan pembangkit listrik tenaga arus laut, dengan daya rata-rata hasil konversi kemunculan arus untuk setiap musimnya, musim timur dengan daya rata-rata sebesar 6.068kw musim peralihan II daya rata – rata sebesar 6.210kw selanjutnya musim barat dan peralihan I masing – masing sebesar 6.481kw dan 6.327kw.

Abida et. Al. (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Identification of Ocean Currents Potential Energi in Lombok Strait Based on Electric Turbine Scenarios” menyimpulkan bahwa tangkapan masif arus laut pada turbin Darrieus sebesar 0,88125 m² dari penampang keseluruhan bilah 3,75 m², dengan efisiensi 23,5%, turbin Gorlov 1,3125 m² dari penampang keseluruhan bilah 3,75 m², dengan efisiensi 35%, turbin Pada sumbu bidang 0,75 m², dari luas penampang secara keseluruhan adalah 3,75 m², dengan efisiensi lebih dari 20%. Konversi energi arus laut di Selat Lombok yang menggunakan skenario turbin Gorlov's memiliki energi terbesar di kedalaman 45 meter dengan energi 1589.666 kWh.

Sedangkan untuk skenario Darrieus turbin menghasilkan energi 3.741,99. Dan energi yang dihasilkan oleh turbin di sumbu pesawat 3.184.672 kWh di kedalaman yang sama 45 m. Ini lebih efektif dan efisiensi khas dari skenario sebelumnya, yang berada di kedalaman 104 m.

2.2 Arus

2.2.1 Pengertian arus laut

Arus laut adalah gerakan massa air dari suatu tempat (posisi) ke tempat yang lain. Arus laut terjadi dimana saja di laut (Aziz, 2006). Arus sebagai gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan dalam densitas air laut atau dapat pula disebabkan oleh tekanan air (Illahude, 1999).

Arus juga dapat diartikan sebagai pergerakan massa air secara vertikal dan horisontal sehingga menuju keseimbangannya, atau gerakan air yang sangat luas yang terjadi di seluruh lautan dunia. Arus juga merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dikarenakan tiupan angin atau perbedaan densitas atau pergerakan gelombang panjang. Pergerakan arus dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain arah angin, perbedaan tekanan air, perbedaan densitas air, gaya Coriolis dan arus ekman, topografi dasar laut, arus permukaan, upwelling, downwelling (Gross, 1990).

Menurut Gross (1990), arus merupakan gerakan horizontal atau vertikal dari massa air menuju kestabilan yang terjadi secara terus menerus. Gerakan yang terjadi merupakan hasil resultan dari berbagai macam gaya yang bekerja pada permukaan, kolom, dan dasar perairan. Hasil dari gerakan massa air adalah vektor yang mempunyai besaran kecepatan dan arah. Ada dua jenis gaya yang bekerja yaitu eksternal dan internal. Gaya eksternal antara lain adalah gradien densitas air laut, gradient tekanan mendatar dan gesekan lapisan air.

Angin musim yang bertiup, walaupun kekuatannya relatif tidak cukup besar, maka akan terciptalah kondisi yang sangat baik untuk terjadinya arus musim (*monsoon current*) di perairan-perairan ini (Laut Cina Selatan, Laut Jawa, Laut Flores sampai ke Laut Banda dan Laut Arafura) (Nontji, 1993).

Pond and Pickard (1983) mengklasifikasikan gerakan massa air berdasarkan penyebabnya, terbagi atas:

1. Gerakan dorongan angin

Angin adalah faktor yang membangkitkan arus, arus yang ditimbulkan oleh angin mempunyai kecepatan yang berbeda menurut kedalaman. Kecepatan arus yang dibangkitkan oleh angin memiliki perubahan yang kecil seiring penambahan kedalaman hingga tidak berpengaruh sama sekali.

2. Gerakan termohalin

Perubahan densitas timbul karena adanya perubahan suhu dan salinitas antara 2 massa air yang densitasnya tinggi akan tenggelam dan menyebar dibawah permukaan air sebagai arus dalam dan sirkulasinya disebut arus termohalin.

3. Arus Pasut

Arus yang disebabkan oleh gaya tarik menarik antara bumi dan benda benda angkasa. Arus pasut ini merupakan arus yang gerakannya horizontal.

4. Turbulensi

Suatu gerakan yang terjadi pada lapisan batas air dan terjadi karena adanya gaya gesekan antar lapisan.

5. Tsunami

Sering disebut sebagai gelombang seismic yang dihasilkan dari pergeseran dasar laut saat terjadi gempa.

2.2.2 Jenis-Jenis Arus

Menurut letaknya arus dibedakan menjadi dua yaitu arus atas dan arus bawah. Arus atas adalah arus yang bergerak di permukaan laut. Sedangkan arus bawah adalah arus yang bergerak di bawah permukaan laut. Faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan, dan sampai akhirnya angin tidak berpengaruh pada kedalaman 200 meter (Bernawis, 2000).

Menurut Hadi (2002), arus laut secara umum dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. Arus non Pasut

Arus non pasut merupakan arus yang diakibatkan bukan dari pengaruh pasang surut, namun diakibatkan oleh faktor penggerak lain. Terdapat beberapa arus non pasut berdasarkan faktor penggerakannya, yaitu:

a. Arus Ekman

Menurut Hadi (2002), arus ekman merupakan arus di permukaan laut yang terjadi diakibatkan oleh angin yang menggesek bagian permukaan air laut, semakin di kedalaman, pengaruh gesekan angin semakin berkurang, dan terdapat pengaruh gaya *coriolis* di kedalaman yang membelokkan arah arus. Pengaruh ekman dapat dilihat dalam spiral ekman.

b. Arus Geostropik

Arus geostropik merupakan arus yang terjadi akibat adanya keseimbangan antara gaya *coriolis* dan gradien tekanan. Gradien tekanan diakibatkan adanya perbedaan ketinggian muka air laut (*slope*), akibat perbedaan ketinggian muka air tersebut, timbul pergerakan massa air dari muka air tinggi ke rendah. Arus akan bergerak menuruni *slope* (arus gradien), gerakan arus makin lama semakin cepat (arus dipercepat) karena kecepatan arus makin besar maka pengaruh gaya *coriolis* terhadap gerakan arus semakin besar, dan waktu tertentu gaya *coriolis* dapat mengimbangi gaya gradien tekanan. Arah arus yang semula bergerak menuruni *slope* muka air karena pengaruh *coriolis* akan dibelokkan. Pembelokkan arah arus ke kanan di BBU (ke kiri BBS), pada saat terjadi keseimbangan antara gaya *coriolis* dan gaya gradien tekanan sehingga kecepatan arus menjadi konstan dan arah arus sudah disimpangkan ke kanan di BBU dan ke kiri BBS maka terbentuk arus geostropik (Illahude, 1999).

c. Arus Tetap

Arus tetap merupakan arus yang selalu ada walaupun dalam perairan tersebut tidak terdapat gaya pembangkit lain seperti angin atau pasang surut. Arus tetap terbagi menjadi dua, arus konveksi dan arus dasar. Arus konveksi terjadi akibat adanya perbedaan intensitas matahari di permukaan bumi. Arus dasar merupakan suatu aliran massa air di dasar perairan seperti aliran sungai (Hadi, 2002).

d. Arus Inersia

Arus inersia merupakan arus yang terbentuk akibat hembusan angin dalam interval waktu tertentu. Arus inersia terbentuk dari hembusan angin yang pendek, namun saat angin mulai berhenti pergerakan arus tidak serta merta berhenti akibat arus tersebut sudah memiliki momentum sendiri. Untuk pergerakan arus tersebut arahnya dipengaruhi oleh rotasi bumi. Lintasan arus inersia berbentuk lingkaran yang arahnya searah jarum jam untuk Belahan Bumi Utara (BBU), dan berlawanan ketika berada di Belahan Bumi Selatan (BBS) (Hadi, 2002).

e. Arus Densitas

Arus densitas terbentuk akibat adanya gradien densitas secara horizontal. Gradien densitas akibat adanya variasi temperatur, salinitas, atau kandungan sedimen. Arus densitas banyak dijumpai di wilayah estuari atau muara. Akibat adanya pertemuan *fresh water* atau *salt water* mengakibatkan terjadinya perbedaan salinitas atau temperatur. Perbedaan salinitas mengakibatkan adanya perbedaan densitas yang selanjutnya akan membentuk arus densitas (Hadi, 2002).

f. Arus Sejajar Pantai

Arus sejajar pantai (*longshore current*) terbentuk akibat adanya gelombang. Gelombang yang memasuki pantai akan membentuk sudut terhadap garis pantai. Gelombang mengalami disipasi (gesekan) sehingga gelombang mengalami pecah gelombang. Pecah gelombang membentuk sudut terhadap garis pantai akan mengakibatkan transfer massa yang mengakibatkan terbentuknya arus yang bergerak sejajar dengan pantai (Hadi, 2002).

2. Arus Pasut

Arus pasang surut merupakan gerakan massa air secara horizontal yang bersamaan dengan pasang surut. Fenomena pasang surut di perairan pantai bersumber dari laut lepas akibat gaya pembangkit pasang surut hanya mempunyai gradien horizontal yang kecil (Latief, 2002).

Arus pasut mempunyai sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang atau *bi-directional*. Arah arus saat air meninggi biasanya bertolak belakang dengan arah arus saat air merendah. Kecepatan arus pasut minimum terjadi saat *slack water*, dimana terjadi saat perubahan arah pasut. Kecepatan arus pasut maksimum terjadi waktu antara air tinggi dimana arah arus pasut menuju

pantai (*flood water*) dan air rendah ketika arah arus pasut meninggalkan pantai (*ebb water*). Dengan demikian periode kecepatan arus pasut akan mengikuti periode pasut yang membangkitkannya (Poerbandono dan Djunasjah, 2005).

Berkaitan dengan dengan fenomeana pasut, gaya Coriolis mempengaruhi arus pasut. Faktor gesekan dasar dapat mengurangi tunggang pasut dan menyebabkan keterlambatan fase (*Phase lag*) serta mengakibatkan persamaan gelombang pasut menjadi non linier semakin dangkal perairan maka semakin besar pengaruh gesekannya. (Mac Millan, 1966).

2.3 Arus sebagai energi terbarukan

Arus laut merupakan gerakan horizontal massa air laut, sehingga arus laut memiliki energi kinetik yang dapat digunakan sebagai penggerak bagi sebuah rotor pembangkit listrik. Secara global, laut mempunyai sumber energi arus laut yang sangat besar yaitu sebesar $2,8 \times 10^{14}$ (280 triliun) Watt-jam (Duxbury dkk., 2000). Energi laut dapat diartikan sebagai energi yang berasal dari laut atau dapat di definisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat diperoleh dari konversi satu jenis energi laut menjadi bentuk energi lain yang dapat di manfaatkan untuk kehidupan manusia, misalnya listrik (Mukhtasor, 2014). Secara spesifik dijelaskan oleh *Wave Energi Center* yang bekerja sama dengan *Implementing Agreement on Ocean Energi Systems (OES)* dalam Mukhtasor (2014) bahwa energi laut adalah energi yang dihasilkan oleh beberapa teknologi yang menggunakan sumber energi dari tenaga gelombang, arus laut, pasang surut, perbedaan panas laut dan perbedaan salinitas (kadar garam) untuk menghasilkan listrik.

Menurut Lewis (2011) et. al. dalam laporan IPCC dalam chapter 6 mengenai Ocean Energi menjelaskan bahwa sumber Energi terbarukan di laut berasal dari enam sumber yang berbeda, masing-masing memiliki asal yang berbeda dan membutuhkan teknologi yang berbeda untuk konversi. Sumber-sumber ini adalah:

1. Gelombang, berasal dari transfer energi kinetik angin ke permukaan atas lautan;

2. Pasang surut (pasang naik dan turun), berasal dari gaya gravitasi sistem Bumi-Bulan-Matahari;
3. Arus pasang surut, aliran air yang dihasilkan dari pengumpulan dan pengosongan daerah pesisir sebagai akibat pasang surut naik;
4. Arus Laut, berasal dari sirkulasi angin-driven dan thermohaline laut;
5. Ocean Thermal Energi Conversion (OTEC), berasal dari perbedaan suhu antara energi matahari yang tersimpan sebagai panas di lapisan samudra atas dan air laut yang lebih dingin, umumnya di bawah 1.000 m; dan
6. Gradien Salinitas (daya osmotik), berasal dari perbedaan salinitas antara air tawar dan lautan di muara sungai.
7. Produksi biomassa biomassa laut dari rumput laut dan / atau alga, sedangkan air panas bumi bersuhu tinggi yang mengeluarkan air laut dari ventilasi kapal selam di dasar lautan lautan

Semua teknologi energi laut, kecuali pasang surut, bersifat konseptual, menjalani litbang, atau berada dalam tahap prototipe dan demonstrasi pra-komersial. Sumber daya yang didistribusikan secara global dan kepadatan energi yang relatif tinggi yang terkait dengan sebagian besar sumber energi laut menyediakan energi laut dengan potensi untuk memberikan kontribusi penting terhadap pasokan energi dan mitigasi perubahan iklim dalam dekade mendatang, jika tantangan teknis dapat diatasi dan biaya demikian dikurangi. Dengan demikian, berbagai inisiatif dipekerjakan oleh beberapa pemerintah untuk mempromosikan dan mempercepat pengembangan dan penerapan teknologi energi laut.

Relatif sedikit penilaian telah dilakukan terhadap potensi teknis dari berbagai teknologi energi laut, dan potensi tersebut akan bervariasi berdasarkan perkembangan teknologi masa depan. Potensi teoritis untuk teknologi energi laut diperkirakan mencapai 7.400 EJ / tahun (Rogner et al., 2000), sedangkan Krewitt et al. (2009) melaporkan potensi teknis global untuk 2050 dari 331 EJ / tahun, didominasi oleh OTEC (300 EJ / tahun) dan energi gelombang (20 EJ / tahun). Pada bagian lain, Laporan Penilaian Keempat IPCC melaporkan apa yang dicantulkannya sebagai 'sumber energi yang diharapkan eksploitasi yang diharapkan' hanya 7 EJ / tahun (Sims et al., 2007). Selain itu, karena perbedaan

yang melekat di antara berbagai sumber energi laut, penilaian potensi sumber daya dibahas untuk masing-masing sumber energi laut pada gilirannya.

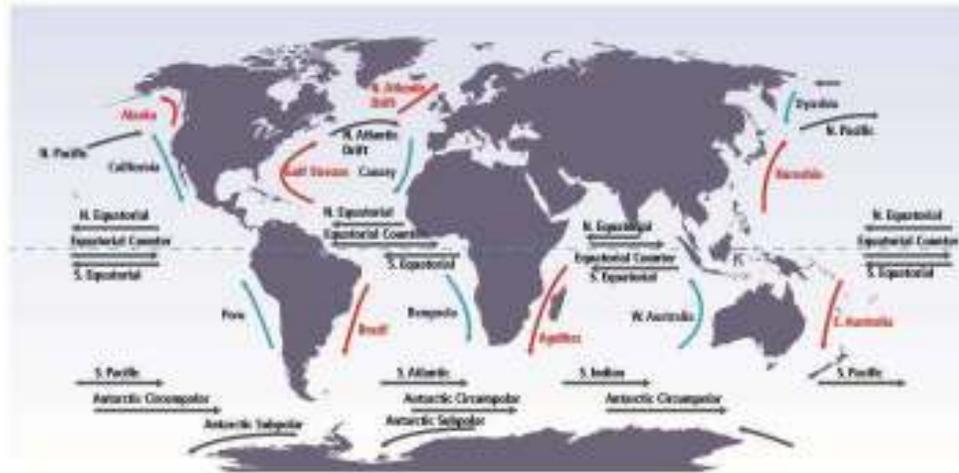
Potensi dampak perubahan iklim terhadap potensi teknis untuk energi laut. Dalam sejumlah kasus, variabel iklim hanya memiliki sedikit pengaruh terhadap sumber energi yang mendasarinya (misalnya, kisaran pasang surut, arus pasang surut), sedangkan pada kasus lain dampaknya tampaknya tidak akan sangat mempengaruhi estimasi potensi teknis global (mis. , OTEC, gelombang, gradien salinitas, arus laut) (IPCC dalam bab 6 Ocean Energi).

Energi arus laut memiliki banyak keuntungannya menurut Paramitha (2010), antara lain adalah predictable karena dibangkitkan pasang surut, renewable, dan ramah lingkungan. Keuntungan ini yang menjadi dasar arus laut sebagai pengembangan energi non konvensional yang baik.

Arus laut adalah aliran air laut yang terus menerus ke arah tertentu. Namun, arus laut bisa sangat bervariasi dalam hal kekuatan pendorongnya yang mendominasi, lokasi spasial, dan skala temporal dan spasial. Kekuatan pendorong utama untuk arus skala besar (O-1000km skala panjang) meliputi rotasi bumi (atau Coriolis), gravitasi, tekanan angin, suhu dan perbedaan salinitas (atau perbedaan kerapatan, tepatnya). Selain itu, arus laut berukuran meso (O -100km)) juga dapat didorong oleh arus pasang surut, debit sungai, gradien tekanan (yang dihasilkan oleh pengaturan lereng permukaan laut oleh gelombang panjang pantai, misalnya), dan gesekan bawah. Namun, Coriolis dan gravitasi tidak termasuk (yang konstan pada waktunya), hanya pemicu pasang surut astronomi yang deterministik, dan karenanya memungkinkan peramalan yang akurat. (Georgia Tech Research Corporation, 2013)

Selain arus pasang surut di dekat pantai, arus signifikan juga ada di laut terbuka. Arus ini mengalir terus ke arah yang sama dan memiliki variabilitas rendah. Peredaran besar lautan terkonsentrasi di berbagai daerah, terutama arus batas barat yang terkait dengan sirkulasi angin, dapat dilihat pada Gambar 2.2. Beberapa memiliki kecepatan arus (~ 2 m/s) untuk mendorong teknologi terkini (Leaman et al., 1987). Termasuk Arus Agulhas/Mozambik di lepas Afrika Selatan, Kuroshio Current di Asia Timur, arus Australia Timur, dan Gulf Stream di luar Amerika Utara bagian timur. Arus laut lainnya mungkin juga memiliki

potensi pengembangan karena perbaikan pada sistem turbin terjadi (Stewart, 1974; Raye, 2001). Ini memiliki wilayah inti 15 sampai 30 km di lepas pantai dekat permukaan dan rata sepanjang tahun sebagai bagian dari gabus subtropis Atlantik Utara (Niiler dan Richardson, 1973; Johns et al., 1999).



Gambar 2.1 Aliran Arus Laut Permukaan; aliran panas merah, aliran dingin biru (IPCC chapter 6 Ocean Energi)

Konverter energi arus laut mengekstrak dan mengubah energi mekanis di arus menjadi bentuk energi yang dapat ditransmisikan. Berbagai perangkat konversi saat ini sedang diusulkan atau sedang dalam pengembangan aktif, dari turbin air yang serupa dengan turbin angin berskala, mengendarai generator melalui kotak roda gigi, ke sebuah hidrofoil berosilasi yang menggerakkan motor hidrolik. (Georgia Tech Research Corporation, 2013).

Arus laut memiliki energi kinetik yang dapat digunakan sebagai tenaga penggerak turbin pembangkit listrik tenaga arus laut. Persamaan energi kinetik dapat dinyatakan dengan :

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana E_k adalah energi kinetik (joule), m adalah massa (Kg), dan v adalah kecepatan aliran air (m/s). Laju alir volumetrik dapat digunakan dalam penghitungan energi arus laut ini. Laju volumetrik adalah volume suatu fluida yang mengalir persatuan waktu. Terdapat luas area penampang, A , dan arus laut mempunyai kecepatan sebesar v maka persamaannya yaitu :

$$Q = v \cdot A \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana Q laju alir volumetrik air (m³/s), yang melewati luas area penampang A (m²), dengan kecepatan air v (m/s). Persamaan massa jenis air (ρ), juga digunakan dalam perhitungan. Massa jenis air dapat diperoleh dari perbandingan massa zat dengan volume zat. Dalam kasus perhitungan ini, volume disamakan dengan Q :

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$m = \rho \cdot V \dots\dots\dots(2.4)$$

Nilai massa air laut yang bergerak sebagai arus laut yang melewati turbin bisa didapat dengan perhitungan, dimana aliran air laut bermassa sebesar m dan memiliki kecepatan sebesar v sedang melewati suatu penampang dengan melewati suatu penampang dengan luas area sebesar A, maka masaa air laut:

$$m = \rho \cdot v \cdot A \dots\dots\dots(2.5)$$

Selanjutnya, energi arus laut yang dihasilkan dari aliran yang melewati turbin dengan luas penampang A, dengan arah arus tegak lurus permukaan, dapat diformulasikan menggunakan persamaan (2.1) dan substitusi dengan persamaan berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v \cdot A \cdot v^2 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.7)$$

Setelah diketahui potensi energi arus laut, maka dapat dihitung nilai daya yang dihasilkan oleh rotor, seperti dijelaskan pada:

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot \eta_T \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana P_T adalah daya yang dihasilkan oleh rotor (Watt), dengan parameter lainnya, sedangkan η_T adalah efisiensi factor, efisiensi turbin yang nilainya bervariasi untuk semua jenis turbin yang memiliki batasan maksimal teoritis berkisar 0,593 yang disebut betzfactor (Mukhtasor,2014).

Laporan Potensi Energi Laut yang dikeluarkan pada tahun 2014 menyebutkan kemampuan sebuah turbin dilihat dari daya, torsi, dan tekanan (thrust) dan bervariasi seiring dengan kecepatan arus. Energi arus pada turbin akan diubah menjadi energi listrik. Ekspresi matematika yang digunakan hampir

sama dengan tipe baling-baling (propeller). Daya yang dihasilkan oleh semua turbin dari arus laut:

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot \eta \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan:

P_T = Daya Turbin (KW)

η = Efisiensi turbin

ρ = densitas air laut

A = total luas permukaan turbin(m²)

2.4 Aspek Pendekatan yang digunakan untuk Potensi Arus Laut

Studi tentang distribusi geografis kecepatan aliran arus laut dan parameter karakteristik aliran arus laut sangat penting untuk keberhasilan penerapan MCED. Arus laut besar umumnya terletak di antara daratan atau berdekatan dengan tanjung. Selat sempit ini, yang merupakan lokasi yang diinginkan untuk penyebaran MCED, menyebabkan efek funneling, meningkatkan kecepatan arus laut (Bahaj, 20017). Kecepatan arus laut adalah salah satu parameter utama ketika menilai sumber daya energi. Sumber energi arus laut bisa dibagi menjadi lima kategori Pendekatan (ASELI, 2014):

1. Pendekatan sumber daya teoritis (Theoretical resource) adalah kandungan energi kotor kelautan arus dalam zona tertentu. Sumber ini bisa ditentukan dengan memodelkan aliran arus laut di dalam zona itu.
2. Pendekatan sumber daya teknis (Technical resource) dihitung dengan menggunakan metode yang sama dengan sumber teoritis, hanya saja yang dibatasi oleh teknologi yang ada. Sumber daya ini didasarkan pada kecepatan arus laut, perangkat yang ada efisiensi dan kedalaman air jika pada teknologi tersebut terdapat skala kedalaman laut yang diperlukan.
3. Pendekatan sumber daya praktis (Practical resource) ditentukan dengan membatasi teknis sumber. Beberapa keterbatasan ini meliputi pemaparan gelombang, kondisi dasar laut dan jalur pelayaran.
4. Pendekatan sumber daya yang dapat diakses (Accessible resource) ditentukan dengan membatasi praktisnya sumber. Pembatasan akses pada kenyataan

dilapangan dibatasi dengan adanya peraturan pemerintah daerah, potensi pariwisata, adanya budidaya sumber daya laut tertentu.

5. Pendekatan sumber daya yang layak ditentukan dengan membatasi aksesibilitas sumber (Viable resource). Sumber daya yang layak mencakup kendala komersial dan kebutuhan listrik. Adanya perhitungan dari kebutuhan listrik pada daerah tersebut.

2.5 Teknologi dan Aplikasi

Teknologi yang digunakan dalam pengaplikasian pemanfaatan energi arus laut ini yaitu dengan adanya turbin yang digerakkan oleh arus laut dan dihubungkan pada generator. Beberapa turbin digunakan sesuai dengan kebutuhan daya tangkap energi dan sesuai dengan lingkungan daerah yang akan diteliti, ada 3 turbin yang sering digunakan untuk penelitan potensi arus laut yaitu turbin di turbin Gorlov Helical (Gambar 2.2), turbin Darrieus (Gambar 2.3), turbin sumbu Axis (Gambar 2.4). Dari ketiga jenis turbin ini memiliki daya tangkap efisiensi energi yang besar, berbeda dan yang mempengaruhi atau energi yang dihasilkan oleh masing-masing turbin. Efisiensi turbin yang sangat besar dipengaruhi oleh model turbin prefabrikasi itu sendiri (Abida dkk, 2016). Efisiensi turbin dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Gambar 2.2 Gorlov Helical Strands (Gorban et al, 2001)



Gambar 2.3 Darrieus (<http://www.electricalibrary.com/en/2019/03/12/darrieus-turbine/> diakses 11/10/2019)



Gambar 2.4 Turbin Axis (Nicholls-Lee et. Al., 2008)

Tabel 2.1 Effisiensi turbin (Gorban, 2001 dalam Abida dkk, 2016)

No	Turbine	Efficiency	Tipe turbin
1	Gorlov Helical Strands	35%	CFWT
2	Darrieus	23,50%	
3	Turbin Axis	20%	AFWT

Teknologi arus air dibagi dalam dua kategori yaitu Axial Flow Turbine yaitu arah aliran air sejajar dengan poros turbin dan Cross Flow Turbine yaitu arah aliran air tegak lurus dengan poros turbin. Untuk Cross Flow posisi poros turbin dibagi dua yaitu Horizontal Axis Water Turbine (HAWT) yaitu posisi

sumbu putar turbin adalah horizontal dan Vertical Axis Water Turbine (VAWT) yaitu posisi sumbu putar turbin adalah vertikal. Untuk Cross Flow Turbine ada dua turbin air yang terkenal yaitu turbin air Darrieus dan turbin air helikal Gorlov. Turbin Darrieus lebih baik dalam menghasilkan daya tetapi menimbulkan vibrasi pada tip speed ratio yang tinggi. Sedangkan turbin Gorlov lebih baik dari starting rotation (Shiono dkk, 2002). Turbin air helikal Gorlov merupakan penyempurnaan dari turbin Darrieus (Winchester and Quayle, 2009). Turbin Darrieus mempunyai blade lurus sedangkan turbin Gorlov mempunyai blade helikal.

Arus Aksial Turbin air (AFWT) adalah turbin yang berputar secara paralel menuju arus laut dan perlu kontrol atau yang menguntungkan rotor mengikuti arus samudera, dalam upaya meningkatkan konversi daya yang ditangkap oleh turbin. Sebaliknya jika AFWT akan berubah tegak lurus dengan arus laut, namun berbeda dengan turbin air cross flow (CFWT). Jenis turbin ini memiliki beberapa keunggulan, namun lebih rumit dalam desain dan prediksi pergerakan hydrodynamics. (Abida dkk, 2016).

Gorlov helical turbine merupakan buah karya dari Prof. Alexander M Gorlov. Sebuah turbin yang memodifikasi turbin Darrieus dengan blade berbentuk helikal. Kelemahan dari turbin Darrieus di dapatkan solusinya oleh turbin Gorlov ini. Jenis turbin Gorlov dengan ukuran 6 inchi yang mempunyai dua sudu dapat menghasilkan daya hingga 10 Watt pada kecepatan air 3 knot (1,543 m/s). Turbin ini mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,5-2 knot. Turbin Gorlov dapat diposisikan sebagai vertikal dan horizontal turbin. Untuk posisi horizontal dapat digunakan pada air dangkal (sungai), hanya kira-kira 1m kedalaman yang diperlukan. (Kurniawan, 2014).

Menurut penelitian yang dilakukan Gorlov, kelebihan dari turbin arus gorlov antara lain:

1. Dapat beroperasi di laut air pasang surut dan arus sungai
2. Dapat berputar pada kecepatan air 0,6 m/s,
3. Berputar tanpa fluktuasi, Berputar pada satu arah saja

Turbin Darrieus merupakan salah satu jenis turbin yang dikembangkan oleh seorang aeronautical engineer asal Prancis yang bernama Georges Jean Marie

Darrieus pada tahun 1931. Turbin air Darrieus ini diadopsi dari turbin Darrieus untuk angin. Keuntungan dari turbin ini adalah:

1. Bisa dibuat dengan diameter yang lebih besar dibanding dengan kedalamannya, sehingga dapat menyerap aliran air yang lebih besar yang akhirnya dapat menghasilkan daya yang lebih besar.
2. Porosnya yang vertikal memudahkan dalam perawatan dimana bantalan dan generatornya ditempatkan diatas permukaan air.

Kelemahan dari turbin ini adalah vibrasi yang cukup besar jika kecepatan aliran besar. Prinsip kerja turbin Darrieus adalah akibat kecepatan aliran air maka menyebabkan sudu berputar dengan kecepatan putar tertentu, maka resultan dari kecepatan tersebut akan menghasilkan gaya hydrodinamis (Kurniawan, 2014).

Energi arus laut memiliki banyak keuntungannya menurut Paramitha (2010), antara lain adalah predictable karena dibangkitkan pasang surut, renewable, dan ramah lingkungan. Keuntungan ini yang menjadi dasar arus laut sebagai pengembangan energi non konvensional yang baik. Dalam pemanfaatan seluruh peluang kecepatan arus yang muncul, batas syarat turbin yang kecil dibutuhkan. Turbin Helix Gorlov merupakan turbin kecil dengan syarat batas sebesar 0.5 m/s sehingga memungkinkan memperbesar peluang arus yang dapat dikonversi menjadi daya yang dibutuhkan (Syahputra, 2014).

2.6 OSCAR (*Ocean Surface Current Analysis Real-Time*)

OSCAR merupakan data yang diturunkan dengan menggunakan persamaan momentum quasi-linear dan steady flow (aliran tetap). Model yang digunakan merupakan dinamika geser Geostropik, Ekman dan Stommel, dan gradien apung permukaan (Bonjean dan Lagerloef 2002). Arus OSCAR diturunkan dengan menggunakan tiga parameter yaitu: Tinggi permukaan laut (SSH *Sea Surface Height*), vektor permukaan dan estimasi suhu (SST *Sea Surface Temperature*) dari berbagai pengukuran satelit dan insitu. SSH berasal dari TOPEX / POSEIDON, Jason-1 dan 2, ERS1-2 dan Envisat altimeters. Kecepatan angin berasal dari QScat. Resolusi spasial yang tersedia adalah $1/3^\circ$ dan 1° , spasial data adalah dari 80°N sampai 80°S . Resolusi temporal kira-kira 5 hari (Rajput et.al., 2014)

Perbandingan arus permukaan laut yang diturunkan dari satelit OSCAR dengan data kebenaran dasar dari alat ADCP MCM, drifter, dan kapal menunjukkan bahwa produk OSCAR saat ini memberikan perkiraan yang akurat tentang sirkulasi rata-rata zona l dan meridional, dan di wilayah dekat ekuatorial cukup akurat. Perkiraan variabilitas zonal saat ini (korelasi 0,5 sampai 0,8) pada periode yang pendek seperti 40 hari dan pada panjang gelombang meridional sesingkat 8° . Hal ini diperkuat oleh peta bulanan perorangan yang menunjukkan lintasan drifter sesuai dengan struktur kecepatan skala besar yang diamati oleh CARCAR. Atlatitudes lebih tinggi dari 10° korelasi tetap namun amplitudo OSCAR berkurang secara tidak realistis: alasan untuk hal ini tidak sepenuhnya jelas namun merupakan subjek penelitian yang sedang berlangsung. Variabilitas kecepatan meridional direproduksi dengan buruk pada umumnya, dengan amplitudo sangat kecil dan korelasi lebih kecil dari pada kecepatan zonal, terutama pada ekuator. Hal ini disebabkan oleh skala waktu dan ruang yang lebih pendek dari kecepatan meridional di wilayah ini. Kesalahan RMS antara drifter dan kecepatan OSCAR sangat mirip dengan yang dialami oleh model asimilasi data ECCO; namun OSCAR umumnya memperkirakan sinyal berkorelasi laut yang lebih besar yang secara substansial meningkatkan rasio perkiraan sinyal di atas kebisingan. Fase tertinggal antara arus MCM dan bagian OSCAR yang didorong angin menunjukkan bahwa peningkatan kesetiaan lebih lanjut dapat diperoleh pada pita 20-90 hari dengan memasukkan turunan waktu dalam keseimbangan momentum diagnostik. Hasil yang sedikit lebih baik juga diperoleh dengan mengganti bidang SSH AVISO ke dalam algoritma OSCAR, terutama pada band 20-40 hari dan untuk kecepatan meridional, menunjukkan bahwa skema gridding yang ditingkatkan dapat meningkatkan keakuratan OSCAR bahkan dengan data yang ada saat ini. (Johnson, 2006)

2.7 Bathimetri dan Jalur Pelayaran

Batimetri didefinisikan sebagai gambaran relief dasar laut, perbedaan kenampakan atau ciri-ciri dasar laut dan mempunyai arti penting dalam penelitian karena dengan mengetahui roman muka bumi akan memudahkan mengetahui kondisi morfologi suatu daerah (Nontji,1987). Batimetri terdiri dari dua suku kata

yaitu *'Bathy'* yang berarti kedalaman serta kata *'Metry'* yang berarti ilmu pengukuran. Oleh karena itu secara harfiah, kata batimetri dapat diartikan sebagai ukuran kedalaman laut, baik mengenai ukuran tentang elevasi maupun mengenai depresi dasar laut yang merupakan sumber informasi dan gambaran dari dasar laut, serta memberikan banyak petunjuk tentang struktur laut (Nurjaya, 1991). Batimetri (bathos: kedalaman, metry: pengukuran) adalah pengukuran kedalaman laut dan memetakannya berdasarkan kondisi dan topografi dasar laut (Thurman, 2004).

Survey kedalaman air laut biasanya diukur dengan menggunakan echo sounder atau Conductivity, Temperature, Depth (CTD). Kedalaman yang diukur dengan menggunakan CTD didasarkan pada nilai tekanan di dalam laut. Pendekatan lain yang agak sedikit maju adalah dengan menggunakan kapal laut, yaitu dengan mengirimkan sonar kemudian merekam gelombang suara yang dipantulkannya dalam interval waktu tertentu. Lalu dari interval waktu tersebut kedalaman air dapat ditentukan, akan tetapi permasalahan yang timbul adalah kebutuhan waktu yang lama, biaya yang sangat besar, tingkat kesulitan wilayah yang belum tentu dapat dijangkau (Liu et al., 2003). Teknologi penginderaan jauh diperlukann karena merupakan teknologi yang relatif murah, mempunyai wilayah cakupan yang luas dan dapat menjangkau wilayah relatif sulit (wilayah yang sulit dijangkau melalui jalan darat) serta datanya dapat diper-baharui dalam jangka waktu tertentu.

Peta batimetri sendiri dapat diartikan sebagai peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman serta garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini juga dapat divisualisasikan dalam bentuk tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). Visualisasi tersebut dapat dilakukan karena perkembangan teknologi yang semakin hari sangat semakin maju, sehingga penggunaan komputer untuk melakukan kalkulasi dalam pemetaan menjadi mudah untuk dilakukan. Data batimetri dapat diperoleh dengan menggunakan teknik interpolasi, untuk pendugaan data kedalaman untuk daerah-daerah yang tidak terdeteksi, dan merupakan hal mutlak yang harus diperhatikan. Teknik interpolasi yang sering digunakan adalah teori *Universal Kriging* dan teori

IRFK (*Intrinsic Random Function of Order K*) (David *et al.*, 1985 dalam Defilmisa, 2003).

2.8 GIS (*Gographical Information System*)

GIS merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisis dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Hartoyo *et al.*, 2010).

Geospatial Analysis – a comprehensive guide (2008) dalam wikipedia menyebutkan bahwa analisis spasial GIS adalah bidang yang berubah dengan cepat, dan paket GIS semakin termasuk alat analisis sebagai fasilitas standar bawaan, sebagai alat bantu opsional, sebagai add-ins atau 'analisis'. Dalam banyak hal, ini disediakan oleh pemasok perangkat lunak asli (vendor komersial atau tim pengembangan komersial non komersial), sementara dalam kasus lain fasilitas telah dikembangkan dan disediakan oleh pihak ketiga. Selanjutnya, banyak produk menawarkan perangkat pengembangan perangkat lunak (SDK), bahasa pemrograman dan dukungan bahasa, fasilitas skrip dan / atau antarmuka khusus untuk mengembangkan alat analisis atau variannya sendiri.

2.9 Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K)

Rencana Zonasi adalah rencana yang menentukan arah penggunaan sumber daya tiap-tiap satuan perencanaan disertai dengan penetapan struktur dan pola ruang pada kawasan perencanaan yang memuat kegiatan yang boleh dilakukan yang yang tidak boleh dilakukakan serta kegiatan yang hanya dapat dilakukan setelah memperoleh izin (UU No. 7/2007 pasal 1).

Pada website KKP juga menyebutkan bahwa Undang Undang Nomor 27 Tahun 2007 dan Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil menyebutkan bahwa Pemerintah daerah wajib menyusun Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3-K) sesuai dengan kewenangan masing-masing. Pada Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil pasal 16

ayat 1 menyebutkan bahwa pemanfaatan ruang dari sebagian perairan pesisir dan pulau-pulau kecil secara menetap wajib memiliki izin lokasi. Selanjutnya pada pasal 17 menjelaskan bahwa Izin lokasi sebagaimana dimaksud diberikan berdasarkan Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3-K) yang telah ditetapkan.

Undang Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah pasal 14 menyebutkan bahwa penyelenggaraan urusan pemerintahan bidang kehutanan, kelautan, serta energi dan sumber daya mineral dibagi antara Pemerintah Pusat dan Daerah Provinsi. Selain itu dalam Lampiran Y menyebutkan bahwa pengelolaan ruang laut sampai dengan 12 mil di luar minyak dan gas bumi serta penerbitan izin dan pemanfaatan ruang laut di bawah 12 mil di luar minyak dan gas bumi menjadi kewenangan Pemerintah Daerah Provinsi. Hal ini berimplikasi pada kewajiban Pemerintah Daerah Provinsi menetapkan Peraturan Daerah Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP-3-K). Selain itu berdasarkan Hasil kajian KPK tahun 2014 tentang Sistem Pengelolaan Ruang Laut dan Sumberdaya Kelautan Indonesia yang di sampaikan dalam kegiatan Gerakan penyelamatan SDA Indonesia Sektor Kelautan menunjukkan sejumlah persoalan diantaranya yang menjadi Fokus Kajian KPK adalah :

1. Penataan ruang laut yang belum lengkap dan masih bersifat parsial
2. Penataan Perizinan kelautan dan Perikanan
3. Sistem data dan informasi terkait wilayah laut, penggunaan ruang laut, dan pemanfaatan sumberdaya yang ada didalamnya, belum lengkap dan tidak terintegrasi
4. Tidak terkendalinya pencemaran dan kerusakan di laut

Berdasarkan Kajian KKP tersebut disepakati bersama oleh KKP dan 20 Kementerian 7 lembaga dan 34 Provinsi Untuk menuntaskan persoalan di sektor kelautan salah satunya adalah Penyusunan RZWP3K di Setiap Provinsi (KKP, diunduh 10/09/2019).

Pada artikel yang diterbitkan di website KKP pada tanggal 13 Juni 2019 menjelaskan ada 21 provinsi yang sudah menetapkan RZWP3K Ke-21 provinsi yang sudah mempunyai Perda RZWP3K itu, adalah Sumatera Utara, Sumatera

Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DIY, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Kalimantan Selatan, NTB, NTT, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Maluku, dan Maluku Utara.

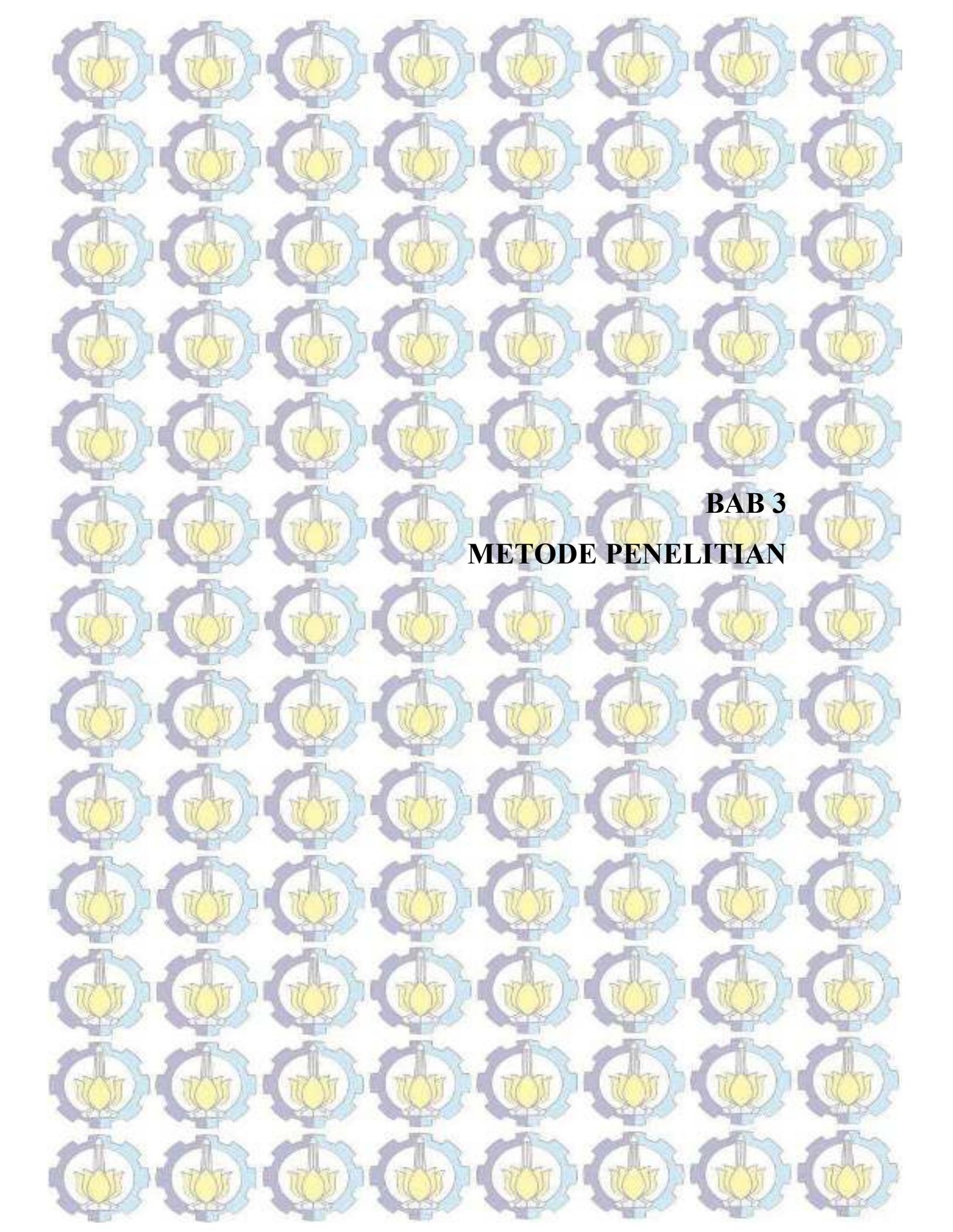
RZWP-3-K merupakan instrumen yang sangat penting sebagai dasar izin lokasi dan ijin pengelolaan untuk investasi kegiatan pembangunan di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Tanpa instrumen arahan/pengaturan pemanfaatan sumberdaya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil yang jelas, maka konflik pemanfaatan sumberdaya akan terus kita hadapi. Sebagai akibatnya, degradasi kualitas lingkungan, ketidakpastian lokasi investasi, dan konflik antar pemangku kepentingan akan sulit untuk kita atasi.

2.10 Kepadatan Penduduk dan Distribusi Listrik di Indonesia

Kebutuhan energi di dunia semakin bertambah, maka dari itu banyak negara yang memanfaatkan energi laut sebagai sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang semakin bertambah. Meningkatnya kebutuhan listrik yang menempatkan listrik menjadi kebutuhan primer untuk setiap aktifitas manusia serta keterbatasan cadangan energi yang berasal fosil, yang penggunaannya tidak ramah lingkungan membuat isu ini semakin berkembang. Berdasarkan data PLN, rasio elektrifikasi nasional Indonesia tahun 2008 sebesar 60.28% meningkat pada tahun 2012 sebesar 75.83% dan data terakhir tahun 2013 disebutkan meningkat sebesar 4% menjadi 79.3%, namun nilai rasio elektrifikasi di Indonesia timur masih cukup rendah contoh Nusa Tenggara Timur sebesar 21.34% akibat daerah yang berupa pulau-pulau kecil dengan akses dan infrastruktur yang minim (PLN, 2013).

Lebih rendahnya konsumsi listrik sektor industri merupakan penyebab tidak adanya perubahan pada pertumbuhan ekonomi. Pemakaian listrik terungkap didominasi oleh rumah tangga, yang digunakan untuk kebutuhan hidup sehari-hari bukan untuk produktivitas (secara ekonomi). Oleh karena itu dapat didefinisikan hanya ada hubungan pengaruh satu arah antara konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi. Uji terhadap variabel penduduk didapatkan bahwa penduduk dapat mempengaruhi perubahan konsumsi energi listrik. Pertumbuhan penduduk tidak

dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan ekonomi. Penduduk merupakan kontributor utama dalam mempengaruhi fluktuasi perubahan pada intensitas emisi gas rumah kaca, besar konsumsi listrik dan pertumbuhan ekonomi dalam 20 tahun ke depan. Penduduk berperan sebagai aktor dalam segala aktivitas perekonomian, sehingga dapat mempengaruhi tinggi-rendahnya pertumbuhan ekonomi ke depan. Pengaruh penduduk terhadap besar konsumsi listrik masa mendatang merupakan salah satu aktivitas ekonomi yang dimaksud dengan berperan sebagai konsumen. (Basyiran, 2014).



BAB 3
METODE PENELITIAN

BAB 3

METODE PENELITIAN

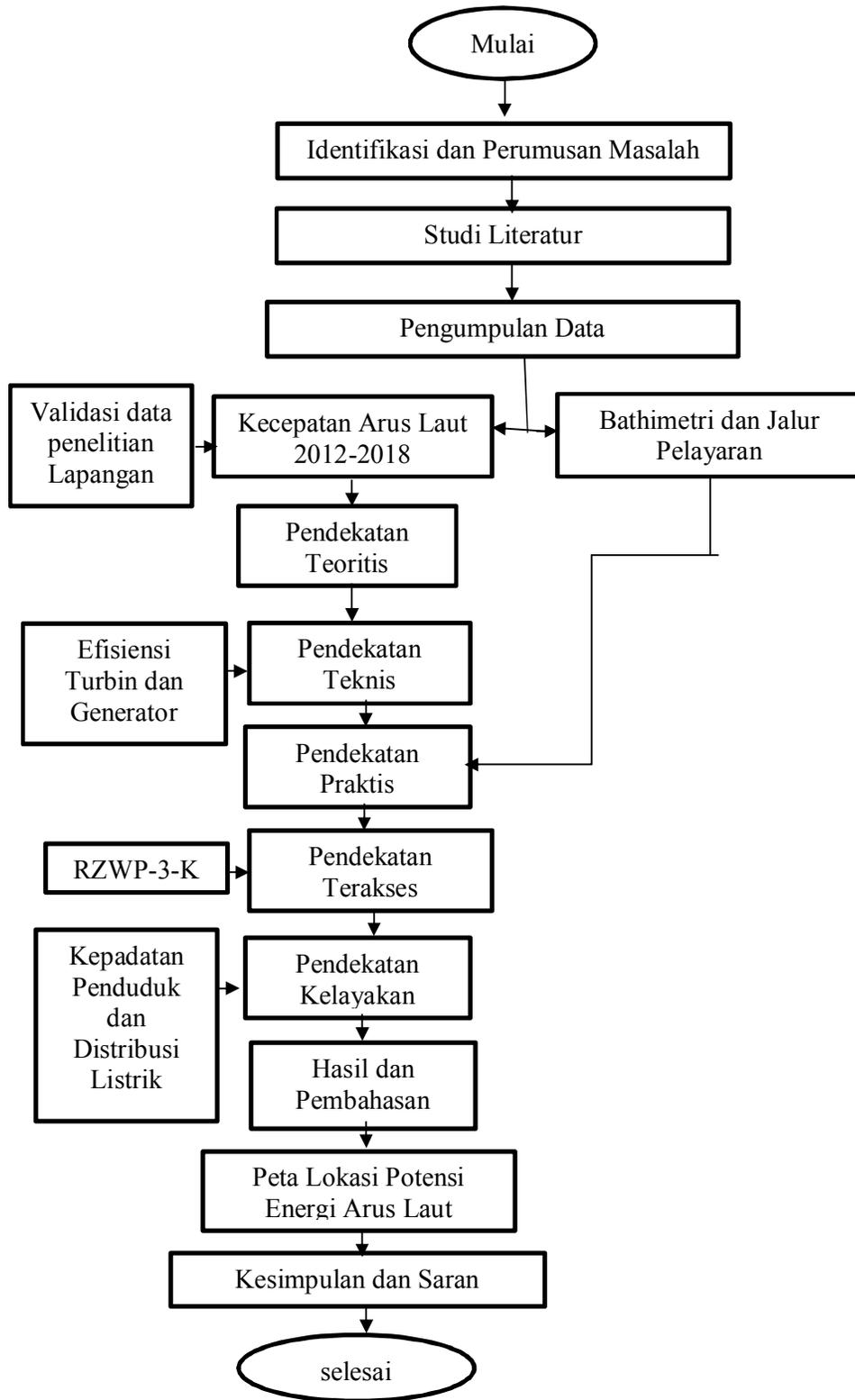
3.1 Sistematika Penelitian

Pelaksanaan penelitian tesis ini ditempuh selama 3-6 bulan, adapun kegiatan-kegiatannya terdiri dari:

1. Perumusan masalah, tahapan ini meliputi identifikasi masalah yang menjadi arah dan fokus dalam penelitian. Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi dan memetakan potensi energi arus laut permukaan di Indonesia
2. Studi literatur, kegiatan ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang terkait dengan penelitian maupun hal-hal yang relevan. Sumber literatur dapat berasal buku, artikel ilmiah, jurnal, workshop, maupun dokumen lainnya.
3. Pengumpulan data pengolahan data
Data yang digunakan yaitu data kecepatan arus laut yang diperoleh dari mengunduh data satelit OSCAR. Data lainnya yaitu data Bathimetri yang diperoleh dari GEBCO. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan secara teoritis, teknis dan praktis dengan menggunakan *Microsoft Exel*.
4. Hasil dan pembahasan, merupakan analisis dari hasil pengolahan data
Hasil yang ada yaitu berupa lokasi potensi energi arus laut yang ditampilkan dengan peta makro potensi arus laut yang disusun dengan menggunakan software pemetaan.
5. Kesimpulan, merupakan jawaban dari tujuan penelitian.

3.2 Diagram Alir

Proses pengerjaan tesis ini ditunjukkan dalam diagram alir mulai dari identifikasi dan perumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data, hingga memperoleh hasil yang diinginkan dan ditampilkan dalam bentuk peta lalu pada akhirnya dapat diperoleh kesimpulan dari tesis ini. Diagram alir tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Digram Alir

3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

1. Laptop untuk mengunduh dan mengolah data
2. Microsoft excel digunakan untuk melakukan perhitungan dan pengolahan potensi energi arus laut secara teoritis dan teknis
3. Software Seadas 7.23 dan ODV untuk mengekstraksi citra agar dapat dilakukan pembacaan data
4. Software pengolahan peta untuk mengolah citra yang telah diekstraksi dan menampilkan hasil akhir berupa Peta Potensi Energi Arus Laut.

3.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

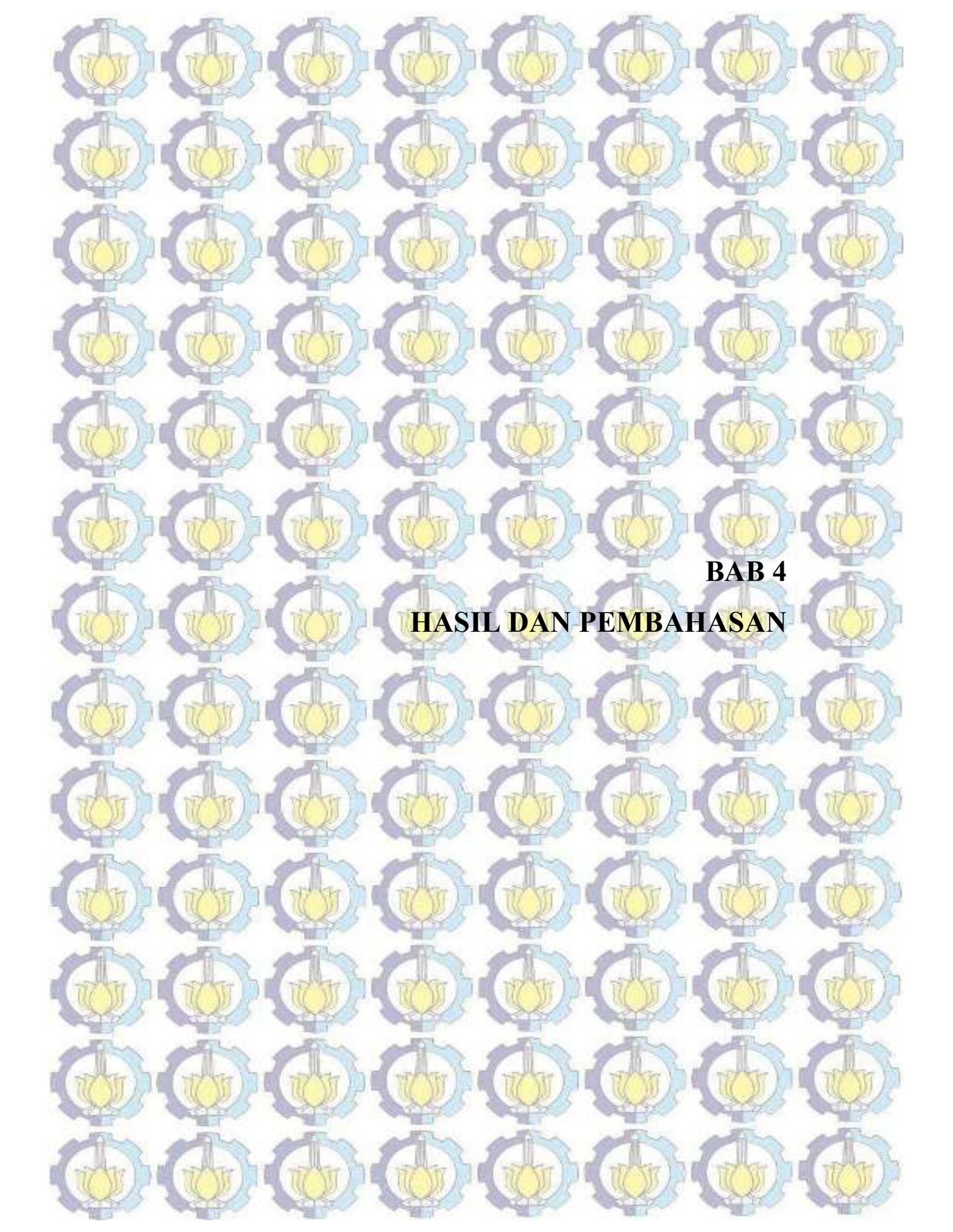
Data dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data arus citra satelit yang diunduh pada website <https://podaac.jpl.nasa.gov>. Data yang digunakan yaitu data kecepatan arus laut yang diperoleh dari mengunduh data satelit OSCAR (*Ocean Surface Current Analysis Realtime*), yang awalnya berupa data global yang lalu dipotong untuk memperoleh data pada wilayah yang diinginkan yaitu di perairan Indonesia dengan menggunakan software *Seadas*. Data lainnya yaitu data Bathimetri yang diperoleh dari GEBCO yang berupa bathimetri global yang kemudian di potong untuk dapat memperoleh data pada wilayah yang diinginkan. Data yang digunakan yaitu data dari tahun 2012-2018. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan secara teoritis dan teknis serta analisis data secara praktis, terakses dan viable atau kelayakan. Hasilnya disajikan dalam bentuk peta.

3.5 Asumsi- asumsi untuk perhitungan Potensi Energi Arus Laut

Asumsi yang diambil dalam penelitian ini:

1. Efisiensi Turbin adalah 35% (0,35) (Gorban et.al 2001) menggunakan turbin gorlove dan ter pasang vertical.
2. Kapasitas lingkungan yang diambil maksimum adalah 25% dari panjang pantai yang bisa dimanfaatkan
3. Luas permukaan perairan diasumsikan dengan perhitungan menggunakan software pemetaan

4. Nilai A (luas Penampang) (1m^2)
5. Kecepatan gravitasi = $9,81\text{ m/s}^2$, dan massa air laut adalah 1025 kg/m^3 .
6. Efisiensi generator yang digunakan PMG 5 KW sebesar 50% (Kasharjanto dkk, 2015)



BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

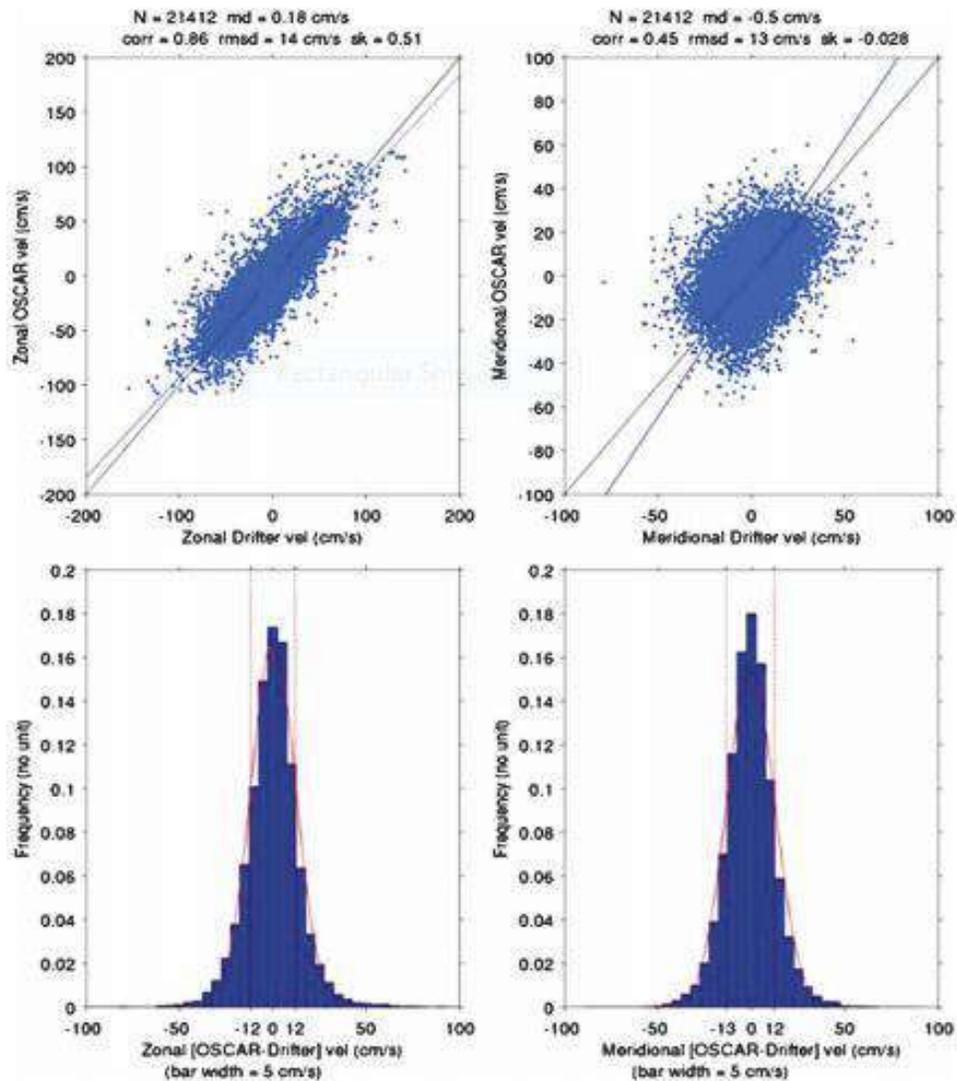
4.1 Data Arus Laut

4.1.1 Validasi Data Arus Laut

Data arus yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data OSCAR (Ocean Surface Current Analyst Real-Time) merupakan data yang diterbitkan oleh NASA yang merupakan analisis dengan menggunakan persamaan momentum quasi-linear dan steady flow (aliran tetap). Arus OSCAR dianalisis dengan menggunakan tiga parameter yaitu: Tinggi permukaan laut (SSH *Sea Surface Height*), vektor permukaan dan estimasi suhu (SST *Sea Surface Temperature*) dari berbagai pengukuran satelit dan insitu. SSH berasal dari TOPEX / POSEIDON, Jason-1 dan 2, ERS1-2 dan Envisat altimeters. Kecepatan angin berasal dari QScat. Resolusi temporal kira-kira 5 hari (Rajput et.al., 2014). Data OSCAR diambil pada kedalaman 15 meter.

1. Validasi berdasarkan Penelitian

Validasi data OSCAR dijelaskan dengan mengutip kesimpulan penelitian yang dilakukan oleh Johnson et.al. yang diterbitkan pada tahun 2006 yang berjudul “*Validation and Error Analysis of OSCAR Sea Surface Currents*” yaitu menyebutkan perbandingan arus permukaan laut yang diturunkan dari satelit OSCAR dengan data ground truth dari MCM (Moored Current Meter), drifter, dan instrumen ADCP kapal menunjukkan bahwa data OSCAR saat ini memberikan perkiraan akurat sirkulasi waktu-rata zonal dan meridional, dan di wilayah dekat khatulistiwa cukup akurat perkiraan variabilitas arus zonal (korelasi 0,5 hingga 0,8) pada periode sesingkat 40 hari dan pada panjang gelombang meridian 8° .



Gambar 4.1 (atas) Scatterplots drifter vs kecepatan. (bawah) Histogram dari perbedaan antara OSCAR dan data drifter selama seluruh periode. (Johnson et al (2006))

Kurva dalam gambar 4.1 diatas dapat dijelaskan bahwa pada bagian atas merupakan fungsi Gaussian yang diplot menggunakan sarana data dan standar deviasi, dengan garis putus-putus vertikal menandai satu standar deviasi dari sarana. (Johnson 2006). Kesimpulan dari penelitian tersebut menyebutkan bahwa adanya pembuktian kevalidasian data tersebut oleh peta bulanan individu yang menunjukkan lintasan drifter yang sesuai dengan struktur kecepatan skala besar

yang diamati oleh OSCAR. Kesalahan RMS (Residual Mean Square) antara drifter dan kecepatan OSCAR sangat mirip dengan yang dialami oleh model asimilasi data ECCO (Estimating the Circulation and Climate of the Ocean); tetapi OSCAR umumnya memperkirakan sinyal yang lebih besar yang berhubungan dengan lautan yang secara substansial meningkatkan rasio estimasi sinyal melalui noise (suara). Kesenjangan fase antara arus MCM dan porsi OSCAR yang digerakkan oleh angin menunjukkan bahwa peningkatan lebih lanjut dalam ketetapan dapat diperoleh dalam range 20–90 hari dengan memasukkan turunan waktu dalam keseimbangan momentum diagnostik. Hasil yang sedikit lebih baik juga diperoleh dengan mengganti bidang SSH AVISO ke dalam algoritme OSCAR, terutama dalam range 20-40 hari dan untuk kecepatan meridional, yang menunjukkan bahwa skema gridding yang ditingkatkan dapat meningkatkan manfaat OSCAR bahkan dengan data yang tersedia saat ini.

2. Validasi berdasarkan Perbandingan dengan Satelit lain

Data OSCAR dapat dibandingkan oleh data Satelit lainnya salah satunya yaitu data yang dapat diunduh dari website yang dimiliki oleh Kementerian Kelautan Indonesia INDESOS (*Infrastructure Development of Space Oceanography*) pada dataset Physical models outputs dengan parameter kecepatan arus laut. Data hasil model INDESOS yang digunakan sebagai pembandingan dengan data OSCAR adalah data arus rata-rata pada tahun 2016. Berikut adalah perbedaan data tersebut dapat dilihat pada table 4.1:

Tabel 4.1 Perbedaan Data OSCAR dan INDESO

Perbedaan	Oscar	Indeso
Kecepatan Rata-rata tahun 2016	0,552 m/s	0,893 m/s
Analisis	Arus oscar dianalisis dengan menggunakan tiga parameter yaitu: tinggi permukaan laut (SSH Sea Surface Height), vektor permukaan dan estimasi suhu (SST Sea Surface Temperature), da berbagai pengukuran satelit dan insitu. SSH berasal dari TOPEX / POSEIDON, Jason-1 dan 2, ERSI-2 dan Envisat Altimeters. Kecepatan angin berasal dari QScat. Resolusi temporal kira-kira 5 hari. (Rajput et al, 2014)	Model fisik laut bernama INDO 12 yang digunakan untuk proyek INDESO adalah konfigurasi regional persamaan NEMO-OPA primitif OGCM (Madec et al, 1998; Madec, 2008). Model ini dianalisis di permukaan menggunakan 3 jam ECMWF analisis atmosfer dan bidang perkiraan dan di perbatasan terbuka lateral menggunakan analisis operasional global dan bidang perkiraan Mercator Ocean. model fisik samudra regional ini memberikan medan fisik selama dua minggu terakhir (sumber berdasarkan analisis global 2 minggu) dan perkiraan lautan (dianalisis oleh perkiraan 10 hari global) selama 10 hari kedepan. (INDESO physical ocean model handbook)
Penerbit	NASA	Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia (KKP)

Perbedaan data yang ada pada data OSCAR dan INDESO dapat disebabkan oleh berbagai faktor salah satunya interval waktu analisis yang berbeda yaitu untuk data OSCAR analisis dilakukan dengan interval 5 hari sedangkan INDESO memiliki interval analisis 10 hari.

3. Validasi Berdasarkan Data Pengukuran Lapangan

Pengukuran data arus laut di lapangan biasanya menggunakan ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*). Penghitungan data kecepatan arus laut dilapangan biasanya dihitung berdasarkan kedalaman kolom air, Nining (2002) menyatakan bahwa sirkulasi dari arus laut terbagi atas dua kategori yaitu sirkulasi di permukaan laut (*surface circulation*) dan sirkulasi di dalam laut (*intermediate or deep circulation*). Arus pada sirkulasi di permukaan laut didominasi oleh arus yang ditimbulkan oleh angin sedangkan sirkulasi di dalam laut didominasi oleh arus termohalin. Arus termohalin timbul sebagai akibat adanya perbedaan densitas karena berubahnya suhu dan salinitas massa air laut. Tabel perbandingan dapat dilihat pada table 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Perbandingan Data Arus Oscar dan Pengukuran Lapangan

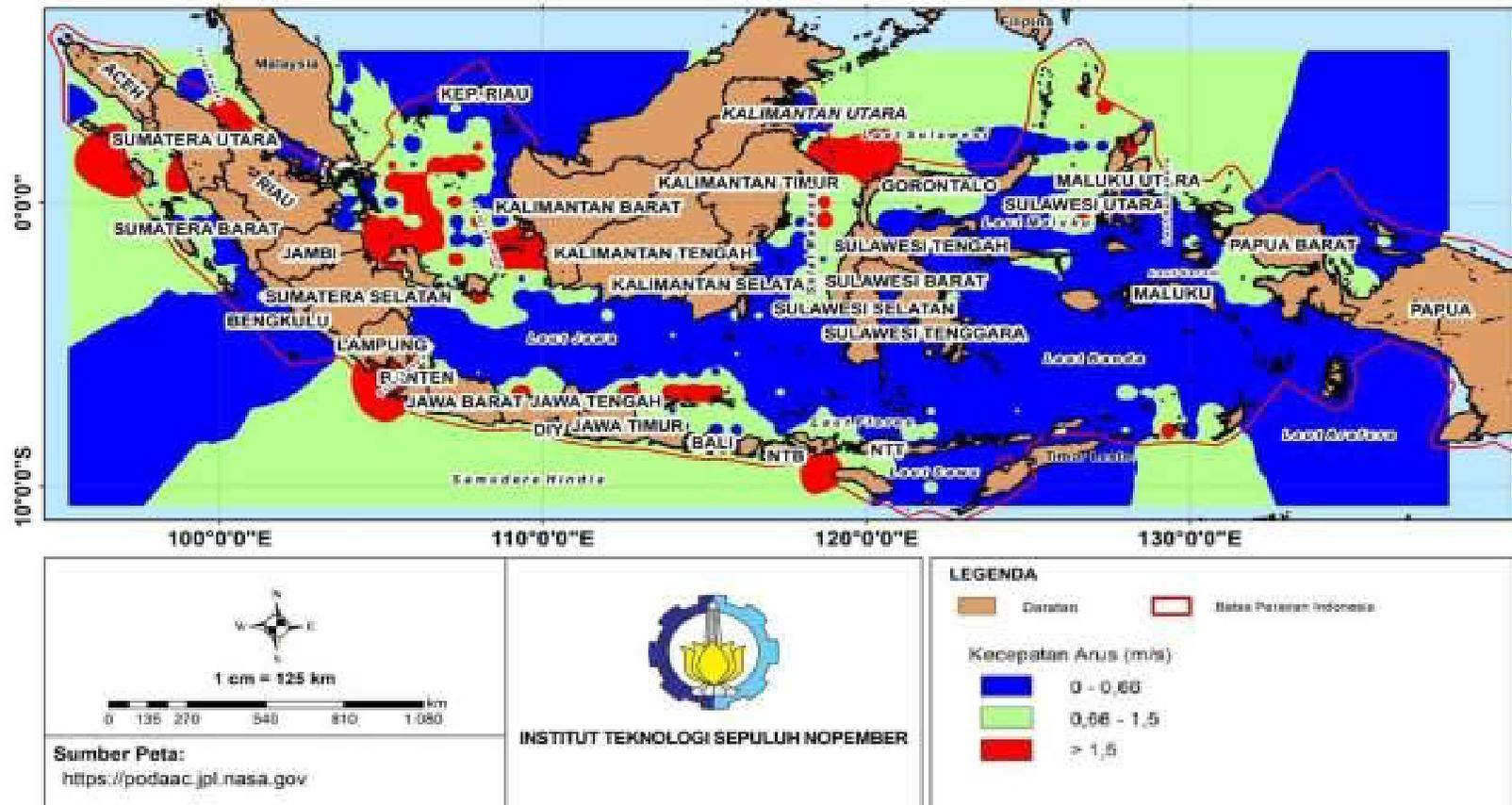
No	Tahun	Perbandingan	Oscar	Lapangan	Keterangan
			Rata-rata	Range	
1	2012	Kecepatan (m/s)	0.49	0.028 - 0.828	referensi lapangan: Wijaksono dkk. (Pengamatan 20-23 Oktober 2012)
		Lokasi	Laut Jawa	Perairan Jawa Tengah	
		kedalaman (m)	15	1,5	
2	2015	Kecepatan (m/s)	0.386	0.001 - 1.715	referensi Lapangan: Tanto dkk. (Pengamatan Juni-Juli 2015)
		Lokasi	Perairan Bali	Teluk Benoa	
		kedalaman (m)	15	Permukaan	
3	2017	Kecepatan (m/s)	0.176	0.141 - 0.242	referensi Lapangan: Soejarwo dkk. (Pengamatan November 2017)
		Lokasi	Laut Jawa	Perairan Jawa Barat	
		kedalaman (m)	15	Permukaan	

Tabel 4.2 di atas menunjukkan adanya perbedaan kecepatan antara data Oscar dengan data lapangan, banyak faktor yang menyebabkan adanya perbedaan nilai kecepatan arus laut yang terjadi misalnya perbedaan kedalaman pengukuran, metode atau alat dan lokasi tepatnya. Tetapi, perbedaan yang data kecepatan arus

laut dari data Oscar tidak terlalu jauh dalam artian masih dalam range nilai minimum dan maksimum data lapangan.

4.1.2 Kecepatan Arus Laut

Pemetaan kecepatan arus dilakukan untuk mendapat tampilan peta yang dapat dilihat dan dianalisis dengan melakukan pengolahan data kecepatan arus yang berasal dari OSCAR. Data tersebut diolah dengan menggunakan interpolasi pada software pemetaan. Tampilan peta dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Pemetaan Sebaran Kecepatan Arus Laut Permukaan Tahun 2013

Penghitungan dan interpolasi data kecepatan arus dilakukan selama 7 tahun yaitu pada tahun 2012-2018. Pemetaan hasil interpolasi kecepatan arus untuk tahun 2012, 2014-2018 dapat dilihat pada lampiran. Tampilan yang ditampilkan yaitu pemetaan pada tahun 2013 karena menurut data rata-rata kecepatan arus pada tahun 2013 kecepatannya yang paling tinggi.

Arus sebagai gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan dalam densitas air laut atau dapat pula disebabkan oleh tekanan air (Illahude, 1999). Peredaran umum diatur oleh persamaan gerak, salah satu hukum dasar mekanika yang dikembangkan oleh fisikawan Inggris dan matematikawan Sir Isaac Newton yang diterapkan pada volume air yang terus-menerus. Persamaan ini menyatakan bahwa produk percepatan massa dan arus sama dengan jumlah vektor dari semua gaya yang bekerja pada massa. Selain gravitasi, kekuatan terpenting yang menyebabkan dan mempengaruhi arus samudra adalah gaya gradien tekanan horizontal, gaya Coriolis, dan gaya gesek. Istilah temporal dan inersia umumnya sangat penting bagi arus umum, meskipun penting menjadi ciri sementara seperti liku dan eddies, (Gordon, 2018).

Hasil dari pengolahan data dengan pemetaan dapat dilihat bahwa kecepatan arus laut di Indonesia selama 7 tahun terakhir (2012-2018) bervariasi. Perbedaan tekanan menggerakkan massa air di daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah. Kecepatan arus bernilai negatif dan positif, untuk kecepatan arus yang bernilai negatif di pengaruhi oleh adanya Gaya coriolis yang mempengaruhi arah arus. Akibat pengaruh rotasi bumi atau gaya coriolis gerakan air ini dibelokkan ke arah kanan di belahan bumi utara dan ke arah kiri di belahan bumi selatan. Akhirnya air bergerak sejajar dengan slope atau tegak lurus bidang Gambar 3. Gaya akibat perbedaan tekanan disebut "gaya gradien tekanan" dan gaya ini diimbangi oleh gaya coriolis yang timbul akibat rotasi bumi (Azis, 2006).

Menurut peneliti dari Marines Current Turbines Ltd. PL Fraenkel (2002) pada Sunarti, 2011, lokasi yang ideal untuk instalasi pembangkit listrik tenaga arus di perairan yang mempunyai kecepatan arus 2 arah (bidirectional) minimum 2 m/s, yang ideal adalah 2,5 m/s atau lebih. Apabila satu arah (sungai/arus geostropik) minimum 1,2 m/s-1,5 m/s. Apabila dilihat pada hasil pemetaan,

perairan Indonesia mempunyai potensi energi arus laut yang cukup baik. Pada grafik kecepatan rata-rata arus laut pertahun memperlihatkan bahwa kecepatan arus paling tinggi terjadi pada tahun 2013 dan terendah pada tahun 2017. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai faktor misalnya iklim, cuaca, serta kecepatan angin yang dapat berubah setiap saat.

4.2 Pemetaan Pendekatan secara Teoritis

Pengolahan data kecepatan arus pada pendekatan teoritis dibuat dengan menggunakan pada perhitungan dengan asumsi luas permukaan turbin sebesar 1m^2 dengan rumus:

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (4.9)$$

Keterangan:

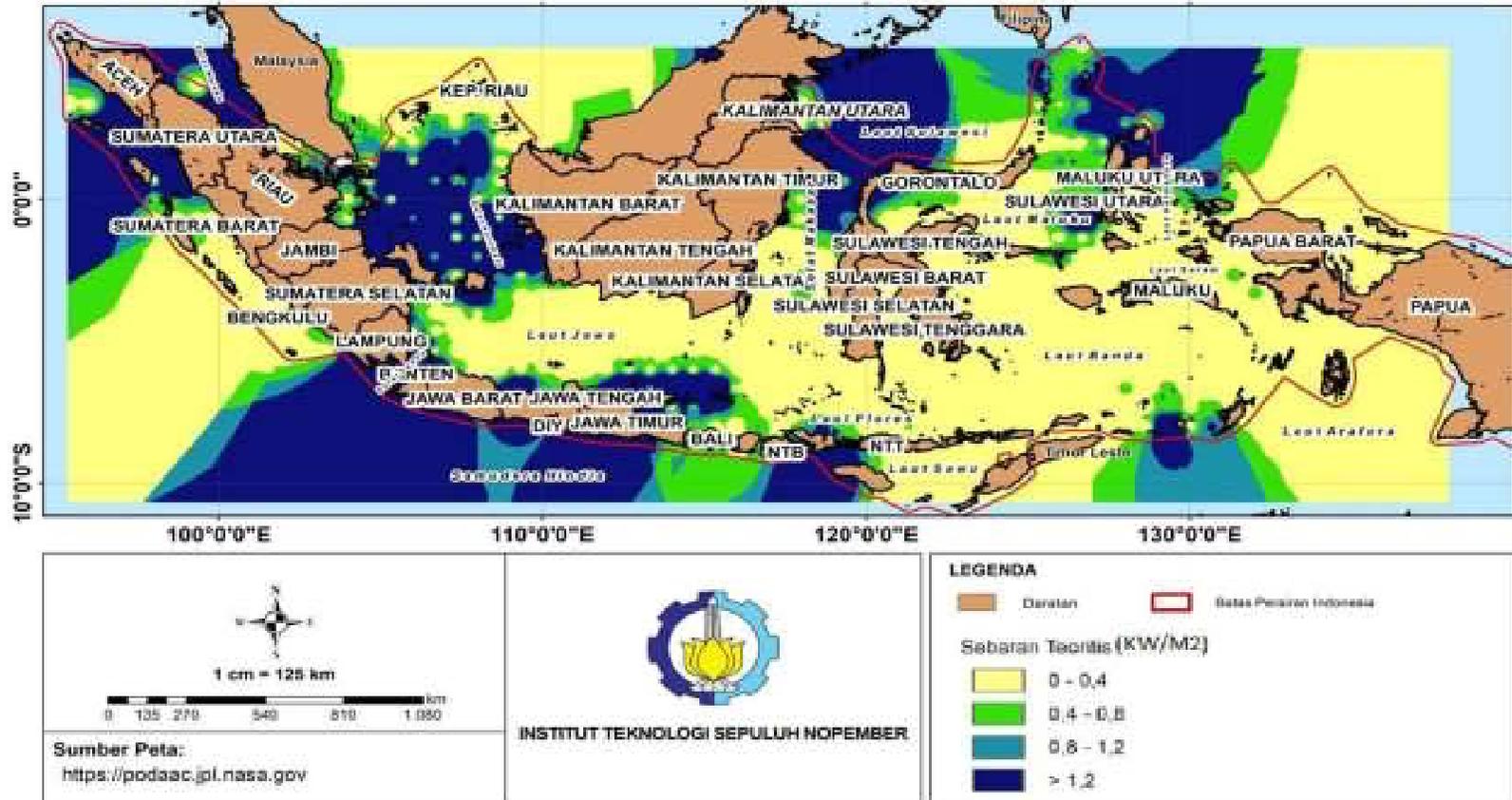
P_T = Daya Turbin (KW/m^2)

ρ = densitas air laut ($1025 \text{ kg}/\text{m}^3$)

A = total luas permukaan turbin (1m^2)

v = Kecepatan Arus laut (m/s)

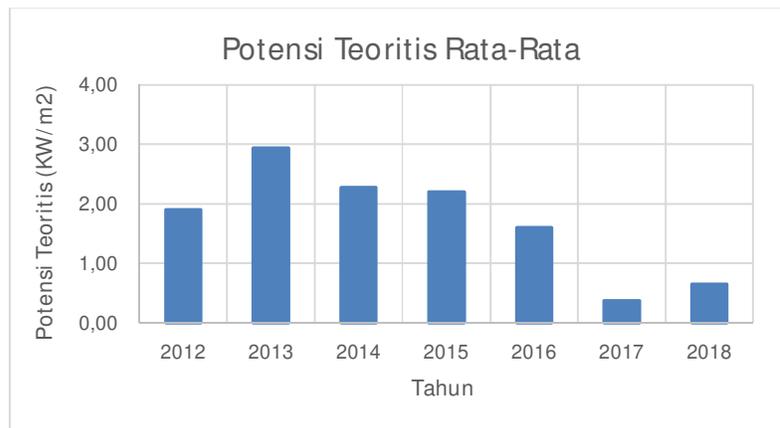
Setelah dilakukan pengolahan maka untuk dapat menampilkan hasil dalam bentuk peta, dilakukan pengolahan interpolasi dengan metode IDW (Inverse Distance Weighted). IDW adalah salah satu teknik interpolasi permukaan (surface interpolation) dengan prinsip titik inputnya dapat berupa titik pusat plot yang tersebar secara acak maupun tersebar merata. Metode bobot inverse distance atau jarak tertimbang terbalik (IDW) memperkirakan nilai-nilai atribut pada titik-titik yang tidak disampel menggunakan kombinasi linier dari nilai-nilai sampel tersebut dan ditimbang oleh fungsi terbalik dari jarak antar titik (Hayati 2012). Peta disajikan pada Gambar 4.3, yaitu:



Gambar 4.3 Hasil Pemetaan Potensi Energi Arus Laut secara Teoritis Tahun 2013

Setelah dilakukan interpolasi dengan metode IDW maka dapat dilihat pada hasil perbedaan potensi teoritis yang ada di perairan Indonesia. Pada hasil pemetaan tahun 2013 (gambar 4.9), terlihat perairan yang mempunyai potensi antara 0,4 KW sampai lebih dari 1,2 KW diantaranya yaitu sebelah barat pulau Sumatra terutama sebelah barat provinsi Sumatra Utara dan Sumatra Barat, semat Karimatam selat Makassar, Laut Maluku, Sebelah Utara Laut Jawa, Laut Halmahera, Laut Seram

Perhitungan dan pengolahan potensi arus laut secara teoritis seperti halnya perhitungan pada kecepatan arus, juga dilakukan selama 7 tahun yaitu tahun 2012-2018 dan grafik rata-rata per tahunnya dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Rata-Rata Potensi Arus Laut secara Teoritis Periode 2012-2018

Pada Gambar 4.5 grafik terlihat tahun yang paling berpotensi adalah pada tahun 2013 hal tersebut berbanding lurus dengan kecepatan arus Hal tersebut membuktikan bahwa apabila pembangkit arus salah satunya yaitu angin memiliki kecepatan yang tinggi maka arus yang terjadi akan memiliki kecepatan yang tinggi hal tersebut membuat potensi yang dimiliki akan semakin besar.

4.3 Pemetaan Pendekatan secara Teknis

Pendekatan secara teknis diolah berdasarkan dengan pengolahan secara teoritis dengan mengkalikan efisiensi turbin dan generator, sehingga rumus perhitungannya menjadi (Mukhtasor, 2014). :

$$P_T = \frac{1}{2} \cdot \eta_T \cdot \eta_G \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \dots\dots\dots (4.10)$$

Keterangan:

P_T = Daya Turbin (KW/m²)

η_T = Efisiensi turbin (0,35) (Gorban et. Al., 2001)

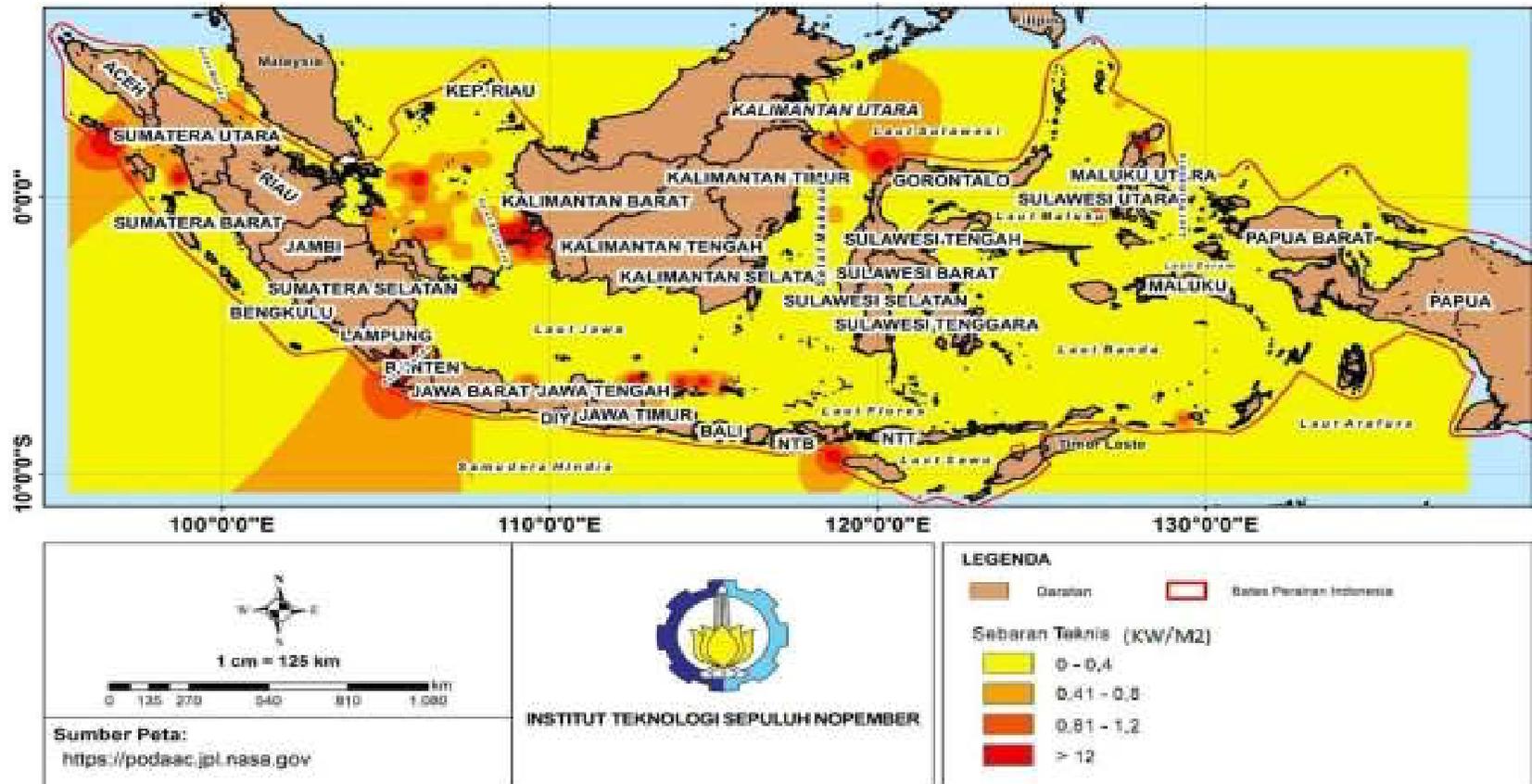
η_G = Efisiensi Generator PMG 5 KW sebesar 50% (Kasharjanto dkk, 2015)

ρ = densitas air laut

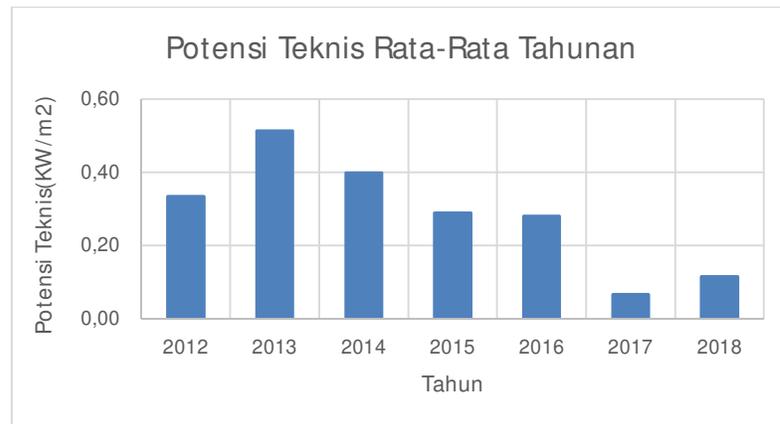
v = Kecepatan Arus laut (m/s)

A = total luas permukaan turbin (1m²)

Setelah dilakukan pengolahan maka untuk dapat menampilkan hasil dalam bentuk peta, dilakukan pengolahan interpolasi dengan metode IDW (Inverse Distance Weighted) sama seperti pendekatan teoritis. Peta disajikan pada Gambar 4.5 dan grafik tentang perbandingan potensi teknis energy arus laut ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.5 Hasil Pemetaan Potensi Energi Arus Laut secara Teknis Tahun 2013



Gambar 4.6 Rata-Rata Potensi Energi Arus Laut secara Teknis
Periode tahun 2012-2018

Potensi analisis arus laut secara teoritis ditentukan dengan memasukkan rumus (4.6), untuk pengolahan secara teknis yaitu dengan mengalikan hasil penghitungan teoritis dengan efisiensi turbin yang digunakan. Pada penelitian kali ini digunakan asumsi efisiensi turbin gorlove (35%). Asumsi lainnya yang digunakan yaitu asumsi efisiensi generator yaitu digunakan generator PMG 5 kW berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kasharjanto dkk pada tahun 2015 dengan penggunaan generator yang sudah 4 tahun dan mengalami beberapa perbaikan, asumsinya yaitu 50%. Setelah dilakukan pengolahan maka untuk dapat menampilkan hasil dalam bentuk peta, dilakukan pengolahan interpolasi dengan metode IDW juga sama dengan pengolahan pada teoritis.

Setelah dilakukan interpolasi dengan metode IDW maka dapat dilihat pada hasil perbedaan potensi teknis pada perairan Indonesia. Pada hasil pemetaan tahun 2013, hasilnya berbanding lurus dengan pemetaan yang dilakuka secara teoritis yaitu dapat dikatakan seluruh perairan cukup berpotensi untuk energi potensi arus laut tetapi ada beberapa daerah yang menonjol dengan potensi yang cukup besar terlihat berpotensi antara 0,41 KW/m² sampai lebih dari 1,2 KW/m² daerahnya mengerucut yaitu pada perairan selat Karimata, di pulau Sumatra mengerucut menjadi sebelah barat provinsi Sumatra Utara dan Sumatra barat, sebagian selat Makassar, sebagian laut Maluku, dan Laut Halmahera.

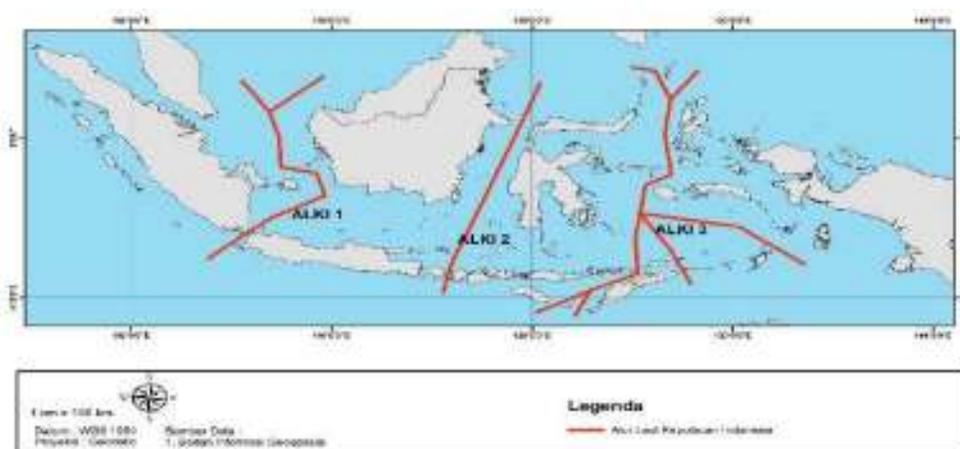
Pada skenario lain yang dilakukan oleh Abida dkk pada tahun 2016 yang melakukan penelitian tentang potensi energi laut berdasarkan elektronik turbin di selat Lombok, salah satunya dengan menggunakan turbin Gorlov dengan skenario $1,3125 \text{ m}^2$ dari penampang keseluruhan bilah $3,75 \text{ m}^2$, dengan efisiensi 35%, turbin Pada sumbu bidang $0,75 \text{ m}^2$, dari luas penampang secara keseluruhan adalah $3,75 \text{ m}^2$, dengan efisiensi lebih dari 20%. Konversi energi arus laut di Selat Lombok yang menggunakan skenario turbin Gorlov's memiliki energi terbesar di kedalaman 45 meter dengan energi 1589.666 kWh.

Pada grafik, terlihat tahun yang paling berpotensi sama dengan hasil perhitungan secara teoritis yaitu pada tahun 2013 (hasil lainnya dapat dilihat pada lampiran) hal tersebut berbanding lurus dengan kecepatan arus yang terlihat pada grafik kecepatan arus. Hal tersebut menjelaskan bahwa potensi arus laut secara teknis ternyata berbanding lurus dengan potensi secara teoritis.

4.4 Pendekatan secara Praktis

4.4.1 Peta Jalur Pelayaran

Indonesia memiliki 3 jalur pelayaran besar yaitu Alur Laut Kepulauan Indonesia (Alki) yaitu ALKI 1 sampai Alki 3, dan dapat dilihat pada Gambar 4.7. Jalur pelayaran tersebut juga digunakan untuk jalur pelayaran International yang melewati wilayah Indonesia.



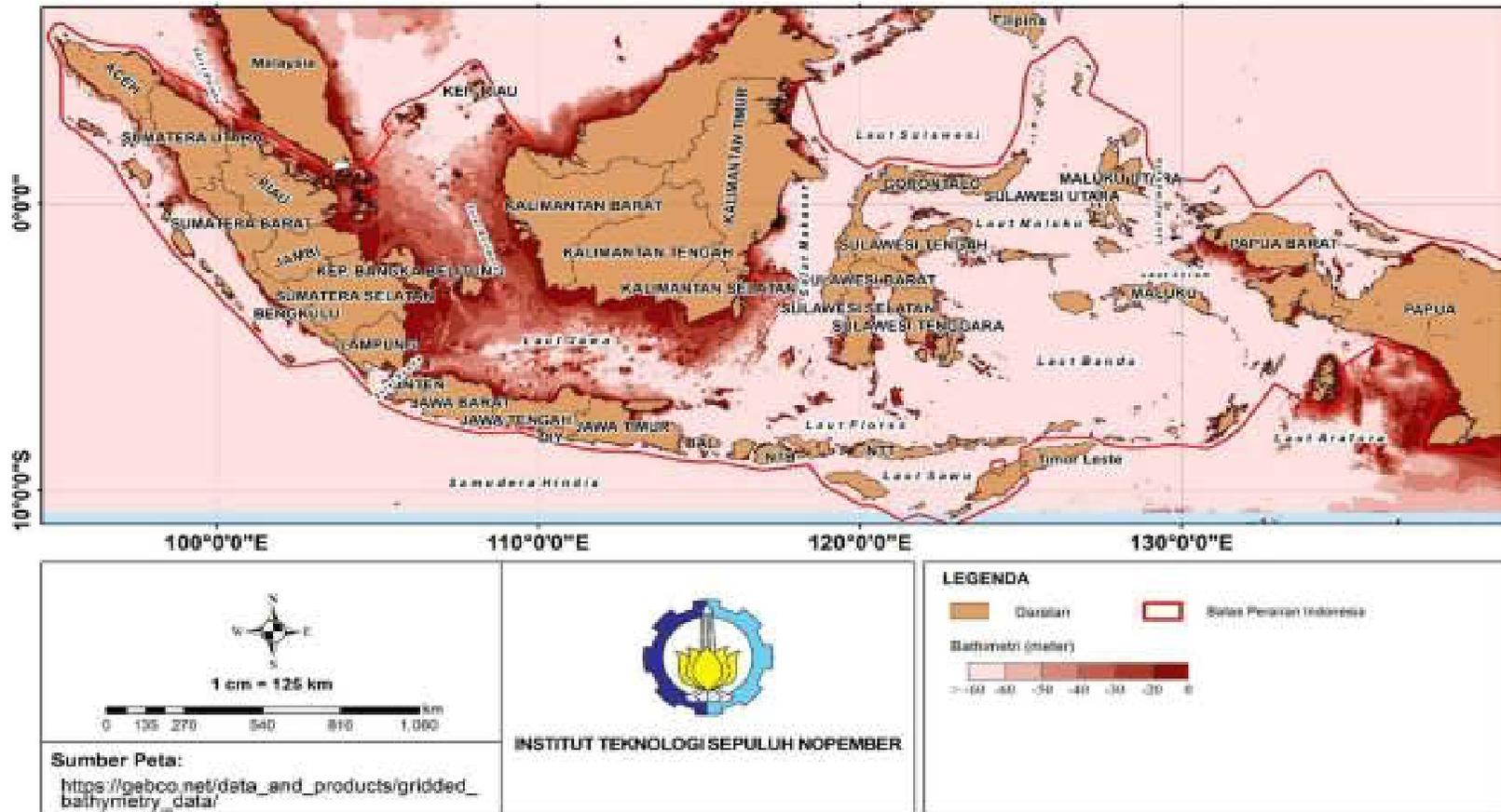
Gambar 4.7 Peta Jalur Pelayaran di Indonesia

Kecepatan arus di Indonesia termasuk dalam kecepatan yang rendah dikarenakan adanya kecepatan angin yang rata-rata tidak terlalu tinggi, kecepatan angin merupakan salah satu pembangkit arus laut terutama arus laut permukaan. Sedangkan batimetri sebagai petunjuk tinggi rendahnya dasar laut (Nurjaya, 1991 dalam Defrimilsa,2003). Dimana terbentuknya batimetri itu sendiri dipengaruhi oleh besarnya arus dan transpor sedimen yang terjadi pada suatu dasar laut. Semakin tinggi kemiringan batimetri pada dasar laut, semakin besar pula kecepatan arus yang terjadi.

Kecepatan arus yang dilewati oleh jalur pelayaran misalnya jalur ALKI 1 sampai 3, memiliki kecepatan yang cenderung paling tinggi jika dibandingkan dengan perairan lain. Hal tersebut salah satunya disebabkan oleh bathimetri kedalaman yang dalam.

4.4.2 Peta Bathimetri

Data bathimetri diunduh dari website GEBCO lalu diolah menggunakan software pemetaan agar dapat ditampilkan dan dianalisis dengan lebih jelas. Tampilan pada Gambar 4.8 merupakan tampilan peta bathimetri secara umum dengan variasi kedalaman.

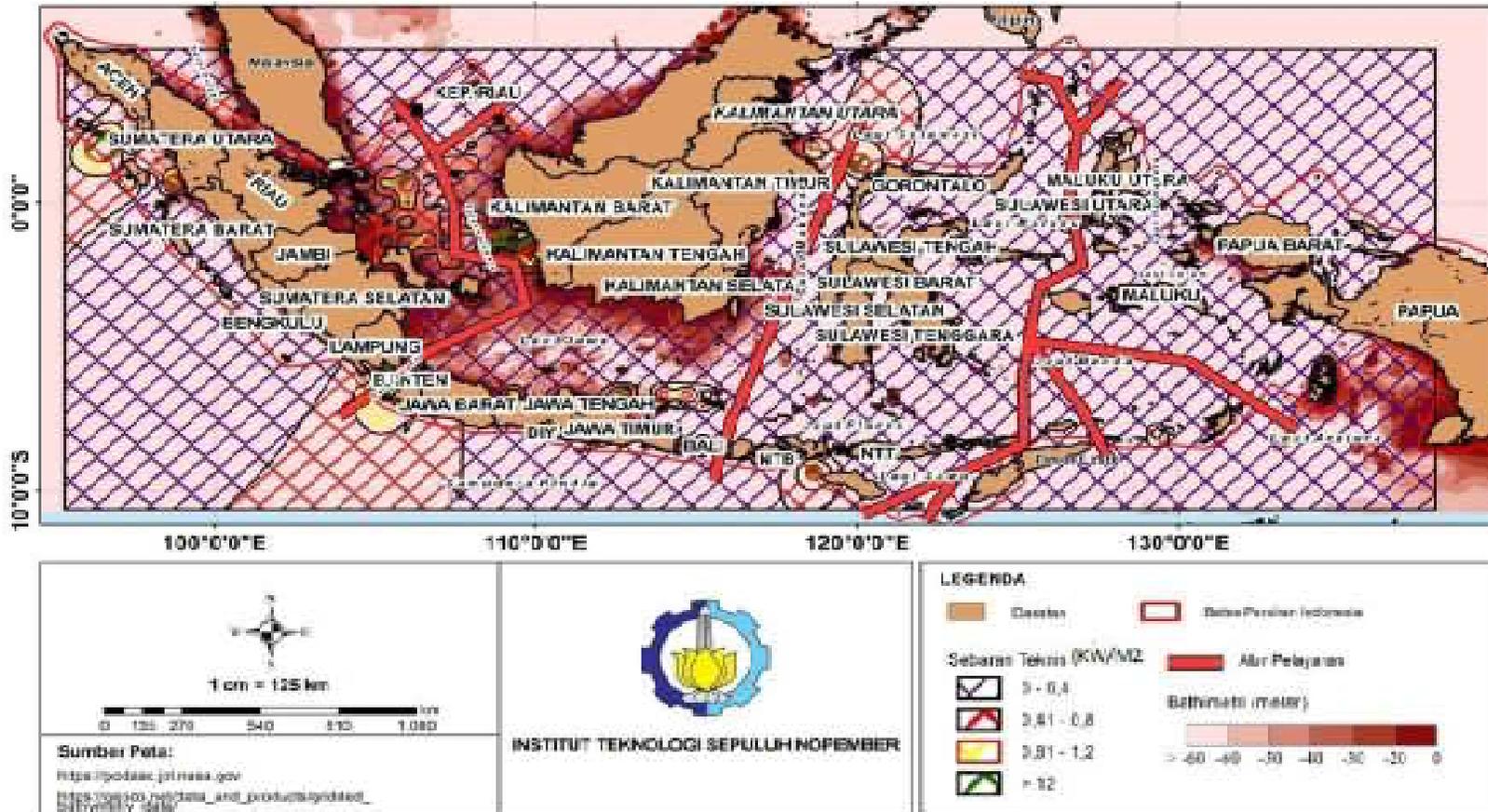


Gambar 4.8 Peta Bathimetri Indonesia

Tabel 4.3 Skoring Applicable dan Non Applicable berdasarkan Bathimetri

Depth	Score	Keterangan
0 – 20 m	2	Non Applicable
20– 30 m	5	Applicable
30– 40 m	4	Applicable
40– 50 m	3	Aplicable
50 – 60 m	1	Non Aplicable
>60 m	0	Non Aplicable

Setelah dilakukan pemetaan terhadap kedalaman dan dilakukan skoring (table 4.4) maka selanjutnya peta bathimetri diberikan batasan perairan sehingga dapat diketahui daerah perairan mana saja yang berpotensi jika dilihat melalui bathimetri dan melalui kualifikasi alat yang digunakan dengan bathimetri. Berdasarkan peta bathimetri yang ada hasil yang di dapatkan menunjukkan semakin banyaknya daerah yang berpotensi untuk energi arus laut dikarenakan menurut peneliti dari Marines Current Turbines Ltd. PL Fraenkel (2002), lokasi yang ideal untuk instalasi pembangkit listrik tenaga arus di perairan yang mempunyai kecepatan arus 2 arah (bidirectional) minimum 2 m/s, yang ideal adalah 2,5 m/s atau lebih. Apabila satu arah (sungai/arus geostropik) minimum 1,2 m/s-1,5 m/s. kedalaman tidak kurang dari 15m dan tidak lebih dari 40 – 50 m. relatif dekat dengan pantai agar energi dapat disalurkan dengan biaya rendah. Peta overlay (gabungan) antara data pendekatan teknis, bathimetri dan Alki1-3 di tampilkan pada Gambar 4.9



G Gambar 4.9 Peta Pendekatan Praktis Tahun 2013

Analisis potensi arus laut secara praktis dilakukan dengan menganalisis potensi arus laut secara teknis dengan bathimetri dan jalur pelayaran ALKI 1-3. Pengolahan potensi arus laut secara teknis didapatkan hasil yaitu daerah yang berpotensi terletak pada (berdasarkan data tahun 2013) perairan sebelah barat provinsi Sumatra Utara dan Sumatra Barat, sebagian Selat Makassar, sebagian Laut Maluku, dan Laut Halmahera.

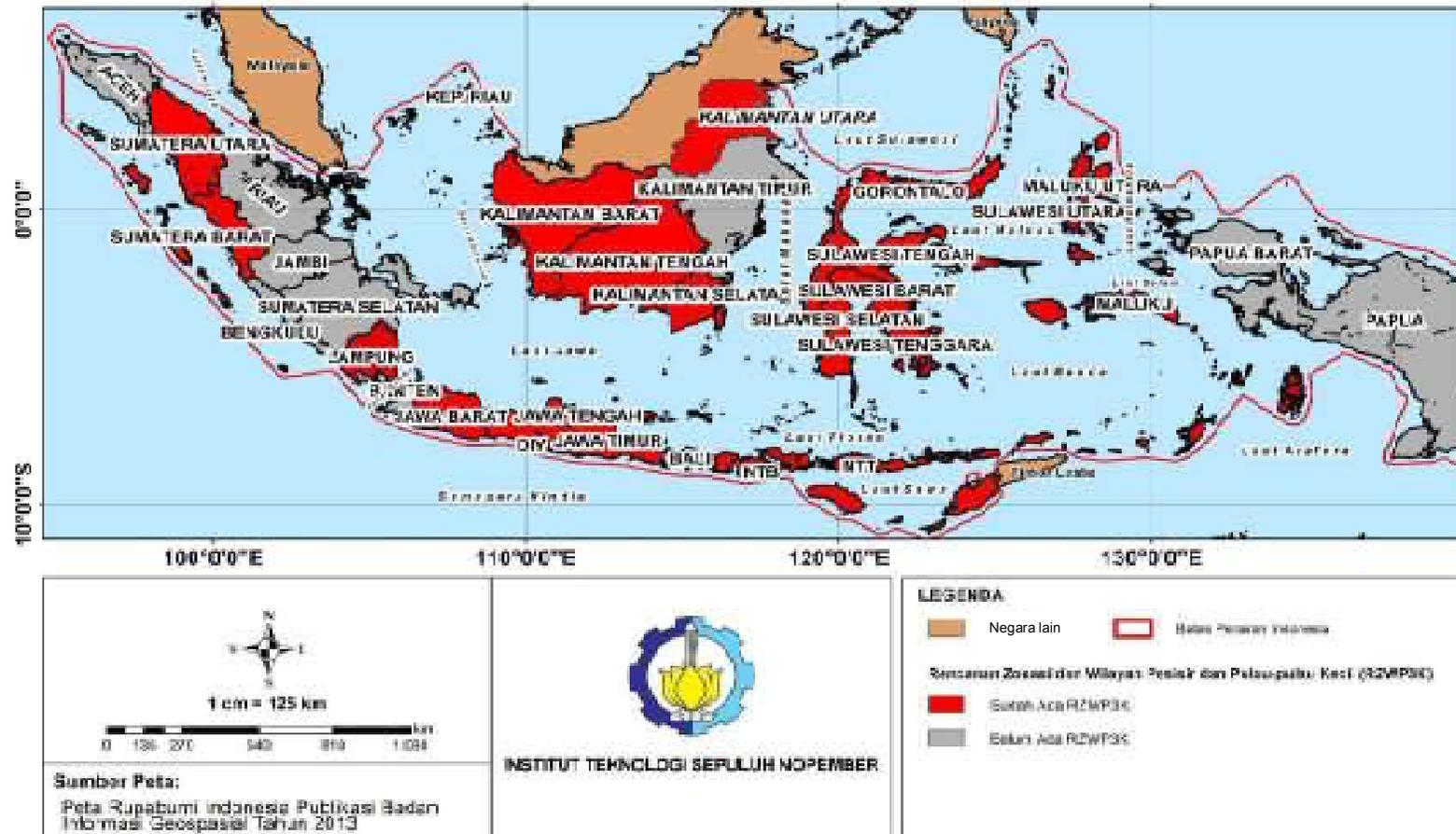
Kurniawan (2014) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa turbin gorlove merupakan penyempurnaan dari turbin Darrieus perbedaannya terletak pada bladenya Turbin Darrieus mempunyai blade lurus sedangkan turbin Gorlov mempunyai blade helikal. Gorlove Dapat berputar pada kecepatan air 0.6 m/s. Jenis turbin gorlov dengan ukuran 6 inchi yang mempunyai dua sudu dapat menghasilkan daya hingga 10 Watt pada kecepatan air 3 knot (1,543 m/s). Turbin ini mulai menghasilkan daya pada kecepatan 1,5-2 knot. Teknologi dengan menggunakan turbin Gorlov dirasa cocok diterapkan pada perairan Indonesia yang memiliki kecepatan arus laut tidak terlalu besar terutama arus laut permukaan dan dapat dengan mudah dimanfaatkan karena peletakannya tidak memerlukan kedalaman tertentu untuk dapat menghasilkan daya listrik.

Berdasarkan analisis peta jalur pelayaran dan peta bathimetri, daerah perairan yang berpotensi berada di sekitar pantai sepanjang pulau Sumatra, Kalimantan, Jawa dan Papua serta Maluku. Tetapi untuk daerah sepanjang pantai Sumatra Kalimantan dan Jawa dikarenakan dilewati oleh Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI 1) sehingga instalasi hanya dapat dilakukan pada sekitar pantai Kalteng, Sulsel, Gorontalo, Sulut, Sumbar bagian barat, Sumut bagian barat, dan Papua mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan karena tidak dilewati oleh jalur ALKI. Sedangkan untuk disekitar jalur pelayaran nasional maupun internasional sehingga apabila peletakan turbin dilakukan besar kemungkinan akan bertabrakan dengan kapal-kapal yang berlalu lalang. Solusi yang disarankan yaitu dengan menandai lokasi peletakan turbin sehingga tidak bertabrakan dengan kapal-kapal yang ada.

4.5 Pendekatan secara Terakses

Pendekatan secara terakses yaitu pendekatan yang melihat adanya peraturan yang mengatur tentang pengadaan sumber daya energi terutama energi listrik dan pemanfaatan daerah perairan pada tiap daerah. Tata urutan peraturan sebagaimana diatur dalam undang-undang nomer 12 tahun 2011 tentang peraturan perundang-undangan yang salah satu asasnya menyatakan bahwa peraturan yang lebih rendah atau dibawahnya tidak boleh bertentangan dengan peraturan yang lebih tinggi atau diatasnya. Tata urutan yaitu Undang-Undang, Peraturan Pemerintah pengganti undang-undang (PERPU), Peraturan Pemerintah, Peraturan Presiden (PERPRES) atau Keputusan Presiden (KEPPRES), Peraturan Menteri (PERMENT) atau Keputusan Menteri (KEPMENT), dan lalu yang terakhir pada peraturan daerah (PERDA).

Peraturan daerah yang berkaitan dengan pengelolaan daerah laut dinamakan Rencana Zonasi Wilayah Perairan dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K). Ada 21 provinsi yang sudah menetapkan RZWP3K Ke-21 provinsi yang sudah mempunyai Perda RZWP3K itu, adalah Sumatera Utara, Sumatera Barat, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DIY, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, Kalimantan Selatan, NTB, NTT, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Maluku, dan Maluku Utara, berikut Gambar 4.16 menampilkan provinsi-provinsi yang sudah mengeluarkan PERDA tentang Rencana Zonasi Wilayah Perairan dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K).



Gambar 4.10 Peta RZWP3K

RZWP3K merupakan dasar peraturan daerah yang pada intinya berisikan tentang perizinan pemanfaatan daerah perairan pada tiap provinsi. Pada peta 16 diatas menunjukkan bahwa tidak semua provinsi memiliki peraturan daerah tersebut. Tetapi dengan adanya peraturan daerah tersebut tidak menghalangi tentang adanya pemanfaatan arus laut pada daerah yang berpotensi dengan tujuan untuk mensejahterakan masyarakat sekitar, karena misalnya pada RZWP3K Jawa Timur menyebutkan bahwa Perencanaan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil adalah suatu proses penyusunan tahapan-tahapan kegiatan yang melibatkan berbagai unsur kepentingan di dalamnya, guna pemanfaatan dan pengalokasian sumberdaya pesisir dan pulau-pulau kecil yang ada dalam rangka meningkatkan kesejahteraan sosial dalam suatu lingkungan wilayah atau daerah dalam jangka waktu tertentu.

4.6 Pendekatan secara Operasional (Viable)

Pendekatan secara Operasional yaitu pendekatan secara kepadatan penduduk dan distribusi listrik pada daerah tersebut yang dilihat dari kebutuhan listrik pada daerah yang berpotensi untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai potensi energi arus sebagai sumber energi terbarukan. Pada gambar 4.11 dan 4.12 dibawah ini dapat dilihat grafik antara kepadatan penduduk tiap provinsi dan distribusi listrik tiap provinsi yang seharusnya berbanding lurus tetapi dapat dilihat bahwa ada beberapa provinsi yang berbanding lurus dan ada yang tidak. Berikut adalah datanya yang disajikan berupa Tabel 4.4 dan konsumsi Listrik per-kapita di Indonesia disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.4 Tabel kepadatan penduduk dan distribusi listrik tahun 2013 di Indonesia

Provinsi	Simbol	Penduduk (jiwa/km ²)	Distribusi Listrik (GWh)
		2013	2013
ACEH	1	83	1815.04
SUMATERA UTARA	2	186	7917.24
SUMATERA BARAT	3	121	2712.85
RIAU	4	69	3597.44
JAMBI	5	66	955.66
SUMATERA SELATAN	6	85	4162.09
BENGKULU	7	91	641.52
LAMPUNG	8	229	3182.21
KEP. BANGKA BELITUNG	9	80	721.24
KEP. RIAU	10	227	2421.92
DKI JAKARTA	11	15015	39937.28
JAWA BARAT	12	1282	39092.56
JAWA TENGAH	13	1014	18205.08
DI YOGYAKARTA	14	1147	2205.79
JAWA TIMUR	15	803	28708.11
BANTEN	16	1185	9750.37
BALI	17	702	3914.32
NUSA TENGGARA BARAT	18	254	1133.33
NUSA TENGGARA TIMUR	19	102	639.57
KALIMANTAN BARAT	20	32	1889.39
KALIMANTAN TENGAH	21	16	854.78
KALIMANTAN SELATAN	22	99	1880.66
KALIMANTAN TIMUR	23	19	2731.58
KALIMANTAN UTARA	24	0	0
SULAWESI UTARA	25	170	1192.52
SULAWESI TENGAH	26	45	758.70
SULAWESI SELATAN	27	179	4156.49
SULAWESI TENGGARA	28	63	621.64
GORONTALO	29	98	328.40
SULAWESI BARAT	30	74	207.59
MALUKU	31	35	469.96
MALUKU UTARA	32	35	259.10
PAPUA BARAT	33	9	383.99
PAPUA	34	10	713.26

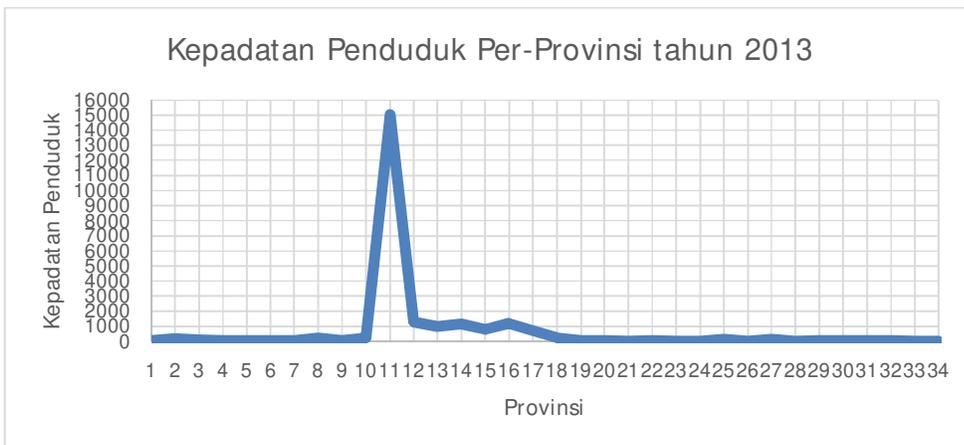
Sumber data: BPS

Tabel 4.5 Tabel konsumsi listrik di Indonesia per kapita

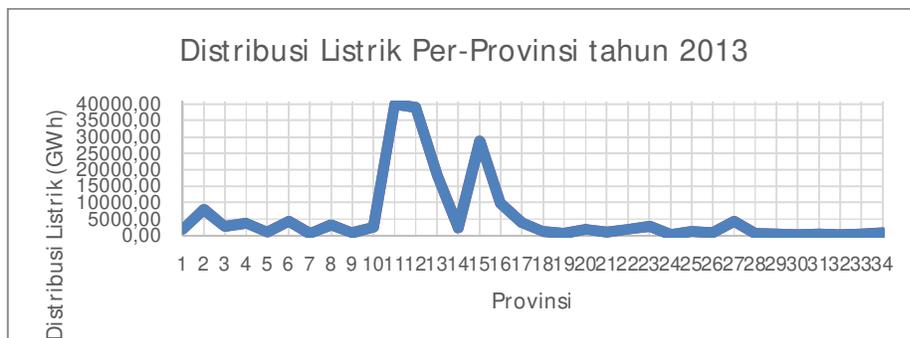
Wilayah	Konsumsi Listrik per Kapita (MWH/Kapita)					
	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Indonesia	1.02	0.95	0.91	0.88	0.84	0.79

Sumber Data : BPS

Pada tabel 4.5 di atas yaitu data yang telah diurutkan dari yang terbesar dapat terlihat bahwa kepadatan penduduk dan distribusi listrik berbanding lurus tetapi berbeda apabila dibandingkan dengan konsumsi listrik yang berbanding terbalik. Hal tersebut menunjukkan bahwa distribusi listrik yang tinggi bukan merupakan cerminan dari konsumsi listrik yang tinggi pula.



Gambar 4.11 Kepadatan Penduduk Tiap Provinsi di Indonesia tahun 2013



Gambar 4.12 Distribusi Listrik Tiap Provinsi di Indonesia tahun 2013

Sebagian daerah memiliki kepadatan penduduk dan distribusi yang tinggi tetapi konsumsinya tidak tinggi seperti DKI Jakarta hal itu menunjukkan bahwa DKI Jakarta memiliki cadangan listrik tinggi karena pemakaian dan distribusi listriknya berbanding terbalik. Sedangkan daerah yang mempunyai kebutuhan listrik tinggi tetapi distribusinya rendah seperti Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sumatra Barat bagian barat, Sumatra Utara bagian barat, dan Papua mempunyai potensi sebagai daerah pemanfaatan energi listrik yang berasal dari arus laut dengan potensi sebesar 0 – lebih dari 1,2 KW/m². Daerah tersebut dapat disajikan dalam bentuk peta pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.13 dibawah ini:

Tabel 4.6 Tabel Klasifikasi Potensi Energi Arus Laut Tahun 2013

Provinsi	Pendekatan					
	Teoritis	Teknis	Praktis bathimetri (m)	Terakses	Kelayakan	
					Kepadatan Penduduk (Jiwa/m ²)	Distribusi Listrik (GWh)
Sumatra Utara	> 1,2	0,41 ->1,2	30-60	No.4 th 2019	186	7917.24
Sumatra Barat	0,41-0,8	0,41-0,8	30-60	No. 2 th 2018	121	2712.85
Sulawesi Utara	0,41-0,8	0,41-0,8	>60	No 1 th 2017	170	1192.52
Sulawesi Tengah	0,41-0,8	0,41-0,8	>60	No. 10 th 2017	45	758.70
Gorontalo	0,4-1,2	0,41-0,8	>60	No 4 th 2018	98	328.40

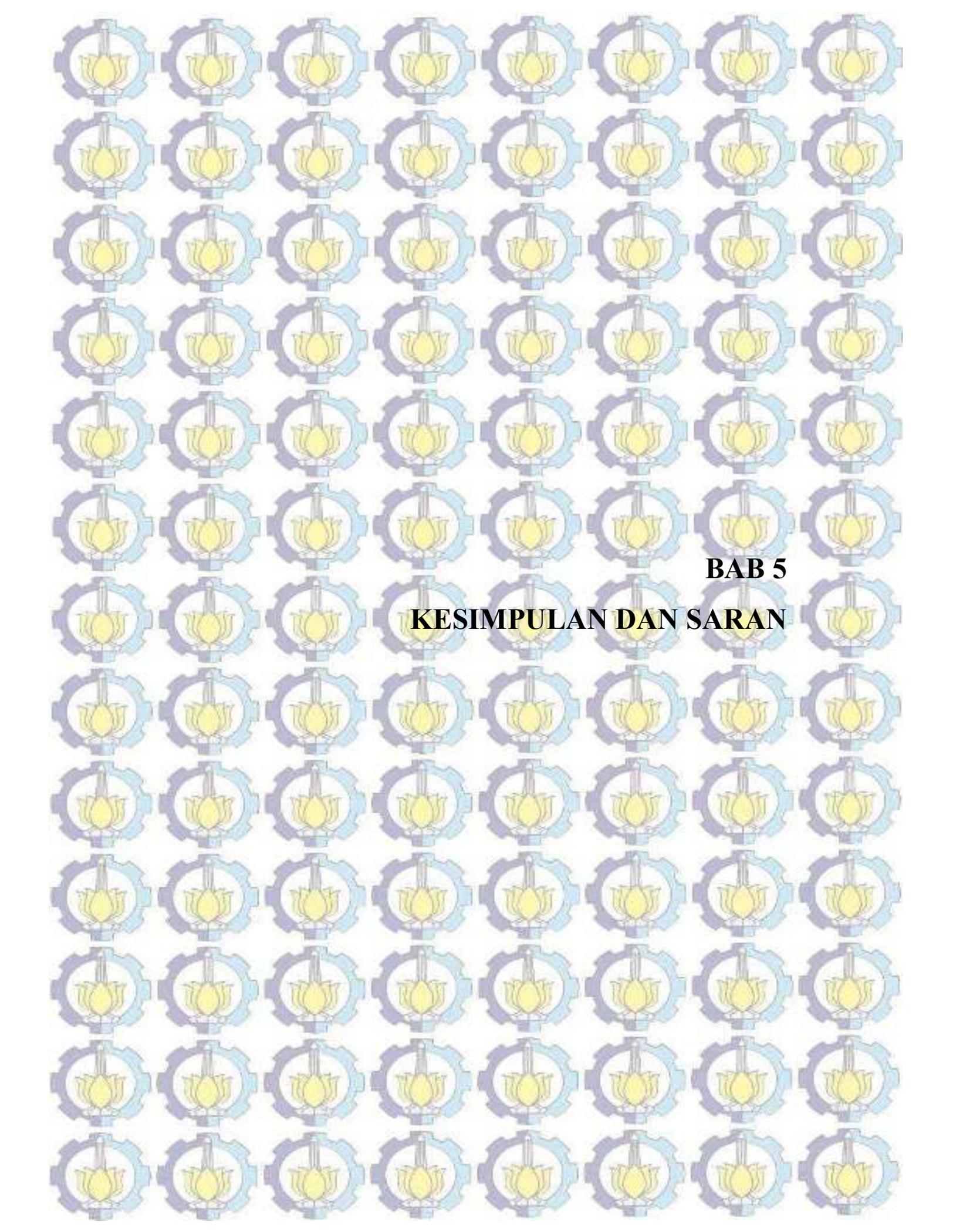


Gambar 4.13 Peta Lokasi Potensi Arus Listrik di Indonesia

Pada gambar 4.13 diatas menunjukkan bahwa daerah-daerah yang dapat dikembangkan potensi energi arus laut ditunjukkan dengan tanda bintang berwarna kuning dan ukuran bintang menjelaskan bahwa ukuran terbesar merupakan prioritas utama dengan potensi dapat mencapai 1,2 KWH dan bukan merupakan daerah alki serta bathimetri yang masuk dalam kriteria applicable. Selain itu, daerah-daerah tersebut memiliki RZWP3K yang merupakan dasar peraturan untuk pengelolaan pemanfaatan daerah pesisir yang dapat dijadikan izin untuk pengembangan teknologi energi arus laut.

Daerah sebelah barat Sumatra utara dan Sumatra Barat termasuk dalam daerah yang pemakaian listriknya tinggi, tidak dilewati jalur ALKI, memiliki RZWP3K yaitu Perda nomer 4 tahun 2019 untuk Sumatra Utara dan Perda nomer 2 tahun 2018 yang mengatur tentang tata pengelolaan wilayah laut lebih tepatnya pengaturan tentang izin pengelolaan, dan memiliki potensi energi arus laut secara teknis yang cukup untuk dikembangkan yaitu mencapai 1,2 KW dan daerah bathimetrinya yang memadai untuk mengaplikasikan teknologi pengembangan potensi energi arus laut.

Sumatra Utara pada dasarnya dapat dibagi atas: Pesisir Timur, Pegunungan Bukit Barisan, Pesisir Barat, Kepulauan Nias. Pesisir barat merupakan wilayah yang cukup sempit, dan memiliki potensi energi arus laut yang dapat dikembangkan. Sumatra Barat terletak di pesisir barat di bagian tengah pulau Sumatra yang terdiri dari dataran rendah di pantai barat dan dataran tinggi vulkanik yang dibentuk oleh Bukit Barisan. Kepulauan Mentawai yang terletak di Samudera Hindia termasuk dalam provinsi ini. Di provinsi ini berhulu sejumlah sungai besar yang bermuara ke pantai timur Sumatra seperti Batang Hari, Siak, Inderagiri (disebut sebagai Batang Kuantan di bagian hulunya), dan Kampar. Sementara sungai-sungai yang bermuara ke pesisir barat adalah Batang Anai, Batang Arau, dan Batang Tarusan. Dengan banyaknya daerah pesisir di Sumatra barat, maka potensi arus lautnya dapat dikembangkan dan difokuskan pada daerah pesisir barat.



BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

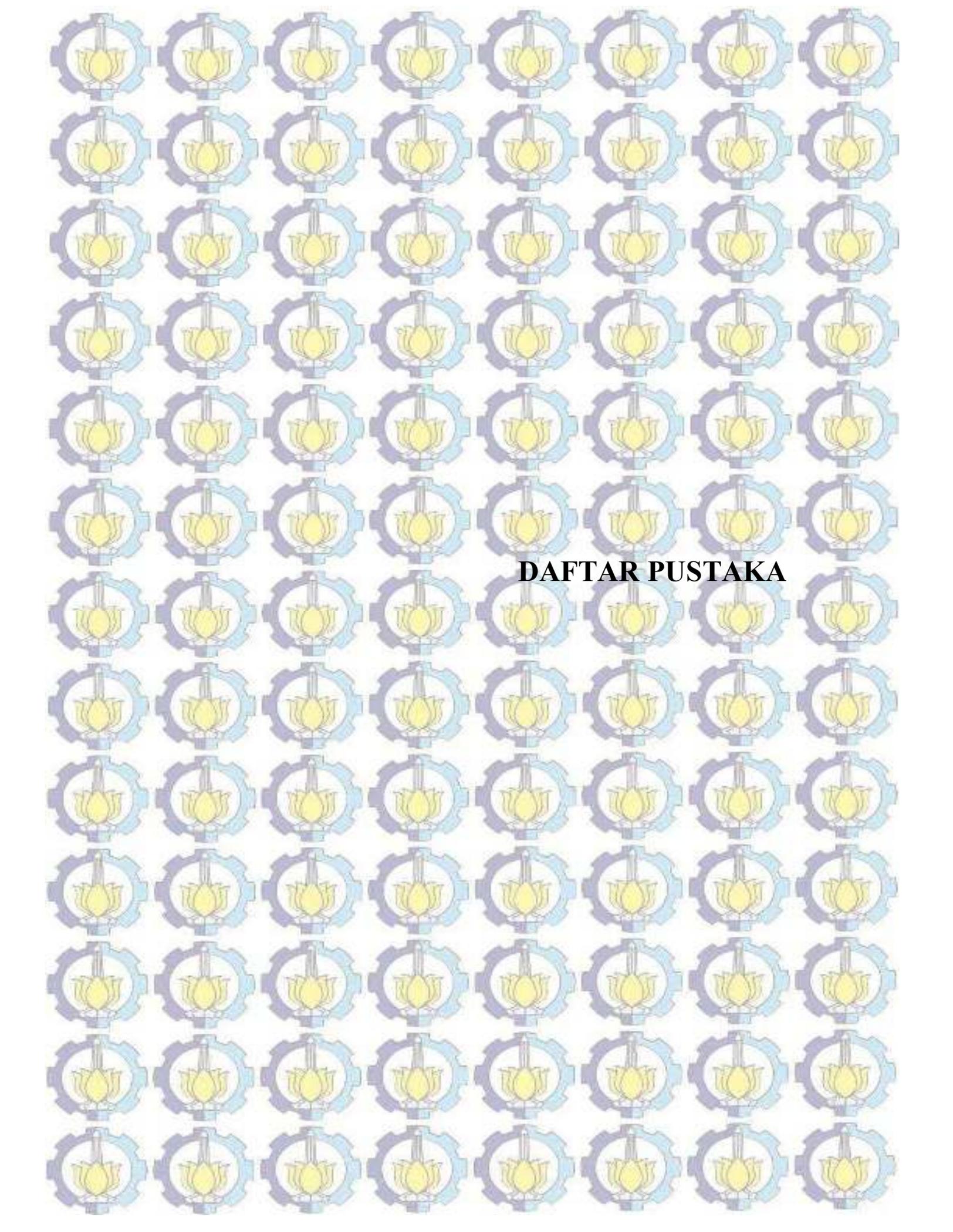
5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan data satelit rata-rata tahunan OSCAR yang menyajikan data kecepatan arus permukaan laut, maka didapatkan potensi energi laut di Indonesia secara teoritis dan teknis yang dihitung menggunakan efisiensi turbin gorlov berkisar antara $0 - 0,4\text{KW/m}^2$ untuk potensi tinggi, $0,41 - 0,81\text{KW/m}^2$ untuk potensi sedang, $0,81 - 1,2\text{KW/m}^2$ untuk potensi tinggi dan diatas $1,2\text{KW/m}^2$ untuk potensi sangat tinggi.
2. Lokasi yang potensial untuk energi listrik tenaga arus laut berdasarkan perhitungan secara teoritis, teknis, dan analisis data secara praktis, terakses serta Kelayakan (viable) yaitu di Kalimantan Tengah, Sulawesi Selatan, Gorontalo, Sulawesi Utara, Sumatra Utara dan Sumatra Barat bagian barat prioritas utama yang memungkinkan untuk survey lebih diarahkan tentang potensi energi arus laut yaitu berada di daerah Sumatra Utara dan Sumatra Barat bagian barat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang didapat daerah yang berpotensi yaitu daerah Sumatra utara dan Sumatra barat agar dilakukan survey penelitian lebih lanjut untuk dapat memaksimalkan potensi energi arus laut yang ada. Informasi pada penelitian ini digunakan hanya pada perairan terbuka.

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

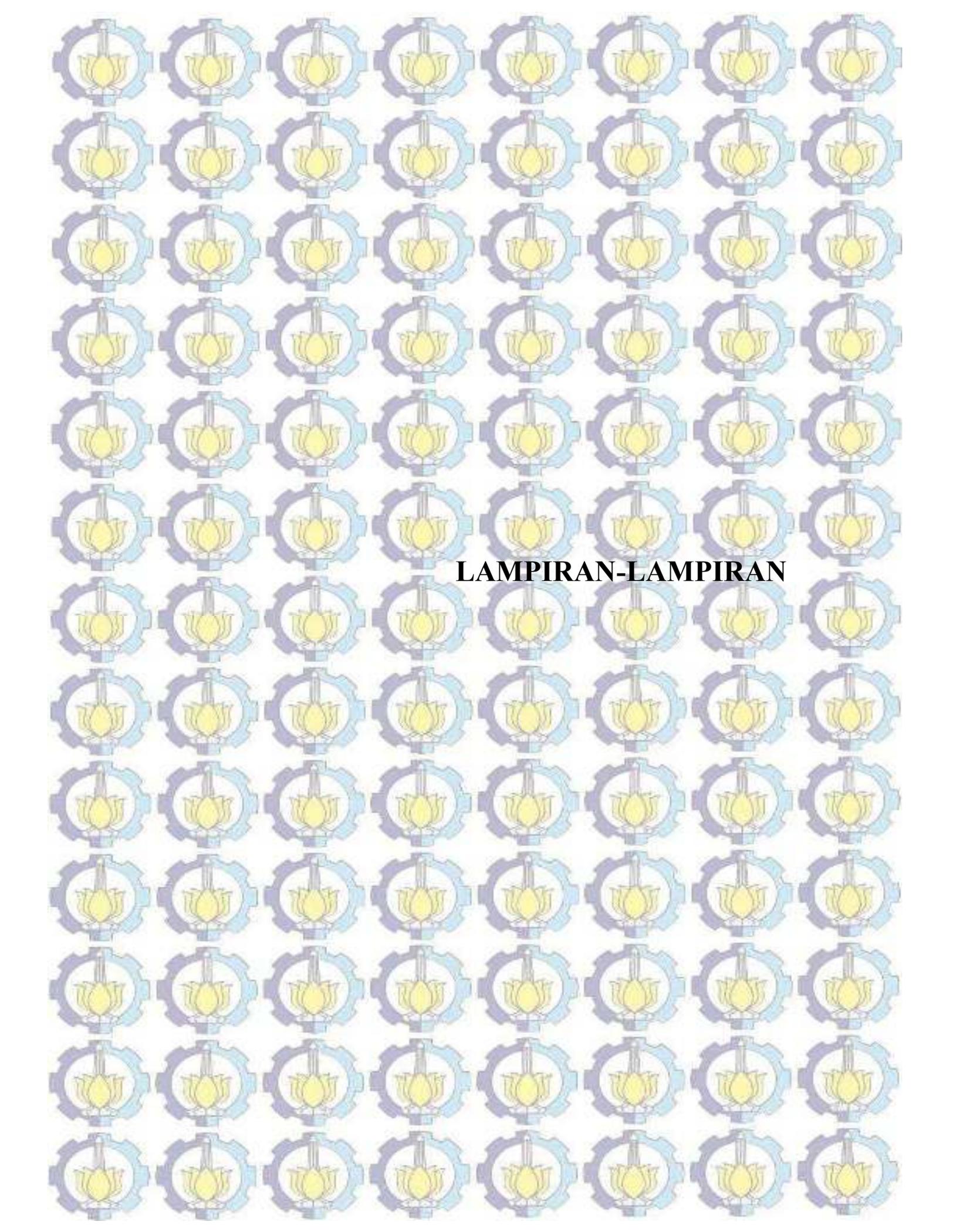
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, [www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/0506/marine_renewables/home/contents.htm]. Diunduh 01 September 2017
- Anonim, https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/OSCAR_L4_OC_third-deg. Diunduh 01 September 2017
- Anonim, Gebco Bathymetri Data, https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/. Diunduh 1 September 2017
- Anonim, <https://kkp.go.id/djprl/bpsplpadang/page/263-tata-ruang-laut> diakses pada tanggal 10 September 2019
- Anonim, <http://www.electricalibrary.com/en/2019/03/12/darrieus-turbine/>. diakses 11 Oktober 2019
- ASELI dan Kementerian ESDM, 2014. *Potensi Energi Laut Indonesia*. Badan Litbang ESDM dan Asosiasi Energi Laut Indonesia. Jakarta
- Azis, M. F. 2006. *Gerak Air di Laut*. Oseana 31(4) : 9 – 21.
- Bernawis, 2000. *Pengenalan Parameter Fisika Laut*. Piranti, Jakarta
- Bonjean F and Lagerloef G S E. 2002. *Diagnostic model and analysis of the surface currents in the tropical Pacific Ocean*; J. Phys. Oceanogr. 32 2938–2954.
- Bahaj, A.S., et al. 2007. *Power and Thrust Measurements of Marine Current Turbines under various Hydrodynamic Flow Conditions in a Cavitation Tunnel and a Towing Tank*. Renewable Energi. 32(3): p. 407-426.
- Basyiran, T.B., 2014. *Konsumsi Energi Listrik, Pertumbuhan Ekonomi dan Penduduk Terhadap Emisi Gas Rumah Kaca Pembangkit Listrik di Indonesia*. Thesis. DOI: 10.13140/RG.2.2.22056.06401. Research Gate.
- Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut. 13 Juni 2019. <https://kkp.go.id/djprl/artikel/11246-21-provinsi-sudah-tetapkan-perda-rencana-zonasi-wilayah-pesisir-dan-pulau-pulau-kecil> diunduh pada 12 September 2019
- Defrimilsa, 2003, *Studi Perbandingan Profil Batimetri Perairan Utara Belitung Hasil Deteksi Sistem Akustik Bim Terbagi SIMRAD EY-500 Dengan Profil Batimetri Peta Dishidros TNI-AL*. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Duxbury, A.A. and Sverdrup, K.A., 2000. *An Introduction to The World's Ocean*. McCrawHill, USA.
- El-Sayed, A.F dan Abdel Azim. 1995. *Dynamics of Vertical Axis Wind Turbines (Darrieus Type)*. Zagazig University.

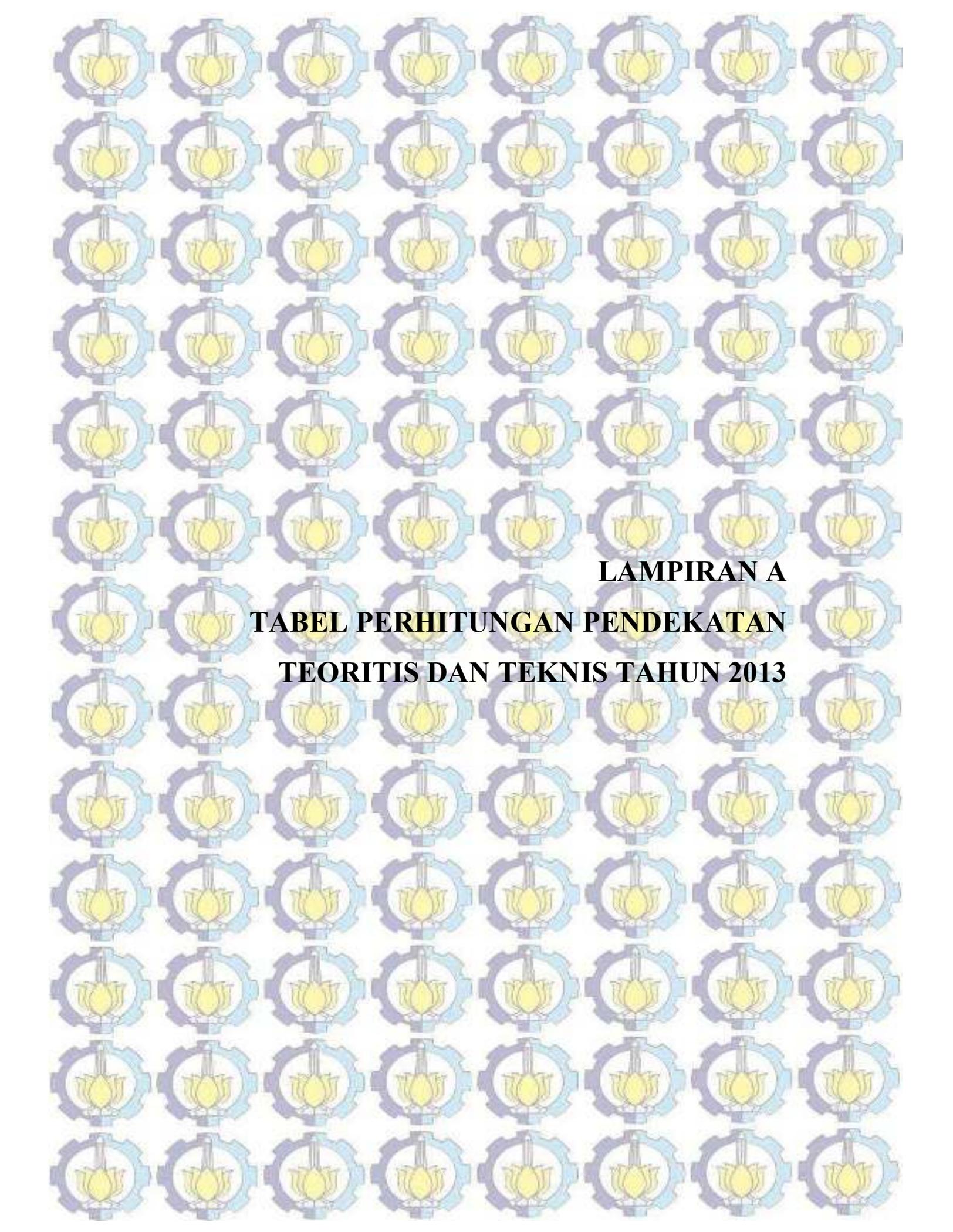
- Georgia Tech Research Corporation. September 15th 2013. *Assessment of Energi Production Potential from Ocean Currents along the United States Coastline Final Project Report*. Award Number: DE-EE0002661
- Geospatial Analysis – a comprehensive guide. 2nd edition © 2006–2008 de Smith, Goodchild, Longley". Spatialanalysisonline.com. Retrieved 2012-05-13. Wikipedia diakses 23-10-2017
- Gross, M. G. 1990. *Oceanography: A View of the Earth*. 5th Edition. Prentice Hall. London.
- Gorban. N., Alexander, A.M. Gorlov, V.M. Silantyey, 2001. *Limits of the Turbine Efficiency for Free Fluid Flow*. Journal of Energi Resources.
- Gorlov A.M. 1998. *Helical turbines for the Gulf stream: conceptual approach to design of a large scale floating power farm*. Marine Technol; 35: 175-82.
- Hadi, S. 2002. *Arus Laut*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Handoyo, Gentur dan Agus A.D Suryoputro. 2015. *Kondisi Arus dan Gelombang Pada Berbagai Kondisi Morfologi Pantai di Perairan Pantai kendal Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Kelautan Tropis Juni 2015 Vol. 18(1):33–37.
- Ilahude, A.G. 1999. *Pengantar Oseanografi Fisika*. Pusat dan Pengembangan.
- Johnson E. S., Fabrice B, Gary S. E. L, John T. G., Gary T. M. 2006. *Validation and Error Analysis of OSCAR Sea Surface Currents*. America
- Kasharjanto, A., Eko Marta Suyanto. 2015. *Uji Kinerja Generator PMG 5 KW Pada Turbin Pembangkit Listrik Arus Laut*. Balai Teknologi Hidrodinamika, Surabaya
- Karatayev, Marat and MichèleL Clarke. 2014. *A review of current energi systems and green energi potential in Kazakhstan*. 491-504
- Kurniawan, Iwan. 2014. *Kajian Eksperimental dan Numerikal Turbin Air Helikal Gorlov Untuk Twist Angle 60° dan 120°*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univeristas Riau. Jurnal Teknobiologi, V (1) 2014: 7 – 13. Riau
- Latief, H. K. 2002. *Oceanografi Pantai*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Law, A.M. dan W.D. Kelton, 1991. *Simulation Modeling and Analysis*. 2nd ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Leaman, K.D., R.L. Molinari, and P.S. Vertes (1987). *Structure and variability of the Florida Current at 27°N*. Journal of Physical Oceanography, 17(5), pp. 565-583.
- Lewis, A., S. Estefen, J. Huckerby, W. Musial, T. Pontes, J. Torres-Martinez, 2011: *Ocean Energi*. In *IPCC Special Report on Renewable Energi Sources and Climate Change Mitigation* [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Liu Y, Anisul IM and Jay Gao J. 2003. *Quantification of shallow water quality parameters*. Progress in Physical Geography. 27 (1): 24 – 43.
- Mac Millan, C. D. H. 1966. *Tides*. American Elsevier Publishing Company, Inc., New York
- Mukhtasor. 2014. *Mengenal Energi Laut*. Surabaya: ICEES.
- Nicholas-Lee R.F., Stephen R. Turnock, and S.W. Byod. 2008. *Simulation Based Optimisation of Marine Current Turbine Blades*. University of Southampton, Southampton/UK.
- Niiler, P.P., and W.S. Richardson. 1973. *Seasonal variability of the Florida Current*. Journal of Marine Research, 31, pp. 144-167.
- Nining, S. N. 2002. *Oseanografi Fisis*. Kumpulan Transparansi Kuliah Oseanografi Fisika, Program Studi Oseanografi, ITB.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- O'Rourke Fergal, Fergal Boyle, and Anthony Reynolds. 2010. *Marine Current Energi Devices: Current Status and Possible Future Applications in Ireland*. School of Mechanical and Design Engineering. Dublin Institute of Technology.
- Paramitha, N.I. 2010. *Potensi Penerapan Tubin Arus Laut sebagai Sumber Daya Energi Alternatif di Indonesia*. CV. Pelopor Energi Alternatif di Indonesia. Jakarta.
- Pelc. R and Rod M. Fujita. 2002. *Renewable energi from the ocean, Environmental Defense*. 5655 College Avenue Suite 304, Oakland, CA 94618 USA
- Poerbandono dan Djunarsjah. 2005. *Survei Hidrografi*. Refika Aditama. Bandung
- Pond, S and G.L Pickard. 1983. *Introductory dynamical Oceanography*. Second edition. Pergamon Press. New York.
- Rajput P, Ratheesh R, A.S. Rajawat. 2014. *Retrieval of Coastal Ocean Current Using MCC Technique On Satellite Imagery for Supplementing Altimetri Derived*. bVol XL-8. ISPRS Technical Commission VIII Symposium, 09 – 12 December 2014, Hyderabad, India. India
- Raye, R. (2001). *Characterization Study of the Florida Current at 26.11° North Latitude, 79.50° West Longitude for Ocean Current Power Generation*. M.S. Thesis, College of Engineering, Florida Atlantic University, Boca Raton, FL, USA.
- Reynolds R W, Rayner N A, Smith T M, Stokes D C and Wang W. 2002. *An improved in situ and satellite SST analysis for climate*; J. Climate 15 1609–1625.
- Soejarwo, P. A., Thonas Indra Maryanto. 2017. *Kajian Pola Arus Laut dan Distribusi Sedimendi Perairan Pantai Muara Kamal Jakarta Utara*. Jurnal Rekayasa Hijau vol. I, No. 1.
- Stewart, H.B. (1974). *Current from the current*. Oceanus, 18, pp. 38-41.

- Stommel, H. (1966). *The Gulf Stream*. University of California Press, Berkeley, CA, USA.
- Syahputra H, Indra Budi P, Dwi Haryo I, dan R. Bambang A. 2014. *Kajian Potensi Arus Laut Sebagai Energi Pembangkit Listrik di Selat Larantuka, Flores Timur, Nusa Tenggara Timur*. Buletin Oseanografi Marina. Vol. 3 No 1:1-8.
- Tarhadi, Elis Indrayanti, dan Agus Anugroho DS. 2014. *Studi Pola Dan Karakteristik Arus Laut Di Perairan Kaliwungu Kendal Jawa Tengah Pada Musim Peralihan I*. *Jurnal Oseanografi*. Vol. 3, No. 1, Tahun 2014, Halaman 16-25. Semarang.
- Tanto, Try Al, Ulung Jantama Wisna, Gunardi Kusumah, Widodo S. Pranowo, Semeidi Husrin, Ilham, dan Aprizon Putra. *Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali*. *Jurnal Ilmiah Geomatika* Volume 23 No.1 Mei 2017: 37-48.
- Thurman, H.V and Alan P.T 2004. *Introductory Oceanography.10ed*. Pearson Education, Inc. New Jersey.188pp.
- Wijaksono, H. P., Heryoso Setyono, Gentur Handoyo. 2012. *Analisis karakter Arus Laut di Perairan Tanjung Mas Semarang Dalam Upaya Pencarian Potensi Energi Alternatif*. *Journal of Oceanography* volume 1, nomor 1 halaman 87-92.
- Wyrki, K., 1961, *Physical Oceanography of the South East Asian Waters*, Naga Report Vol.2 Scripps, Institute Oceanography, California.
- Yuningsih Ai, Achmad Masduki. 2011. *Potensi Energi Arus Laut untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT*. *Jurnal Ilmu dan teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 3, No.1, Hal. 13-25.



LAMPIRAN-LAMPIRAN



LAMPIRAN A
TABEL PERHITUNGAN PENDEKATAN
TEORITIS DAN TEKNIS TAHUN 2013

Perhitungan Efisiensi Energi Anus Laut secara Teoritis dan Tebiris

Longitude	Latitude	Depth [m]	u	v	Kecepatan	Inerjangan	kecepatan angin	Efisiensi Rate-Fata	Luas [Ha]	Density	Turbin. [Watt]		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	Basis [KW]	
											Sebaran	Rata-Rata			Sekoran	Rata-Rata
98	1,33333	15	-0,12	0,673	2,22547					1025	21,183	0,35	0,5	3,707053		
97,33334	1,33333	15	-0,539	0,184	0,569222					1025	0,154	0,35	0,5	0,052031		
98	1,33333	15	0,2947	2,813	2,305159					1025	48,154	0,35	0,5	8,425975		
98,66666	1,33333	15	0,9439	4,02	0,344202					1025	1,618	0,35	0,5	0,283112		
98,66666	1,66667	15	-0,24	4,03	0,242421					1025	0,467	0,35	0,5	0,009192		
97,33334	1,66667	15	-0,485	0,358	0,503035					1025	0,421	0,35	0,5	0,073755		
96	2,33333	15	-0,008	0,15	0,150413	Barat Sumatera	2,526183	0,7843655	2888672	1025	0,407	0,35	0,5	0,000145	0,0035637	
98,66666	2,33333	15	-0,307	0,265	0,4000719					1025	0,128	0,35	0,5	0,022145		
97,33334	2,33333	15	-0,538	4,04	0,589781					1025	0,102	0,35	0,5	0,052895		
95,33334	2,33333	15	0,2927	0,24	0,304601					1025	0,466	0,35	0,5	0,011503		
96	3,33334	15	0,2538	0,281	0,383831					1025	0,105	0,35	0,5	0,013015		
95,33334	3,66667	15	0,2825	4,15	0,284275					1025	0,449	0,35	0,5	0,009706		
96	3,66667	15	0,5155	0,384	0,398288					1025	0,412	0,35	0,5	0,072007		
102	4,66667	15	0,4638	4,53	0,590777					1025	0,653	0,35	0,5	0,114165		
101,33334	4,33333	15	0,4248	4,62	0,753215					1025	0,821	0,35	0,5	3,14372		
102	4,33333	15	0,2112	4,85	0,716577					1025	0,108	0,35	0,5	0,123965		
100,66666	3,66667	15	0,5794	4,25	0,587364					1025	0,475	0,35	0,5	0,083136		
101,33334	3,66667	15	0,658	4,95	1,319208					1025	2,694	0,35	0,5	0,471505		
100	3,66667	15	0,5877	6,07	0,55278					1025	0,154	0,35	0,5	0,055643		
100,66666	3,66667	15	0,5253	4,24	0,575722					1025	0,167	0,35	0,5	3,05418		
101,33334	2,33333	15	0,1925	4,4	0,438588					1025	0,148	0,35	0,5	0,025817		
99,33334	2,33333	15	0,5165	4,1	0,536889					1025	0,281	0,35	0,5	0,043719		
100	2,33333	15	0,3611	0,084	0,370075					1025	0,468	0,35	0,5	3,08714		
98,66666	1,66667	15	0,6852	0,575	0,893814					1025	1,302	0,35	0,5	0,243666	0,00771672	
97,33334	1,66667	15	0,5837	0,811	0,387237	Barat Sumatera 2	2,379396	1,3354625	4893461	1025	1,302	0,35	0,5	0,243666	0,00771672	
100	1,66667	15	-0,587	1,084	1,231507					1025	1,325	0,35	0,5	0,323614		
99,33334	1,66667	15	-0,351	2,672	2,587188					1025	3,598	0,35	0,5	0,623697		
100	1,66667	15	0,043	0,043	0,242613					1025	15,249	0,35	0,5	6,168596		
98	0,33333	15	-1,692	4,05	1,89459					1025	0,402	0,35	0,5	2,46705		
98,66666	0,33333	15	-1,765	0,187	1,71445					1025	9,352	0,35	0,5	1,635855		
99,33334	0,33333	15	0,188	0,168292						1025	30,738	0,35	0,5	1,879119		
98	0,33333	15	-2,121	0,673	2,27507					1025	0,409	0,35	0,5	0,070603		
98,66666	0,33333	15	-2,732	4,467	2,774696					1025	21,183	0,35	0,5	3,707053		
98,66666	1,66667	15	0,9439	4,02	0,344202					1025	41,455	0,35	0,5	7,13473		
100,66666	1,66667	15	0,9439	4,02	0,344202					1025	1,618	0,35	0,5	0,283112		
100,66666	1,66667	15	0,1071	1,095	1,010388					1025	4,982	0,35	0,5	0,345919		
99,33334	1,66667	15	0,5254	1,35	1,300443	Selat	1,300443	0,8007244	589657,3	1025	4,227	0,35	0,5	0,793665	0,00356345	
98,66666	1,33333	15	-0,045	4,31	0,264031	Wakab				1025	0,466	0,35	0,5	0,005054		
98	1,33333	15	0,2184	4,85	0,537135					1025	0,474	0,35	0,5	0,032496		

Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	kecepatan	keterangan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	luas [Ha]	Density	Teoritis (Wad)		efisiensi Turbin	efisiensi generation	tokonis (KW)	
											Subsair	Rata-Rata			Sebanan	Rata-Rata
106,33334	1	15	0,3256	-1,6	1,634008					1,025	8,386	0,35	0,5	1,467484		
106	1	15	0,5379	0,102	0,547028					1,025	0,315	0,35	0,5	0,650351		
106,55666	1	15	1,511	1,187	1,92123					1,025	13,629	0,35	0,5	2,385033		
107,33334	1	15	1,7074	-0,78	1,376022					1,025	12,689	0,35	0,5	2,220633		
106	1	15	0,826	-1,75	1,365347					1,025	15,040	0,35	0,5	2,63132		
108,55666	1	15	0,2456	-0,32	0,403012					1,025	0,125	0,35	0,5	0,021851		
106,33334	1,66667	15	-0,145	-0,62	0,534675					1,025	0,491	0,35	0,5	0,685084		
106,55666	1,66667	15	0,1140	0,068	0,132722					1,025	0,004	0,35	0,5	0,000736		
107,33334	1,66667	15	0,8622	1,068	1,372571					1,025	4,970	0,35	0,5	0,665636		
108,55666	1,66667	15	0,1386	-0,78	1,279208					1,025	4,023	0,35	0,5	0,704033		
106,55666	1,66667	15	0,433	-1,63	1,589115					1,025	9,262	0,35	0,5	1,620643		
106,55666	1,66667	15	0,0130	-0,18	0,175127					1,025	0,010	0,35	0,5	0,001835		
106,55666	2,33333	15	-0,661	0,013	0,062055					1,025	0,000	0,35	0,5	8,01E-26		
107,33334	2,33333	15	0,4501	-0,64	0,785841					1,025	0,933	0,35	0,5	0,163218	0,00285637	
108,55666	2,33333	15	0,1538	-1,23	1,237803					1,025	3,645	0,35	0,5	0,637848		
108,55666	2,33333	15	-0,652	-0,02	0,057492					1,025	0,000	0,35	0,5	6,39E-26		
109,33334	2,33333	15	0,2865	1,3	1,312205					1,025	4,504	0,35	0,5	0,793454		
106,33334	3	15	-0,148	0,322	0,344735					1,025	0,085	0,35	0,5	0,015013		
106	3	15	-0,665	-0,03	0,071183					1,025	0,001	0,35	0,5	0,000121		
106,55666	3	15	0,0149	0,438	0,438234					1,025	0,162	0,35	0,5	0,028326		
107,33334	3	15	0,604	-0,42	0,42111					1,025	0,144	0,35	0,5	0,025116		
108,55666	3	15	-0,613	-0,71	0,710277					1,025	0,680	0,35	0,5	0,120516		
108,55666	3	15	0,0292	0,095	0,099713					1,025	0,002	0,35	0,5	0,000333		
107,33334	3,66667	15	-0,292	0,201	0,344495					1,025	0,085	0,35	0,5	0,014983		
107,33334	3,66667	15	-0,355	-0,22	0,416075					1,025	0,108	0,35	0,5	0,024226		
106,55666	3,66667	15	-0,128	-0,31	0,358135					1,025	0,073	0,35	0,5	0,012773		
108,55666	3,66667	15	0,1775	0,1	0,203491					1,025	0,016	0,35	0,5	0,002834		
107,33334	4,33333	15	-0,598	-0,16	0,379967					1,025	0,375	0,35	0,5	0,065611		
108,55666	4,33333	15	-0,198	-0,26	0,296651					1,025	0,068	0,35	0,5	0,011919		
104	-0,33333	15		-0,21	0,2123					1,025	0,018	0,35	0,5	0,003218		
104,55666	-0,33333	15	-0,415	1,308	1,37118					1,025	0,057	0,35	0,5	0,009827	0,00782694	
104,55666	1	15	-0,813	2,117	2,268005					1,025	4,965	0,35	0,5	0,868933		
106,55666	-0,66667	15	0,4680	-0,86	0,998189					1,025	22,421	0,35	0,5	3,923635		
107,33334	-0,66667	15	0,2138	-0,23	0,315612					1,025	1,900	0,35	0,5	0,332497		
108,55666	-0,66667	15	0,1495	-0,35	0,386202					1,025	0,121	0,35	0,5	0,021236		
108,55666	-0,66667	15	0,5872	0,068	0,591042					1,025	0,397	0,35	0,5	0,009441		
109,33334	-0,66667	15	1,1371	0,387	1,174682					1,025	3,089	0,35	0,5	0,542381		

Longitude	Latitude	depth (m)	u	v	Korupsi	Jedermann	kecepatan tertinggi	kecepatan rata-rata	luas (Ha)	Bersih	Ternitis (Went)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	Teknis (ROR)	
											Sebanan	Auto-Rate			Sebanan	Rata-Rate
110	-3,6667	-3	1,5401	0,202	0,540485					102%	0,293	0,35	0,5	0,053103		
107,3334	-3	1,504	-0,17	1,158378						102%	2,972	0,35	0,5	0,50007		
108,6666	-3	1,1053	-0,2	1,1295						102%	2,721	0,35	0,5	0,476235		
109,3334	-3	1,5709	0,365	2,004534						102%	15,480	0,35	0,5	2,708964		
110	-3	1,5704	0,205	0,991714						102%	1,874	0,35	0,5	0,338803		
105,3334	-2,3333	1,5153	-0,92	1,774587						102%	10,740	0,35	0,5	1,897655		
106,6666	-2,3333	2,3003	-0,79	2,616106						102%	27,110	0,35	0,5	4,744166		
107,3334	-2,3333	2,1605	-0,05	2,251170						102%	22,219	0,35	0,5	3,886371		
108	-2,3333	1,1283	-0,17	1,71675						102%	10,064	0,35	0,5	1,751875		
106,6666	-2,3333	1,4663	-0,38	1,515090						102%	6,694	0,35	0,5	1,171836		
109,3334	-2,3333	2,3003	0,66	2,534215						102%	25,078	0,35	0,5	4,30835		
110	-2,3333	2,1507	1,114	2,831959						102%	27,484	0,35	0,5	4,801305		
106,6666	-1,6667	1,4667	0,218	0,901509						102%	0,090	0,35	0,5	1,59105		
105,3334	-1,6667	3,0361	-0,09	3,004599						102%	58,271	0,35	0,5	10,28948		
107,3334	-1,6667	2,1814	-0,53	2,294005						102%	51,813	0,35	0,5	9,41734		
108,6666	-1,6667	1,54	-0,49	1,61605						102%	21,903	0,35	0,5	3,830738		
109,3334	-1,6667	1,0452	0,431	1,13022						102%	8,113	0,35	0,5	1,419534		
104,6666	-1	1,6643	-1,9	2,017394						102%	2,773	0,35	0,5	0,486088		0,024852
105,3334	-1	2,3591	-0,04	0,94354						102%	15,780	0,35	0,5	2,751438		
106,6666	-1	2,3591	0,387	2,339059						102%	0,090	0,35	0,5	2,78E-05		
107,3334	-1	0,201	0,021	0,021755						102%	25,239	0,35	0,5	4,593324		
108,6666	-1	0,263	0,063	0,063098						102%	0,090	0,35	0,5	3,13E-05		
109,3334	-1	2,1843	-0,97	2,34024						102%	25,245	0,35	0,5	4,591902		
106,6666	-1	1,3551	-0,53	1,45409						102%	5,909	0,35	0,5	1,084038		
109,3334	-1	1,783	0,283	1,803021						102%	11,287	0,35	0,5	1,97431		
104,6666	-0,3333	0,1402	-0,2	0,294034						102%	0,080	0,35	0,5	0,005194		
105,3334	-0,3333	1,4667	-0,1	0,091443						102%	0,002	0,35	0,5	0,000323		
106	-0,3333	1,6483	0,211	1,868353						102%	12,374	0,35	0,5	2,155405		
106,6666	-0,3333	2,8909	0,876	3,014348						102%	52,639	0,35	0,5	9,211774		
107,3334	-0,3333	3,0305	-0,44	3,051676						102%	55,265	0,35	0,5	9,637406		
108,6666	-0,3333	1,6665	-1,28	2,31889						102%	23,964	0,35	0,5	4,199737		
109,3334	-0,3333	1,0081	-0,51	1,124058						102%	2,759	0,35	0,5	0,48279		
105,3334	-0,3333	1,011	-0,59	2,77373						102%	61,344	0,35	0,5	7,206278		
106	-0,3333	0,130	0,130	1,174549						102%	3,114	0,35	0,5	0,544975		
106,6666	-0,3333	2,4677	1,297	2,608301						102%	90,041	0,35	0,5	5,251003		
107,3334	-0,3333	2,4613	-0,66	2,524589						102%	91,939	0,35	0,5	5,414792		
108	-0,3333	1,3713	-1,69	2,174038						102%	19,343	0,35	0,5	3,453925		

Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	kecepatan	keterangan	kecepatan tertinggi	kecepatan rata-rata	Luas (Ha)	densitas	Teoritis (Watt)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	teknis (kW)	
											Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
108.665666	-3.333333	15	0.6047	-0.43	0.748371					1025	0.793	0.35	0.5	0.134438		
109.333334	-7	15	0.3212	-0.22	0.367949					1025	0.112	0.35	0.5	0.019637		
104.665666	-3.333333	15	0.3849	-0.55	0.658216					1025	0.573	0.35	0.5	0.106349		
106.333334	-3.333333	15	0.1127	0.019	0.119348				963891,1	1025	0.003	0.35	0.5	0.000572	0.00079637	
104.665666	-5.666667	15	-0.319	-0.4	0.508317		Salat Sunda	0.4854501		1025	0.252	0.35	0.5	0.044174		
106	-3.666667	15	-0.189	0.721	0.749621					1025	0.192	0.35	0.5	0.134299		
114.665666	-7	15	0.6054	0.185	0.634164					1025	0.492	0.35	0.5	0.263776		
115.333334	-7	15	0.4078	0.292	0.509695					1025	0.254	0.35	0.5	0.244511		
114	-7	15	0.1161	0.17	0.168389					1025	0.005	0.35	0.5	0.001606		
116.665666	-7	15	0.1307	2E-04	0.130683					1025	0.004	0.35	0.5	0.000751		
108.665666	-3.333333	15	-0.213	0.481	0.526172					1025	0.282	0.35	0.5	0.249594		
109.333334	-3.333333	15	-0.213	0.292	0.316485					1025	0.061	0.35	0.5	0.010662		
110	-3.333333	15	-0.217	-0.051	0.217485					1025	0.002	0.35	0.5	0.000456		
110.665666	-3.333333	15	-0.38	-0.48	0.610628					1025	0.438	0.35	0.5	0.274576		
111.333334	-3.333333	15	-0.096	-0.51	0.612913					1025	0.443	0.35	0.5	0.071465		
112	-3.333333	15	0.1253	-0.12	0.17336					1025	0.010	0.35	0.5	0.001752		
112.665666	-3.333333	15	0.4815	0.17	0.510713					1025	0.256	0.35	0.5	0.244802		
113.333334	-3.333333	15	0.4578	0.113	0.471582					1025	0.202	0.35	0.5	0.233272		
114	-3.333333	15	0.415	0.305	0.515071					1025	0.263	0.35	0.5	0.245598		
114.665666	-3.333333	15	0.324	0.342	0.471246					1025	0.203	0.35	0.5	0.233208		
115.333334	-3.333333	15	0.2564	0.624	0.655344					1025	0.542	0.35	0.5	0.294678		
116	-3.333333	15	0.1445	0.345	0.373888					1025	0.109	0.35	0.5	0.01758		
116.665666	-3.333333	15	0.0618	-0.06	0.066525					1025	0.003	0.35	0.5	0.000203		
106.665666	-5.666667	15	-0.389	0.051	0.39263					1025	0.116	0.35	0.5	0.00357		
107.333334	-5.666667	15	-0.008	0.097	0.097062					1025	0.002	0.35	0.5	0.000308		
108	-5.666667	15	0.2451	0.159	0.259749					1025	0.051	0.35	0.5	0.048554		
108.665666	-3.666667	15	0.4695	0.233	0.529013					1025	0.277	0.35	0.5	0.243399		
109.333334	-5.666667	15	0.4578	0.417	0.619549					1025	0.457	0.35	0.5	0.279582		
110	-3.666667	15	0.416	0.079	0.423657					1025	0.146	0.35	0.5	0.203556		
110.665666	-5.666667	15	0.3836	-0.4	0.511389					1025	0.257	0.35	0.5	0.044098		
111.333334	-3.666667	15	0.0853	-0.94	0.660258					1025	0.621	0.35	0.5	0.104099		
112	-5.666667	15	0.0271	-0.13	0.138868					1025	0.004	0.35	0.5	0.000719		
112.665666	-5.666667	15	-0.12	0.29	0.315786					1025	0.009	0.35	0.5	0.010391		
113.333334	-5.666667	15	-0.318	0.256	0.416316					1025	0.135	0.35	0.5	0.034768		
114	-5.666667	15	-0.195	0.344	0.356089					1025	0.119	0.35	0.5	0.020743		
114.665666	-5.666667	15	0.0217	0.401	0.400032					1025	0.125	0.35	0.5	0.021855		
115.333334	-5.666667	15	0.1889	0.52	0.553332					1025	0.326	0.35	0.5	0.267134		
114	-5.666667	15	0.2091	0.415	0.511247					1025	0.257	0.35	0.5	0.244542		
116.665666	-5.666667	15	0.1358	0.158	0.20884					1025	0.038	0.35	0.5	0.003063		

Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	Kecepatan	ketenangan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	Luas (Ha)	Density	Teoritis (Watt)		Efisiensi Turbin	teknis (kW)	
											Sebaran	Rata-Rata		Sebaran	Rata-Rata
106	-5	15	-0,464	0,458	0,651567					1025	0,532	0,35	0,5	0,093034	
106,666666	-5	15	0,2183	-0,22	0,307386					1025	0,056	0,35	0,5	0,000749	
107,33334	-5	15	0,6348	-0,25	0,681533					1025	0,658	0,35	0,5	0,106469	
108	-5	15	0,5635	0,274	0,626389					1025	0,472	0,35	0,5	0,082666	
108,666666	-5	15	0,1157	0,453	0,552084					1025	0,373	0,35	0,5	0,050395	0,00139487
109,33334	-5	15	0,4629	0,496	0,578172		2,509169	0,5854651	20051676	1025	0,599	0,35	0,5	0,104902	
110	-5	15	0,4889	0,23	0,540109					1025	0,303	0,35	0,5	0,052992	
110,666666	-5	15	0,3484	-0,24	0,423208					1025	0,146	0,35	0,5	0,025493	
111,33334	-5	15	0,0645	-0,48	0,479506					1025	0,212	0,35	0,5	0,032081	
112	-5	15	-0,121	-0,04	0,127014					1025	0,004	0,35	0,5	0,000049	
112,666666	-5	15	-0,175	0,451	0,484146					1025	0,218	0,35	0,5	0,038167	
113,33334	-5	15	-0,429	0,328	0,540636					1025	0,363	0,35	0,5	0,052197	
114	-5	15	-0,012	-0,24	0,335536					1025	0,025	0,35	0,5	0,004195	
114,666666	-5	15	0,6897	0,049	0,291494					1025	0,635	0,35	0,5	0,112066	
115,33334	-5	15	0,7868	0,664	1,02934					1025	1,086	0,35	0,5	0,164809	
116	-5	15	0,4121	0,645	0,765431					1025	0,862	0,35	0,5	0,150428	
116,666666	-5	15	0,2942	0,307	0,424871					1025	0,147	0,35	0,5	0,025795	
117,33334	-5	15	0,1681	0,278	0,324819					1025	0,066	0,35	0,5	0,01153	
106	-4,3333	15	-0,385	-0,23	0,449078					1025	0,174	0,35	0,5	0,030946	
106,666666	-4,3333	15	0,0733	-0,76	0,765119					1025	0,861	0,35	0,5	0,150643	
107,33334	-4,3333	15	0,0899	-0,72	0,327666					1025	0,067	0,35	0,5	0,011666	
108	-4,3333	15	0,0141	0,456	0,456021					1025	0,144	0,35	0,5	0,031895	
108,666666	-4,3333	15	0,2306	0,353	0,421839					1025	0,752	0,35	0,5	0,025247	
109,33334	-4,3333	15	0,6388	0,356	0,731432					1025	0,654	0,35	0,5	0,114398	
110	-4,3333	15	0,6659	0,209	0,698048					1025	0,622	0,35	0,5	0,10877	
110,666666	-4,3333	15	0,6423	-0,24	0,486407					1025	1,398	0,35	0,5	0,244723	
111,33334	-4,3333	15	0,7202	-0,54	0,899436					1025	0,720	0,35	0,5	0,125973	
112	-4,3333	15	0,7186	-0,06	0,720838					1025	2,129	0,35	0,5	0,172576	
112,666666	-4,3333	15	0,7824	0,677	1,034708					1025	2,918	0,35	0,5	0,510664	
113,33334	-4,3333	15	0,937	0,666	1,149364					1025	1,535	0,35	0,5	0,268948	
114	-4,3333	15	0,617	-0,69	0,927767					1025	0,362	0,35	0,5	0,063843	
114,666666	-4,3333	15	0,4889	-0,3	0,574711					1025	2,157	0,35	0,5	0,177511	
115,33334	-4,3333	15	0,5805	0,862	1,030255					1025	1,099	0,35	0,5	0,342175	
116	-4,3333	15	0,6744	0,959	1,178678					1025	0,494	0,35	0,5	0,086532	
116,666666	-4,3333	15	0,5665	0,616	0,63602					1025	0,162	0,35	0,5	0,028103	
117,33334	-4,3333	15	-0,069	0,433	0,436216					1025	0,372	0,35	0,5	0,061169	
118,666666	-3,6667	15	0,4031	-0,41	0,578603					1025	3,206	0,35	0,5	0,561123	
111,33334	-3,6667	15	0,6528	-0,99	1,184937					1025	0,470	0,35	0,5	0,082103	
112	-3,6667	15	0,5696	-0,26	0,625486					1025	0,470	0,35	0,5	0,082103	

Longitude	Latitude	depth [m]	U	V	kecepatan keterangan	kecepatan Rata-Rata	luas [Ha]	Density	Terdapat (Wad)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	Tolonis (KW)	
									Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
112.64665	-3.6667	15	0.8743	0.288	0.977125			1625	1.7%		0.33	0.5	0.314354	
113.33334	-3.6667	15	2.3108	0.578	2.501459			1625	30.9%		0.33	0.5	5.11334	
114	-3.6667	15	1.3818	0.25	1.413699			1625	5.6%		0.33	0.5	0.314883	
115.64665	-3.6667	15	-0.214	1.017	1.049031			1625	7.1%		0.33	0.5	0.317794	
117.33334	-3.6667	15	-0.211	0.527	0.574904			1625	3.8%		0.33	0.5	0.314651	
118	-3.6667	15	0.5	0.468	0.504024			1625	7.2%		0.33	0.5	0.314034	
118.64665	-3.6667	15	0.2265	0.288	0.361783			1625	3.0%		0.33	0.5	0.316065	
118.64665	-3	15	-0.270	0.545	1.181435			1625	3.1%		0.33	0.5	0.313134	
117.33334	-3	15	-0.385	0.601	0.713901			1625	3.7%		0.33	0.5	0.313135	
118	-3	15	-0.175	0.532	0.560129			1625	3.8%		0.33	0.5	0.315134	
118.64665	-3	15	0.0613	0.185	0.163667			1625	2.0%		0.33	0.5	0.31134	
118.64665	-2.3333	15	-0.871	0.999	1.009657			1625	1.9%		0.33	0.5	0.314002	
117.33334	-2.3333	15	-0.491	0.652	0.815282			1625	1.0%		0.33	0.5	0.312984	
118	-2.3333	15	-0.163	0.657	0.673995			1625	3.9%		0.33	0.5	0.314351	
118.64665	-2.3333	15	-0.185	0.165	0.200498			1625	3.0%		0.33	0.5	0.302771	
118.64665	-3.6667	15	-0.491	0.364	0.615177			1625	3.4%		0.33	0.5	0.315271	
117.33334	-3.6667	15	-0.276	0.5	0.691146	Selat Makassar	0.3614635	7652140	1625	3.9%	0.33	0.5	0.314564	0.00517271
118	-3.6667	15	-0.271	0.605	0.803174			1625	1.1%	0.05x30119	0.33	0.5	0.316431	
118.64665	-3.6667	15	-0.388	0.657	0.991897			1625	3.1%		0.33	0.5	0.312242	
118	-3	15	-0.405	0.525	1.011435			1625	1.8%		0.33	0.5	0.312971	
118.64665	-3	15	-0.513	0.448	0.534044			1625	3.2%		0.33	0.5	0.313227	
119.33334	-3	15	0.5345	2.008	2.078179			1625	17.24%		0.33	0.5	5.116381	
118	-3.3333	15	-0.64	1.014	1.190329			1625	3.9%		0.33	0.5	0.319331	
118.64665	-3.3333	15	-0.569	0.05	0.665109			1625	3.9%		0.33	0.5	0.316992	
119.33334	-3.3333	15	-1.471	0.999	1.624696			1625	3.1%		0.33	0.5	1.315221	
118	3.33333	15	-0.883	1.127	1.481831			1625	3.6%		0.33	0.5	0.317331	
118.64665	3.33333	15	-0.868	0.34	0.981998			1625	1.5%		0.33	0.5	0.312273	
119.33334	3.33333	15	-1.483	1.25	1.940543			1625	14.0%		0.33	0.5	1.453801	
119.33334	1	15	-0.868	2.48	2.5334			1625	35.0%		0.33	0.5	6.142661	
120	1	15	0.1708	-2.45	2.456939			1625	21.9%		0.33	0.5	4.311171	
114.64665	-3.6667	15	-0.18	0.105	0.203054			1625	3.0%		0.33	0.5	0.315071	
114	-9	15	0.2513	0.188	0.323431	Selat Tali	0.345738	4040162	1625	3.0%	0.00164047	0.5	0.312274	0.0028126
118.64665	-9	15	0.5205	0.054	0.975128			1625	3.2%		0.33	0.5	0.313533	
115.33334	-9	15	0.4987	0.031	0.499688			1625	3.3%		0.33	0.5	0.313957	
116	-9	15	0.0818	0.07	0.111431			1625	3.0%		0.33	0.5	0.314451	
116	-4.3333	15	-0.401	0.198	0.493179	Selat Lombok, Sempalak	0.2756434	11758376	1625	21.4%	0.00081385	0.5	0.312984	0.00281242
115.33334	-3.6667	15	-0.115	0.029	0.191175			1625	3.0%		0.33	0.5	0.310081	
116	-3.6667	15	-0.213	0.002	0.292957			1625	3.0%		0.33	0.5	0.314231	
115.64665	-3.6667	15	0.0664	0.129	0.238449			1625	3.0%		0.33	0.5	0.314521	

Longitude	Latitude	depth [m]	θ	φ	Concentration	Severangan	Recepatan (m/s)	Recepatan Fata-tata	luas [Ha]	Density	Terdapat (MWh)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	seklus (KW)	
											Sebrayan	Fata-tata			Sebrayan	Rata-Fata
117.13334	-7.6667	15	0.2207	0.262	0.107751					1205	0.456	0.15	0.15	0.409811		
116.46666	-9.6667	15	0.1977	-0.31	0.170347	Selat Alas	0.578139	0.1907439	820803,1	1205	0.168	0.00040687	0.15	0.15	0.404011	0.0364212
116.66666	-9.6667	15	0.2447	-0.16	0.194951					1205	0.445	0.15	0.15	0.408547		
118.66666	-9	15	-0.169	0.17	0.271152					1205	0.040	0.15	0.15	0.407094		
119.13334	-8.3333	15	-0.089	0.05	0.116833	Selat Nuala	0.275152	0.1183417	298939	1205	0.602	0.00441135	0.15	0.15	0.406531	7.2892E-05
119.13334	-8.3333	15	-0.251	0.01	0.152253					1205	0.031	0.15	0.15	0.405334		
116.66666	1.66667	15	-0.57	-0.12	1.268292					1205	1.118	0.15	0.15	0.186171		
119.13334	1.66667	15	-0.414	-1.44	1.570883	laut				1205	16.153	0.15	0.15	0.409745		
118.66666	2.13333	15	-0.506	-0.86	1.104693	Sulawesi	2.674286	1.1251907	816310,5	1205	1.153	0.00157115	0.15	0.15	0.45974	0.001613495
118	3	15	-0.856	-0.46	0.974023					1205	1.716	0.15	0.15	0.11079		
118	3.66667	15	-0.44	0.65	0.821173					1205	1.466	0.15	0.15	0.186617		
119.66666	-1.6667	15	0.481	-0.15	0.512054					1205	0.443	0.15	0.15	0.481933		
118.13334	-1.6667	15	-0.01	-0.44	0.517811					1205	0.459	0.15	0.15	0.487234		
118	-1.6667	15	-0.479	-0.16	0.514977					1205	0.447	0.15	0.15	0.498272		
126.13334	-1.6667	15	-0.764	-0.17	0.400315					1205	0.953	0.15	0.15	0.173971		
126	-1.6667	15	-0.51	0.782	0.553533					1205	1.164	0.15	0.15	0.273654		
126.66666	-1.6667	15	-0.291	0.495	0.577793					1205	0.371	0.15	0.15	0.464877		
120.66666	-1	15	0	-0.66	0.201293					1205	0.460	0.15	0.15	2.79E-34		
114	-1	15	-0.661	-0.07	0.665944					1205	0.566	0.15	0.15	0.459104		
124.66666	-1	15	-0.997	-0.52	1.116134					1205	1.145	0.15	0.15	0.400371		
125.13334	-1	15	-1.109	-0.6	1.216457					1205	1.633	0.15	0.15	0.132677		
126	-1	15	-0.887	0.73	1.150893					1205	1.930	0.15	0.15	0.512712		
126.66666	-0.3333	15	-0.446	0.717	0.353105					1205	1.153	0.15	0.15	0.218813		
120.66666	-0.3333	15	0	-0.14	0.140393					1205	0.465	0.15	0.15	0.400931		
121.13334	-0.3333	15	0	-0.45	0.204673					1205	0.490	0.15	0.15	1.4E-35		
112	-0.3333	15	0.2851	0.116	0.164815					1205	0.463	0.15	0.15	0.416134		
122.66666	-0.3333	15	0.3097	-0.12	0.442682					1205	0.267	0.15	0.15	0.429234		
123.13334	-0.3333	15	-0.327	-0.46	0.316392					1205	0.473	0.15	0.15	0.412893		
124	-0.3333	15	-0.765	0.286	0.216523					1205	1.046	0.15	0.15	0.133092		
124.66666	-0.3333	15	-1.171	-0.18	1.0551					1205	3.167	0.15	0.15	0.589217		
125.13334	-0.3333	15	-1.481	-0.42	1.445577					1205	3.175	0.15	0.15	1.24034		
126	-0.3333	15	-1.204	0.444	1.444109					1205	4.709	0.15	0.15	0.124011		
126.66666	-0.3333	15	-0.557	0.448	1.214463					1205	2.406	0.15	0.15	0.111131		
122	-0.3333	15	0.0005	0.446	0.445634					1205	0.170	0.15	0.15	0.429752		
122.66666	-0.3333	15	0.126	0.345	0.355393					1205	1.120	0.15	0.15	0.113477		
124.66666	-0.3333	15	-1.081	0.142	1.240344					1205	1.483	0.15	0.15	0.18993		
125.13334	-0.3333	15	-1.587	-0.41	1.71217					1205	1.164	0.15	0.15	0.118673		
126	-0.3333	15	-1.396	0.11	1.454092					1205	6.908	0.15	0.15	1.767971		
126.66666	-0.3333	15	-0.607	0.442	1.238123	laut	1.73217	0.1463754	89068181	1205	0.915	0.01448816	0.15	0.15	1.498232	0.00288423

Longitude	Latitude	depth (m)	w	v	kecepatan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	Luas (Ha)	Density	Teanrhis (Watt)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	tabelis (KW)	
										Selatan	Rata-Rata			Sesaran	Rata-Rata
125.33334	1	15	-0.443	0.88	1.652317				3025	9.315	0.35	0.5	0.630079		
126	1	15	-1.399	0.191	1.411316				3025	5.408	0.35	0.5	0.94646		
126.66666	1	15	-0.574	0.715	0.916453				3025	1.400	0.35	0.5	0.253046		
124.66666	1.66667	15	-1.033	0.361	1.064523				3025	3.521	0.35	0.5	0.441518		
125.33334	1.66667	15	-1.156	-0.81	1.426763				3025	5.582	0.35	0.5	0.976828		
126	1.66667	15	-1.195	-0.05	1.19577				3025	3.286	0.35	0.5	0.579051		
126.66666	1.66667	15	-0.438	0.515	0.659436				3025	0.630	0.35	0.5	0.110016		
127.33334	1.66667	15	0.1647	-0.16	0.358103				3025	0.121	0.35	0.5	0.021252		
125.33334	2.33333	15	-0.739	-0.61	0.956873				3025	1.684	0.35	0.5	0.294664		
126	2.33333	15	-0.816	-0.31	0.882363				3025	1.321	0.35	0.5	0.231307		
126.66666	2.33333	15	-0.298	0.359	0.46652				3025	0.195	0.35	0.5	0.034549		
127.33334	2.33333	15	0.2195	0.075	0.211459				3025	0.024	0.35	0.5	0.004592		
125.33334	3	15	-0.277	-0.29	0.401404				3025	0.124	0.35	0.5	0.021750		
126	3	15	-0.42	-0.56	0.69779				3025	0.653	0.35	0.5	0.114271		
126.66666	3	15	-0.158	0.354	0.351759				3025	0.116	0.35	0.5	0.020222		
127.33334	3	15	0.0873	0.162	0.183553				3025	0.012	0.35	0.5	0.000283		
128	3	15	-0.17	0.199	0.35791				3025	0.073	0.35	0.5	0.012724		
125.33334	3.66667	15	-0.008	-0.01	0.015177				3025	0.0005	0.35	0.5	1.39E-06		
126	3.66667	15	-0.177	-0.21	0.748196				3025	0.743	0.35	0.5	0.130084		
126.66666	3.66667	15	-0.143	0.444	0.456717				3025	0.195	0.35	0.5	0.034590		
127.33334	3.66667	15	0.0143	0.173	0.173303				3025	0.010	0.35	0.5	0.00176		
125.33334	4.33333	15	-0.151	0.066	0.161323				3025	0.008	0.35	0.5	0.000417		
126	4.33333	15	-0.253	-0.64	0.69				3025	0.631	0.35	0.5	0.110487		
126.66666	4.33333	15	-0.246	0.344	0.423172				3025	0.146	0.35	0.5	0.025520		
126	5	15	-0.628	-0.41	0.7458				3025	0.757	0.35	0.5	0.130518		
126.66666	5.66667	15	-0.417	-0.09	0.42379				3025	0.148	0.35	0.5	0.025963		
126.66666	5.66667	15	-0.587	-0.31	0.652937				3025	0.560	0.35	0.5	0.097985		
118	-7.6667	15	0.1791	-0.01	0.176109				3025	0.011	0.35	0.5	0.001784		
118.66666	-7.6667	15	0.124	0.136	0.165179				3025	0.012	0.35	0.5	0.002739		
119.33334	-7.6667	15	0.2451	0.069	0.052163				3025	0.001	0.35	0.5	0.000187		
120	-7.6667	15	0.1024	-0.09	0.133511				3025	0.005	0.35	0.5	0.000802		
120.66666	-7.6667	15	-0.006	0.314	0.313312				3025	0.059	0.35	0.5	0.010394		
121.33334	-7.6667	15	-0.06	0.229	0.216779				3025	0.026	0.35	0.5	0.006466		
122	-7.6667	15	-0.07	-0.04	0.081107				3025	0.001	0.35	0.5	0.000181		
125.33334	-7.6667	15	-0.146	-0.12	0.190157				3025	0.013	0.35	0.5	0.003311		
117.33334	-7	15	0.2731	0.124	0.259843				3025	0.052	0.35	0.5	0.009067		
118	-7	15	0.2054	0.156	0.258026				F	#VALUE!	0.35	0.5	#VALUE!		
118.66666	-7	15	0.1378	0.131	0.189317				3025	0.013	0.35	0.5	0.0023		

Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	kecepatan	keterangan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-rata	luas (Ha)	Density	Teontis (Ward)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	teknis (KW)	
											Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
119.33334	-7	15	0.2693	0.021	0.270084					1025	0.036	0.35	0.5	0.006628		
120	-7	15	0.1144	0.088	0.150499					1025	0.007	0.35	0.5	0.001146		
120.66666	-7	15	-0.05	0.448	0.450991					1025	0.176	0.35	0.5	0.030851		
121.33334	-7	15	-0.041	0.256	0.259283					1025	0.034	0.35	0.5	0.005863		
122	-7	15	0.1748	-0.17	0.401447					1025	0.021	0.35	0.5	0.004707		
122.66666	-7	15	0.3423	-0.15	0.177957					1025	0.099	0.35	0.5	0.017108		
123.33334	-7	15	0.4284	0.133	0.44849					1025	0.171	0.35	0.5	0.030341		
124	-7	15	0.4625	0.44	0.636904					1025	0.497	0.35	0.5	0.086893		
124.66666	-7	15	0.2135	0.22	0.308464					1025	0.055	0.35	0.5	0.009681		
125.33334	-7	15	0.0827	-0.24	0.238728					1025	0.025	0.35	0.5	0.004576		
117.33334	-6.3333	15	0.065	0.141	0.15565					1025	0.007	0.35	0.5	0.001768		
118	-6.3333	15	0.0873	0.302	0.314309					1025	0.060	0.35	0.5	0.010443		
118.66666	-6.3333	15	0.1202	0.1	0.156613					1025	0.007	0.35	0.5	0.001292		
119.33334	-6.3333	15	0.1099	0.106	0.209154					1025	0.011	0.35	0.5	0.002709		
120	-6.3333	15	-0.116	0.329	0.154609					1025	0.004	0.35	0.5	0.015135		
120.66666	-6.3333	15	-0.132	0.459	0.472288					1025	0.209	0.35	0.5	0.036568		
121.33334	-6.3333	15	0.3348	0.016	0.13576					1025	0.005	0.35	0.5	0.000943		0.00006875
122	-6.3333	15	0.3415	-0.4	0.528572			0.338566	18169668	1025	0.285	0.35	0.5	0.04995		
122.66666	-6.3333	15	0.2816	-0.18	0.335233					1025	0.072	0.35	0.5	0.012671		
123.33334	-6.3333	15	0.2098	0.06	0.21812					1025	0.020	0.35	0.5	0.00349		
124	-6.3333	15	0.3258	0.449	0.554679					1025	0.328	0.35	0.5	0.057395		
124.66666	-6.3333	15	0.4243	0.44	0.610999					1025	0.438	0.35	0.5	0.076716		
125.33334	-6.3333	15	0.3441	-0.16	0.178155					1025	0.104	0.35	0.5	0.018187		
117.33334	-5.6667	15	-0.043	0.158	0.161668					1025	0.006	0.35	0.5	0.001475		
118	-5.6667	15	0.0273	0.164	0.168174					1025	0.009	0.35	0.5	0.0015		
118.66666	-5.6667	15	0.0247	0.077	0.08076					1025	0.001	0.35	0.5	0.000177		
119.33334	-5.6667	15	-0.196	0.383	0.403994					1025	0.127	0.35	0.5	0.022176		
120	-5.6667	15	-0.279	0.375	0.467696					1025	0.197	0.35	0.5	0.034408		
120.66666	-5.6667	15	-0.006	0.283	0.282922					1025	0.044	0.35	0.5	0.007617		
121.33334	-5.6667	15	0.3841	-0.32	0.508946					1025	0.250	0.35	0.5	0.043818		
122	-5.6667	15	0.4189	-0.38	0.561981					1025	0.345	0.35	0.5	0.060333		
123.33334	-5.6667	15	-0.080	0.110	0.156762					1025	0.007	0.35	0.5	0.001296		
124	-5.6667	15	-0.023	0.278	0.279201					1025	0.040	0.35	0.5	0.00739		
124.66666	-5.6667	15	0.1741	0.405	0.440632					1025	0.164	0.35	0.5	0.028771		
118	-5	15	0.0365	0.324	0.325618					1025	0.066	0.35	0.5	0.011617		
118.66666	-5	15	-0.154	0.366	0.396832					1025	0.120	0.35	0.5	0.021015		
119.33334	-5	15	-0.371	0.583	0.690648					1025	0.633	0.35	0.5	0.110798		
120.66666	-5	15	-0.051	-0.17	0.17862					1025	0.011	0.35	0.5	0.001917		
121.33334	-5	15	-0.015	-0.32	0.320852					1025	0.271	0.35	0.5	0.047523		

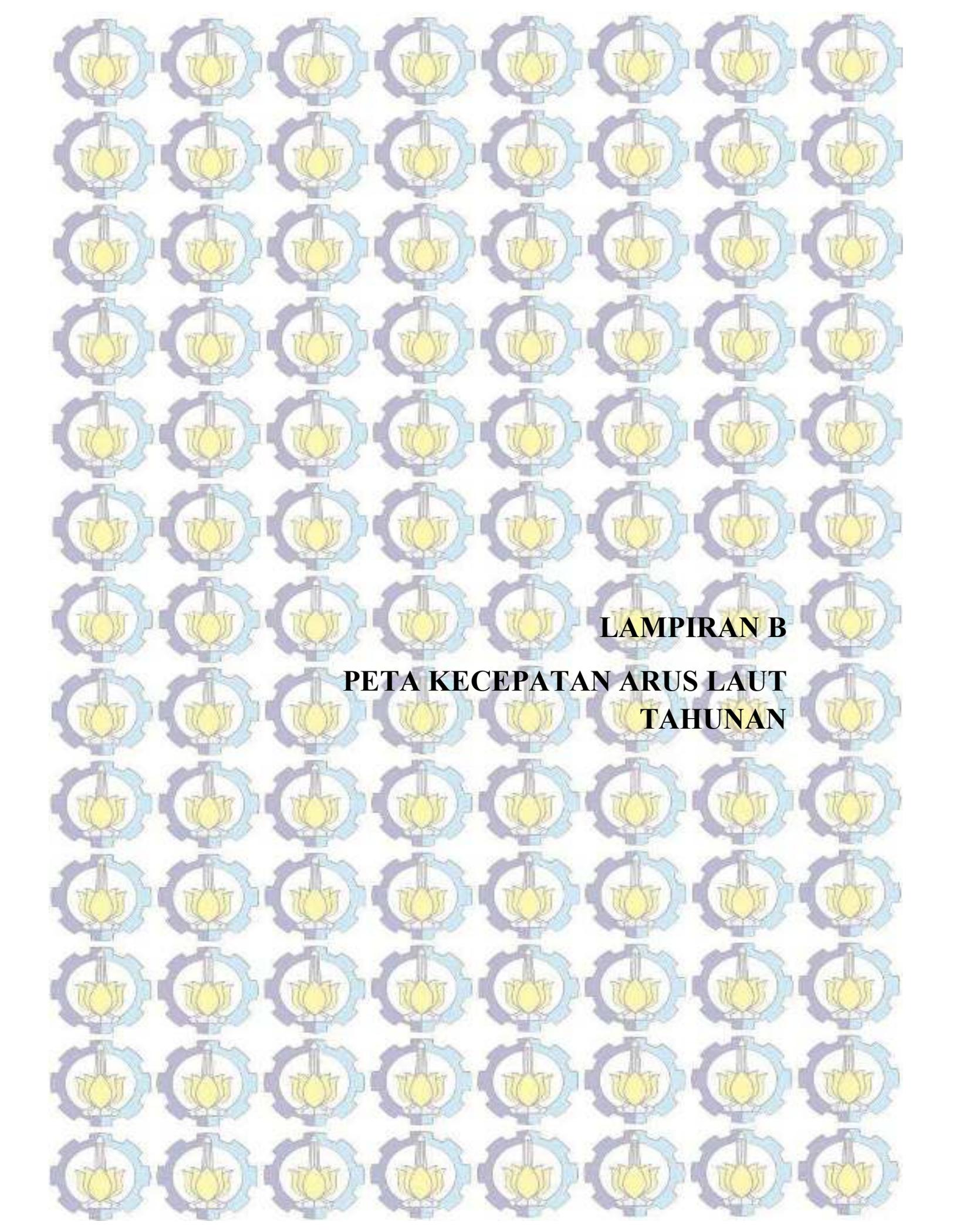
Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	kecepatan kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	Luas (Ha)	Densitas	Terditis (Mont)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	teknis (KW)	
									Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
118	-4,3333	15	-0,127	0,433				1025	0,29		0,35	0,3	0,031373	
118,66666	-4,3333	15	0,1447	0,426				1025	0,29		0,35	0,3	0,030563	
119,33334	-4,3333	15	0,543	0,729				1025	1,444		0,35	0,3	0,152615	
120,66666	-4,3333	15	-0,283	0,189				1025	0,076		0,35	0,3	0,013251	
121,33334	-4,3333	15	-0,872	-0,21				1025	1,383		0,35	0,3	0,240953	
122,66666	-9	15	-0,074	-0,3				1025	0,058		0,35	0,3	0,010119	
123,33334	-9	15	-0,137	-0,08				1025	0,000		0,35	0,3	0,001796	
124	-9	15	-0,31	0,194				1025	0,094		0,35	0,3	0,016444	
125,33334	-8,3333	15	-0,33	-0,04				1025	0,186		0,35	0,3	0,050568	
122,66666	-7,5667	15	-0,172	-0,12				1025	0,017	0,00031075	0,35	0,3	0,003908	0
123,33334	-7,5667	15	-0,185	0,213			2918567	0,531746	0,294138		0,35	0,3	0,007826	
124	-7,5667	15	-0,11	0,295				1025	0,060		0,35	0,3	0,010845	
125,66666	-7,5667	15	-0,171	-0,05				1025	0,060		0,35	0,3	0,001943	
121,33334	-11	15	-0,085	0,191				1025	0,018		0,35	0,3	0,003166	
122,66666	-11	15	-0,073	-0,2				1025	0,019		0,35	0,3	0,003342	
121,33334	-10,333	15	-0,162	0,169				1025	0,025		0,35	0,3	0,004102	
122	-10,333	15	-0,028	0,056				1025	0,000		0,35	0,3	3,43E-05	
122,66666	-10,333	15	0,6039	-0,17				1025	0,000		0,35	0,3	0,001598	
120,66666	-9,5667	15	-0,283	0,077				1025	0,049		0,35	0,3	0,008517	
121,33334	-9,5667	15	-0,325	0,076				1025	0,023	0,00031274	0,35	0,3	0,005062	5,473E-05
122,66666	-9,5667	15	-0,277	0,025				1025	0,020		0,35	0,3	0,004403	
123,33334	-9	15	-0,156	-0,12				1025	0,015		0,35	0,3	0,002892	
120,66666	-9	15	-0,104	-0,01				1025	0,000		0,35	0,3	0,0004	
121,33334	-9	15	-0,143	0,047				1025	0,006		0,35	0,3	0,001126	
121,33334	-9	15	-0,237	0,113				1025	0,056		0,35	0,3	0,00627	
122	-9	15	-0,202	-0,01				1025	0,016		0,35	0,3	0,002863	
127,33334	-3	15	0,1959	-0,84				1025	1,226		0,35	0,3	0,216207	
126,66666	-2,3333	15	-0,083	0,205				1025	0,021		0,35	0,3	0,003643	
127,33334	-2,3333	15	0,6522	-1,17				1025	3,118		0,35	0,3	0,545668	
128	-2,3333	15	0,4933	-0,33				1025	0,161		0,35	0,3	0,061317	
128,66667	-2,3333	15	0,9275	-0,95				1025	4,516		0,35	0,3	0,790315	
129,33333	-2,3333	15	-0,302	-0,21				1025	0,172		0,35	0,3	0,030111	
127,33334	-1,5667	15	0,6908	-1,4				1025	5,306		0,35	0,3	0,928924	
128,66667	-1,5667	15	0,7686	1,09				1025	5,519		0,35	0,3	0,965824	
127,33334	-1	15	0,3117	-1,41				1025	9,070		0,35	0,3	1,037175	
128	-1	15	0,6853	-0,32				1025	0,833		0,35	0,3	0,145847	
128,66667	-1	15	-0,084	2,214				1025	18,490		0,35	0,3	0,136054	
127,33334	-0,3333	15	0,3776	-1,25				1025	4,294		0,35	0,3	0,752759	
128,66667	-0,3333	15	0	-0,04				1025	0,000		0,35	0,3	1,83E-05	

Longitude	Latitude	depth (m)	u	v	Kecepatan	Keterangan	Kecepatan tertinggi	Kecapatan Rata-rata	Luas (Ha)	Density	Teoritis (Watt)		Effisiensi Turbin	effisiensi generator	Teknis (KW)	
											Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
129,13133	-0,3333	15	0,8496	-0,11	0,819733	Leat Seram	2,715694	0,9376544	8799292	1025	1,271	0,03274413	0,35	0,5	0,211717	0,00573005
130	-0,3333	15	0,7117	-0,7	0,94907					1025	1,893		0,35	0,5	0,331216	
132	-0,3333	15	-0,672	0,08	0,676719					1025	5,996		0,35	0,5	0,104229	
127,13134	0,33331	15	0,4617	-0,93	1,026023					1025	2,070		0,35	0,5	0,163271	
129,33333	0,33333	15	0,6573	-0,16	0,676638					1025	0,595		0,35	0,5	0,104197	
130	0,33333	15	0,5734	-0,31	0,651035					1025	0,530		0,35	0,5	0,091806	
130,66667	0,33333	15	0,6106	-0,21	0,646149					1025	0,518		0,35	0,5	0,090730	
131,13133	0,33333	15	0,1797	0,013	0,162732					1025	0,012		0,35	0,5	0,003052	
132	0,33333	15	-0,756	0,359	0,836673					1025	1,126		0,35	0,5	0,196984	
127,33334	1	15	0,4579	-0,52	0,691655					1025	0,636		0,35	0,5	0,111281	
131,13133	1	15	-0,199	0,417	0,61529					1025	0,190		0,35	0,5	0,03128	
128,66667	1,66667	15	-0,767	2,16	2,20617					1025	23,129		0,35	0,5	4,04752	
128	2,33333	15	-0,16	0,184	0,243853					1025	0,028		0,35	0,5	0,004878	
128,66667	2,33333	15	-0,37	1,323	1,373886					1025	4,984		0,35	0,5	0,872196	
131,13133	-1,66667	15	-0,746	-0,07	0,256712					1025	0,033		0,35	0,5	0,005691	
132	-3,6667	15	0,0063	0,097	0,09697					1025	0,002		0,35	0,5	0,000307	
130,66667	-3	15	-0,134	-1,05	1,060438					1025	2,252		0,35	0,5	0,401068	
131,13133	-3	15	-0,223	-0,35	0,411737					1025	0,134	0,000775926	0,35	0,5	0,023474	0,00136137
130,66667	-2,3333	15	0,0863	-1,09	1,046539		1,096539	0,5807405	1366542	1025	1,534		0,35	0,5	0,443441	
131,33333	-2,3333	15	-0,058	-0,55	0,549501					1025	0,319		0,35	0,5	0,055804	
131,33333	-1,6667	15	0,1062	-0,58	0,593276					1025	0,401		0,35	0,5	0,070237	
129,13133	-1,6667	15	0,1916	-0,26	0,311942					1025	0,064		0,35	0,5	0,011221	
130,66667	-1,6667	15	0,3278	-1,02	1,070387					1025	2,357		0,35	0,5	0,413464	
129,33333	-1	15	0,6875	-0,18	0,708715					1025	0,687	0,02107001	0,35	0,5	0,120231	0,00368725
130	-1	15	0,6382	-0,97	1,136031					1025	7,818		0,35	0,5	0,491071	
128	-6,3333	15	-0,216	-0,06	0,231548					1025	0,024		0,35	0,5	0,004175	
128,66667	-8,3333	15	-0,174	-0,1	0,20106					1025	0,016		0,35	0,5	0,002734	
129,33333	-8,3333	15	-0,155	-0,05	0,162342					1025	0,009		0,35	0,5	0,001438	
130	-8,3333	15	-0,125	-0,11	0,178902					1025	0,011		0,35	0,5	0,001926	
130,66667	-8,3333	15	0,0377	-0,11	0,112937					1025	0,003		0,35	0,5	0,000484	
128	-7,6667	15	-0,124	-0,09	0,156324					1025	0,007		0,35	0,5	0,001285	
128,66667	-7,6667	15	-0,157	-0,08	0,177408					1025	0,011		0,35	0,5	0,00160	
129,33333	-7,6667	15	-0,148	-0,03	0,150008					1025	0,006		0,35	0,5	0,001137	
130	-7,6667	15	-0,101	-0,14	0,247286					1025	0,019		0,35	0,5	0,005086	
130,66667	-7,6667	15	-0,262	-0,23	0,351498					1025	0,083		0,35	0,5	0,014606	
128	-7	15	-0,069	-0,05	0,081641					1025	0,001		0,35	0,5	0,000197	
128,66667	-7	15	-0,077	-0,07	0,10551					1025	0,002		0,35	0,5	0,000395	
129,33333	-7	15	-0,075	-0,02	0,078559					1025	0,001		0,35	0,5	0,000163	
130	-7	15	-0,109	-0,07	0,174212					1025	0,004		0,35	0,5	0,000694	

Longitude	Latitude	Depth [m]	u	v	kecepatan	kecerahan	kecepatan vertikal	kecepatan foto-fata	luas (ha)	Density	Turbiditas (Watt)		eksistensi Turbin	eksistensi generator	Waktu (Watt)	
											Sekarang	Pada-Rata			Sekarang	Pada-Rata
110,446667	-7	15	-0,223	-0,13	0,290287					1025	0,034	0,36	0,5	0,0029973		
111,333333	-7	15	-0,302	-0,32	0,442583					1025	0,167	0,36	0,5	0,0229236		
132	-7	15	-0,282	-0,23	0,364179					1025	0,091	0,36	0,5	0,0159077		
134	-7	15	-0,274	-0,24	0,364412					1025	0,059	0,36	0,5	0,016276		
114,446667	-7	15	-0,252	-0,1	0,274158					1025	0,040	0,36	0,5	0,006493		
117,333334	-7,44667	15	0,209	0,205	0,307754					1025	0,056	0,36	0,5	0,0036903		
113	-7,44667	15	0,1761	-0,01	0,176209					1025	0,011	0,36	0,5	0,00184		
118,446666	-7,44667	15	0,124	0,138	0,183279					1025	0,012	0,36	0,5	0,002136		
110,333334	-7,44667	15	0,0461	0,069	0,062765					1025	0,001	0,36	0,5	0,000187		
120	-7,44667	15	0,1024	-0,06	0,133411					1025	0,005	0,36	0,5	0,0020902		
120,446666	-7,44667	15	-0,002	0,314	0,313512					1025	0,059	0,36	0,5	0,012084		
117,333334	-7,44667	15	-0,01	0,219	0,236779					1025	0,026	0,36	0,5	0,002465		
122	-7,44667	15	-0,07	-0,04	0,081309					1025	0,001	0,36	0,5	0,000181		
115,446666	-7,44667	15	-0,172	-0,12	0,207531					1025	0,017	0,36	0,5	0,0028006		
121,333334	-7,44667	15	-0,183	0,218	0,235499					1025	0,046	0,36	0,5	0,0026626		
124	-7,44667	15	-0,11	0,295	0,315774					1025	0,060	0,36	0,5	0,003045		
124,446666	-7,44667	15	-0,171	-0,06	0,179473					1025	0,011	0,36	0,5	0,001941		
125,333334	-7,44667	15	-0,143	-0,12	0,190357					1025	0,013	0,36	0,5	0,002113		
125,333334	-7,44667	15	0,0783	0,023	0,081344					1025	0,001	0,36	0,5	0,000188		
126	-7,44667	15	-0,121	-0,34	0,367679					1025	0,065	0,36	0,5	0,015636		
110,446667	-5,44667	15	-0,294	-0,15	0,312006					1025	0,070	0,36	0,5	0,012108		
117,333334	-5,44667	15	-0,304	0,076	0,313213					1025	0,059	0,36	0,5	0,010334		
124	-5,44667	15	-0,297	-0,11	0,262865					1025	0,035	0,36	0,5	0,005109		
126,446667	-5,44667	15	-0,13	-0,24	0,269501					1025	0,037	0,36	0,5	0,002644		
128,333333	-5,44667	15	0,0039	-0,1	0,197148					1025	0,015	0,36	0,5	0,002577		
130	-5,44667	15	0,1153	-0,05	0,176725					1025	0,004	0,36	0,5	0,000684		
110,446667	-5,44667	15	0,2853	-0,01	0,34627					1025	0,045	0,36	0,5	0,007789		
111,333333	-5,44667	15	0,3057	0,06	0,306787					1025	0,055	0,36	0,5	0,0029711		
132	-5,44667	15	0,113	-0,12	0,202555					1025	0,016	0,36	0,5	0,000796		
114,446667	-5,44667	15	-0,207	0,027	0,249011					1025	0,029	0,36	0,5	0,0026133		
113,333333	-5,44667	15	-0,368	0,062	0,372842					1025	0,100	0,36	0,5	0,017432		
134	-5,44667	15	-0,393	-0,06	0,404678					1025	0,127	0,36	0,5	0,021719		
124,446666	-5	15	0,1553	0,264	0,396234					1025	0,120	0,36	0,5	0,0229923		
125,333334	-5	15	0,188	0,216	0,286509					1025	0,045	0,36	0,5	0,000791		
126	-5	15	0,0013	-0,19	0,190626					1025	0,013	0,36	0,5	0,00033		
126,446666	-5	15	-0,113	-0,1	0,154536					1025	0,007	0,36	0,5	0,000153		
127,333334	-5	15	-0,012	0,012	0,019413					1025	0,000	0,36	0,5	0,000000		
128	-5	15	0,1041	-0,21	0,27709					1025	0,026	0,36	0,5	0,002481		
128,446667	-5	15	0,0902	-0,39	0,401575					1025	0,125	0,36	0,5	0,021944		

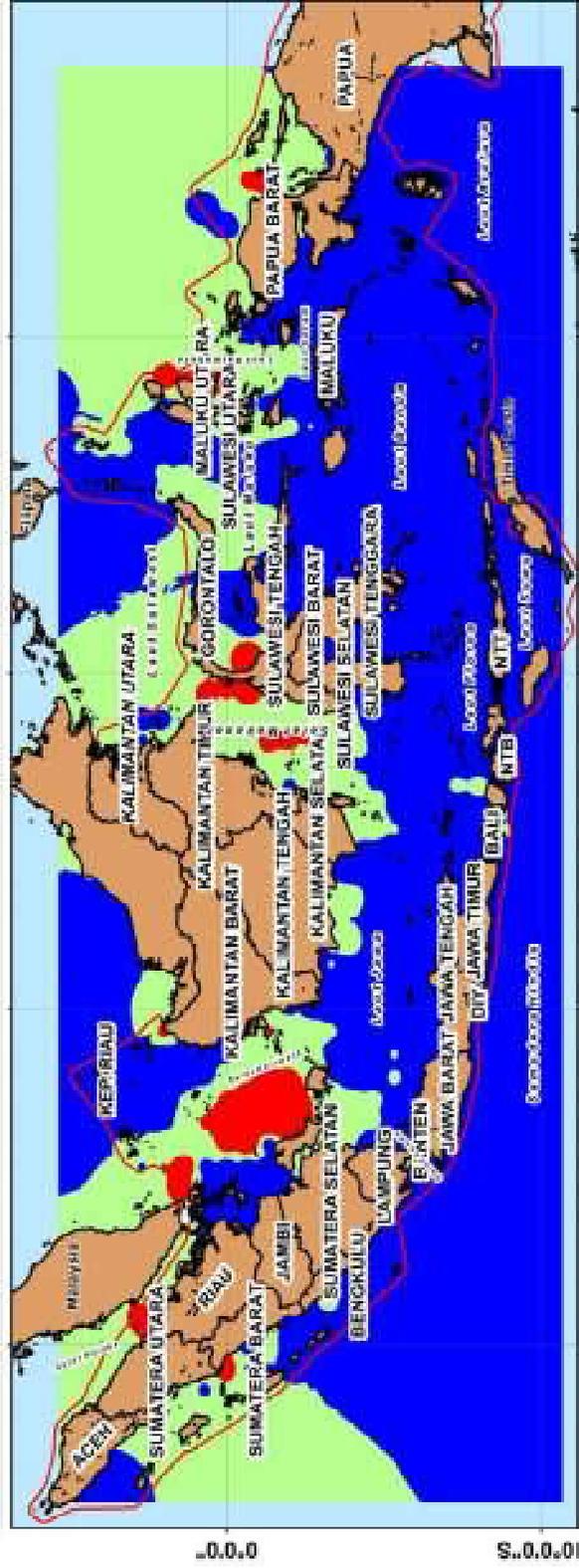
Longitude	Latitude	depth [m]	u	v	Korelasi	keterangan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	Luas (Ha)	Density	Tebal (Wact)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	teknis (KW)	
											Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
129.3333	-5	15	-0.001	-0.20	0.268042					1025	0.946	0.95	0.5	0.008036		
130	-5	15	0.0264	-0.26	0.284595					1025	0.94	0.95	0.5	0.005952		
130.6667	-5	15	0.3574	-0.3	0.469553					1025	0.995	0.95	0.5	0.044813		
131.3333	-5	15	0.5097	0.07	0.514397					1025	0.262	0.95	0.5	0.045778		
132	-5	15	0.2697	0.162	0.31464					1025	0.065	0.95	0.5	0.010476		
132.6667	-5	15	0.1587	0.165	0.228742					1025	0.021	0.95	0.5	0.004925		
133.3333	-5	15	0.3425	0.051	0.446263					1025	0.082	0.95	0.5	0.013963		
134	-5	15	0.8092	-0.32	0.869099					1025	1.262	0.95	0.5	0.220786		
134.6666	-3.3333	15	-0.046	-0.08	0.09056					1025	0.001	0.95	0.5	0.00025		
134.6666	-4.3333	15	0.2208	0.135	0.269888					1025	0.006	0.95	0.5	0.006612		
135.3334	-4.3333	15	0.405	0.264	0.552404					1025	0.006	0.95	0.5	0.054694		
136	-4.3333	15	0.3377	0.036	0.339630					1025	0.075	0.95	0.5	0.013179		
136.6666	-4.3333	15	0.3284	-0.39	0.378683					1025	0.105	0.95	0.5	0.018293		
137.3334	-4.3333	15	0.4081	-0.21	0.480573					1025	0.221	0.95	0.5	0.038704		
138.6667	-4.3333	15	0.6635	-0.29	0.725941					1025	0.735	0.95	0.5	0.128967		
139.3333	-4.3333	15	-0.004	-0.26	0.052277					1025	0.162	0.95	0.5	0.028154		
140.6667	-4.3333	15	-0.209	-0.46	0.502832					1025	0.002	0.95	0.5	4.81E-05		
141.3333	-4.3333	15	0.0028	-0.67	0.667897					1025	0.244	0.95	0.5	0.042757		
141.3333	-4.3333	15	0.0492	0.103	0.114041					1025	0.572	0.95	0.5	0.100026		
142.6667	-4.3333	15	0.1426	0.271	0.300520					1025	0.001	0.95	0.5	0.000499		
142.6667	-4.3333	15	0.2888	0.009	0.289908					1025	0.055	0.95	0.5	0.009485		
143.3333	-4.3333	15	0.8005	-0.44	0.915211					1025	0.966	0.95	0.5	0.00811		
144	-4.3333	15	0.8895	-0.47	1.007887					1025	1.473	0.95	0.5	0.257843		
144.6666	-3.6667	15	-1.372	-0.37	1.422972					1025	1.968	0.95	0.5	0.346349		
144.6666	-3.6667	15	-0.661	-0.42	0.783794					1025	0.925	0.95	0.5	0.969064		
144.6667	-3.6667	15	-0.091	-0.37	0.377312					1025	5.38	0.95	0.5	0.161905		
144.6666	-3.6667	15	0.1497	-0.15	0.214951					1025	0.103	0.95	0.5	0.018066		
145.3334	-3.6667	15	0.4639	0.232	0.518751					1025	0.268	0.95	0.5	0.040951		
146	-3.6667	15	0.4082	0.318	0.517477					1025	0.266	0.95	0.5	0.046405		
147.3334	-3.6667	15	0.4317	-0.5	0.60249					1025	0.559	0.95	0.5	0.097792		
148.6666	-3	15	-0.299	-0.65	0.695769					1025	0.647	0.95	0.5	0.113381		
148.6666	-3	15	-0.704	-0.56	0.900048					1025	1.401	0.95	0.5	0.245223		
148.3334	-3	15	-0.405	-0.74	0.843992					1025	1.156	0.95	0.5	0.202199		
148	-3	15	-0.172	-0.57	0.591209					1025	0.397	0.95	0.5	0.0695		
148.6666	-3	15	-0.064	-0.44	0.440071					1025	0.164	0.95	0.5	0.028654		
148.3334	-3	15	0.1356	0.133	0.204307					1025	0.016	0.95	0.5	0.002368		
148	-3	15	0.3089	0.57	0.6071					1025	0.430	0.95	0.5	0.075157		
148.6666	-2.3333	15	0.0244	-0.56	0.556632					1025	0.331	0.95	0.5	0.058005		

Longitude	Latitude	depth (m)	φ	ψ	Kecepatan	keterangan	kecepatan tertinggi	kecepatan Rata-Rata	Luas (Ha)	Density	Turbinis (Watt)		Efisiensi Turbin	efisiensi generator	Totals (KW)	
											Sebaran	Rata-Rata			Sebaran	Rata-Rata
:23.33334	-2.33333	15	-0.147	-0.81	0,320018					3025	1,060	0,35	0,5	0,185494		
134	-2.33333	15	-0.298	-0.53	0,529573					3025	0,517	0,35	0,5	0,052182		
:24.66665	-2.33333	15	-0.36	-0,3	0,703495					3025	0,689	0,35	0,5	0,117097		
:25.33334	-2.33333	15	-0.305	0,019	0,325144					3025	0,066	0,35	0,5	0,011561		
125	-7.66667	15	0,004	-0,35	0,354693					3025	0,066	0,35	0,5	0,015009		
:27.33334	-7.66667	15	-0,056	-0,17	0,178026					3025	0,011	0,35	0,5	0,00197		
125	-7	15	0,162	-0,53	0,376177	Seai Wetar	0,576117	0,306917	1057112	3025	0,367	0,35	0,5	0,054312	0,00034285	
:26.66665	-7	15	-0,1972	-0,43	0,472073					3025	0,302	0,35	0,5	0,035383		
:27.33334	-7	15	0,0516	-0,01	0,052977					3025	0,000	0,35	0,5	5E-05		
91	33334	-3	15	0,2083	0,163	0,164745				3025	0,036	0,35	0,5	0,006241		
:34.66667	-2.33333	15	-0,262	0,271	0,376957					3025	0,103	0,35	0,5	0,018615		
:35.33334	-2.33333	15	0,0202	-1,3	1,403801					3025		0,35	0,5			
135	-2.33333	15	0,2843	-1,62	1,644017					3025		0,35	0,5			
:34.66667	-1.66667	15	1,063	0,287	1,142636					3025		0,35	0,5			
:35.33334	-1.66667	15	0,2001	-1,7	1,708803					3025		0,35	0,5			
:36.66667	-1.66667	15	-0,417	-1,53	1,587551					3025		0,35	0,5			
:34.66667	-1	15	1,1497	0,349	1,195595					3025		0,35	0,5			
:35.33334	-1	15	0,1852	-1,63	1,560829					3025		0,35	0,5			
135	-1	15	0,157	-2,04	2,043914	laut	2,043914	1,143872	4735384	3025		0,35	0,5		0,01040308	
:36.66667	-1	15	-1,182	-1,11	1,521316	Malsheba				3025		0,35	0,5			
:33.33333	-0.33333	15	-0,182	1,115	1,17916					3025		0,35	0,5			
134	-0.33333	15	0,8486	1,11	1,197187					3025		0,35	0,5			
:34.66667	-0.33333	15	0,5951	0,424	0,69875					3025		0,35	0,5			
:35.33334	-0.33333	15	-0,042	-1,21	1,211119					3025		0,35	0,5			
:33.33333	0.33333	15	-0,386	0,674	0,776871					3025		0,35	0,5			
134	0.33333	15	0,2774	0,149	0,314626					3025		0,35	0,5			
:34.66667	0.33333	15	-0,156	0,483	0,512046					3025		0,35	0,5			



LAMPIRAN B
PETA KECEPATAN ARUS LAUT
TAHUNAN

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2012



Sumber Peta:
<https://podaac.jpl.nasa.gov>

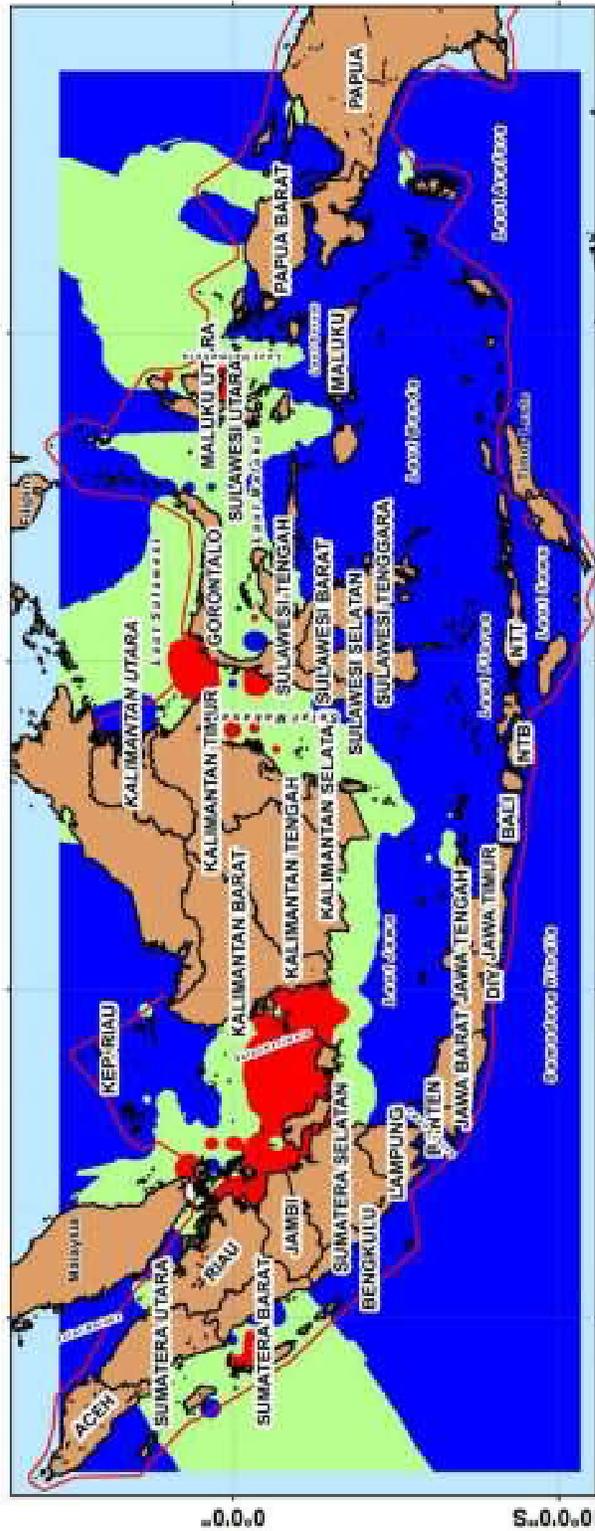
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- Batas Negara Indonesia
- Daratan
- Kecepatan Arus (m/s)
0 - 0,06
- 0,06 - 1,5
- > 1,5

1 cm = 125 km

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2014



LEGENDA

- Daratan
- Batas Perairan Indonesia
- Kecepatan Arus (m/s)

 - 0 - 0,50
 - 0,50 - 1,00
 - > 1,00



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E

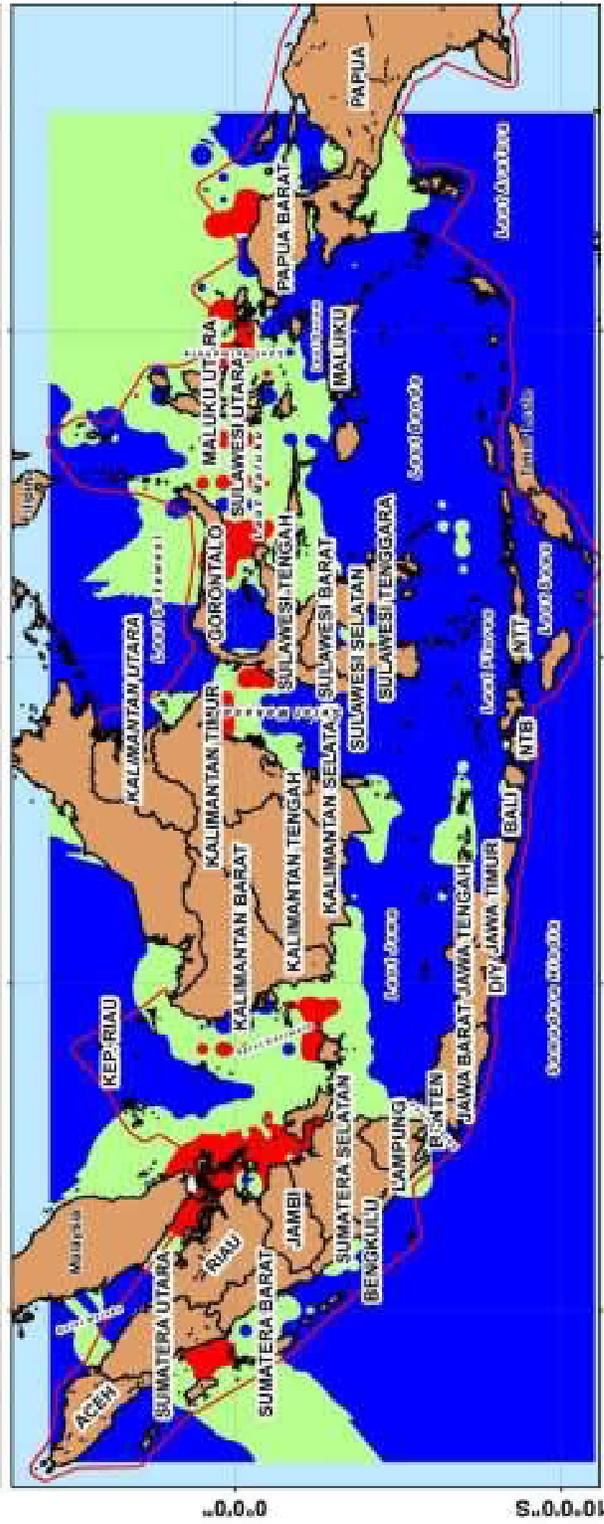


1 cm = 125 km



Sumber Peta:
<https://podiatc.jpl.nasa.gov>

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2015



LEGENDA

- Daratan
- Batas Perairan Indonesia

Kecepatan Arus (m/s)

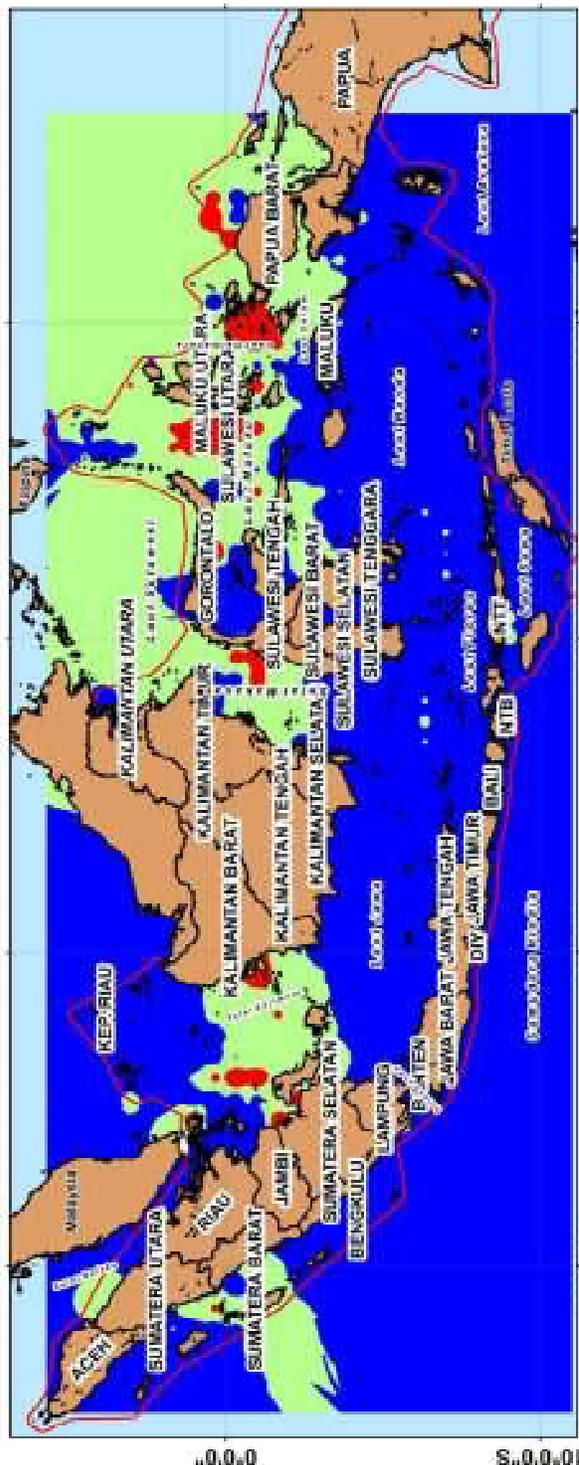
- 0 - 0,50
- 0,50 - 1,5
- > 1,5

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

Sumber Peta:
<https://podaac.jpl.nasa.gov>

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2016



LEGENDA

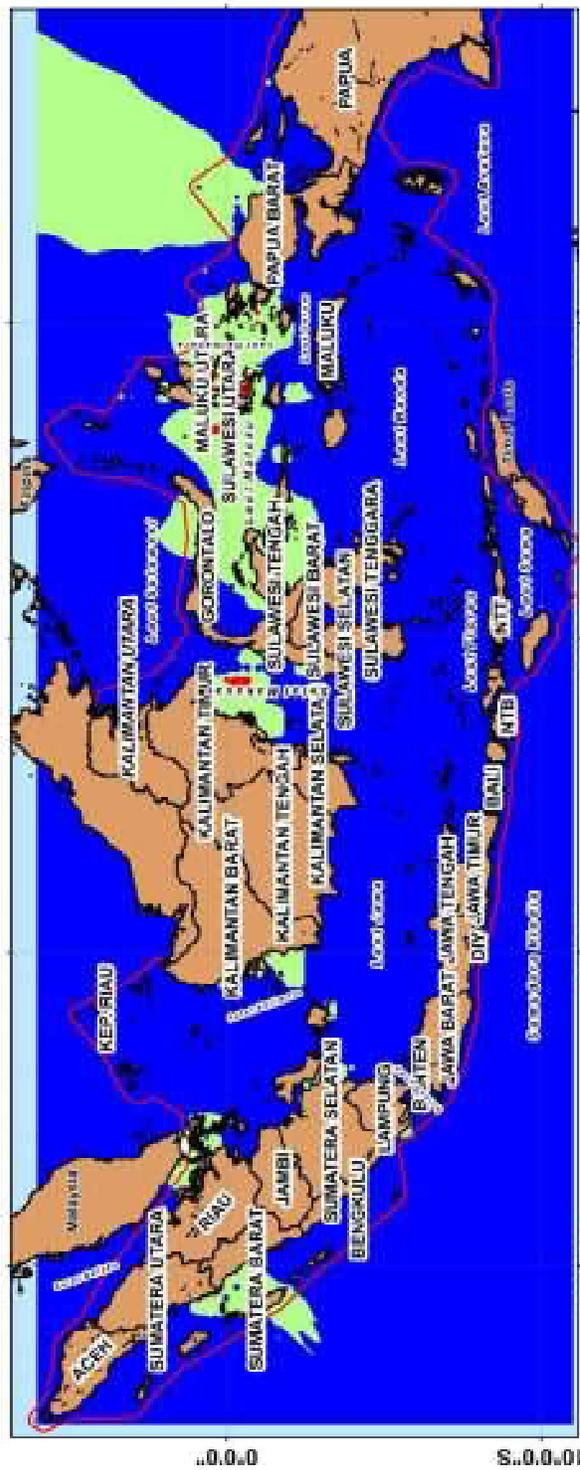
- Daratan
- Batas Perairan Indonesia
- Kecepatan Arus (m/s)**
- 0 - 0,05
- 0,05 - 1,5
- > 1,5

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

Sumber: Petac
<https://podsac.jatim.nasa.gov>

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2017



100°0'0"E **110°0'0"E** **120°0'0"E** **130°0'0"E**

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- Daratan (kecepatan Arus 0 m/s)
- 0 - 0,25
- 0,25 - 1,0
- > 1,0

Batas Wilayah Indonesia

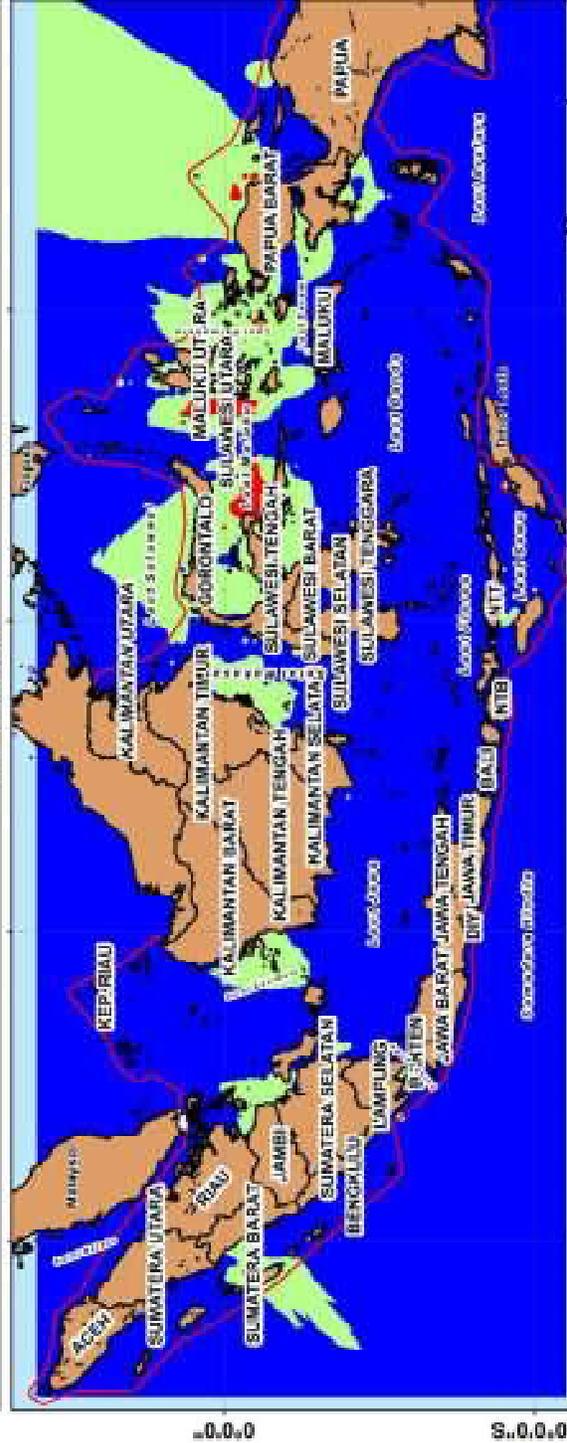
100°0'0"E **110°0'0"E** **120°0'0"E** **130°0'0"E**

1 cm = 125 km

0 125 250 500 750 1000

Sumber Peja:
<https://podsac.jatim.nasa.gov>

Sebaran Kecepatan Arus Tahun 2018



LEGENDA

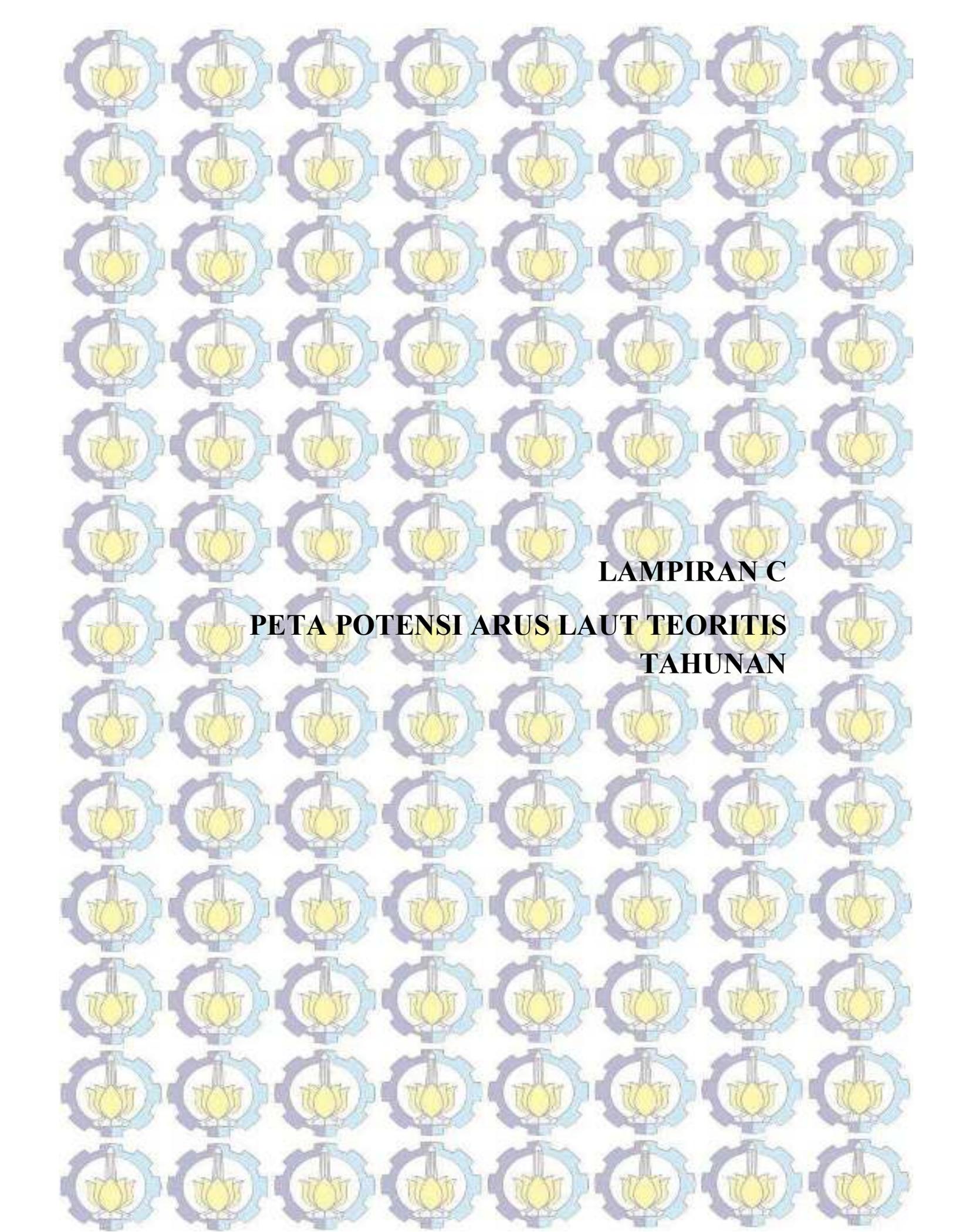
- Batas Perairan Indonesia
- Coordinat:**
- Kecepatan Arus (m/s):**
 - 0 - 0,50
 - 0,50 - 1,00
 - 1,00 - 1,50

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

0 125 250 500 750 1000 km

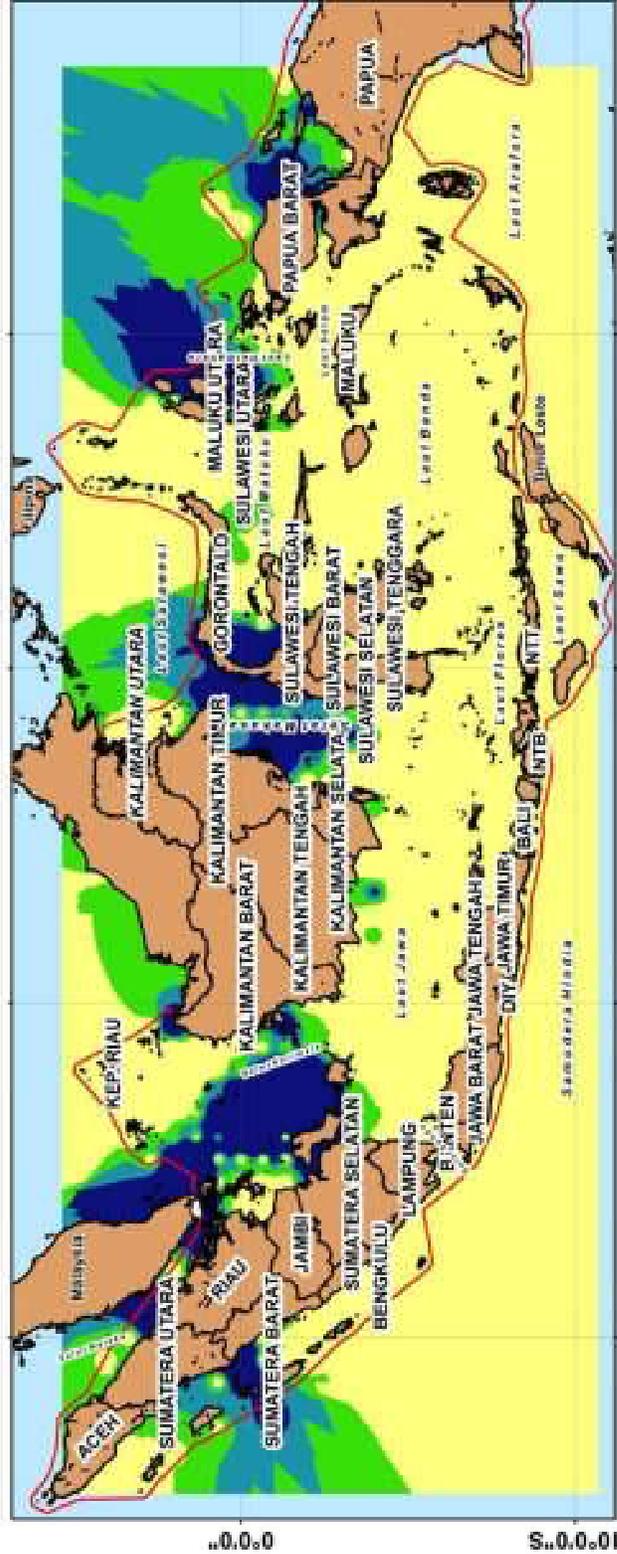
Sumber Peta:
<https://podaac.jpl.nasa.gov>



LAMPIRAN C

PETA POTENSI ARUS LAUT TEORITIS
TAHUNAN

Sebaran Teoritis Tahun 2012



100°0'0"E **110°0'0"E** **120°0'0"E** **130°0'0"E**

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

10°0'0"S **0°0'0"** **10°0'0"N**

1 cm = 125 km

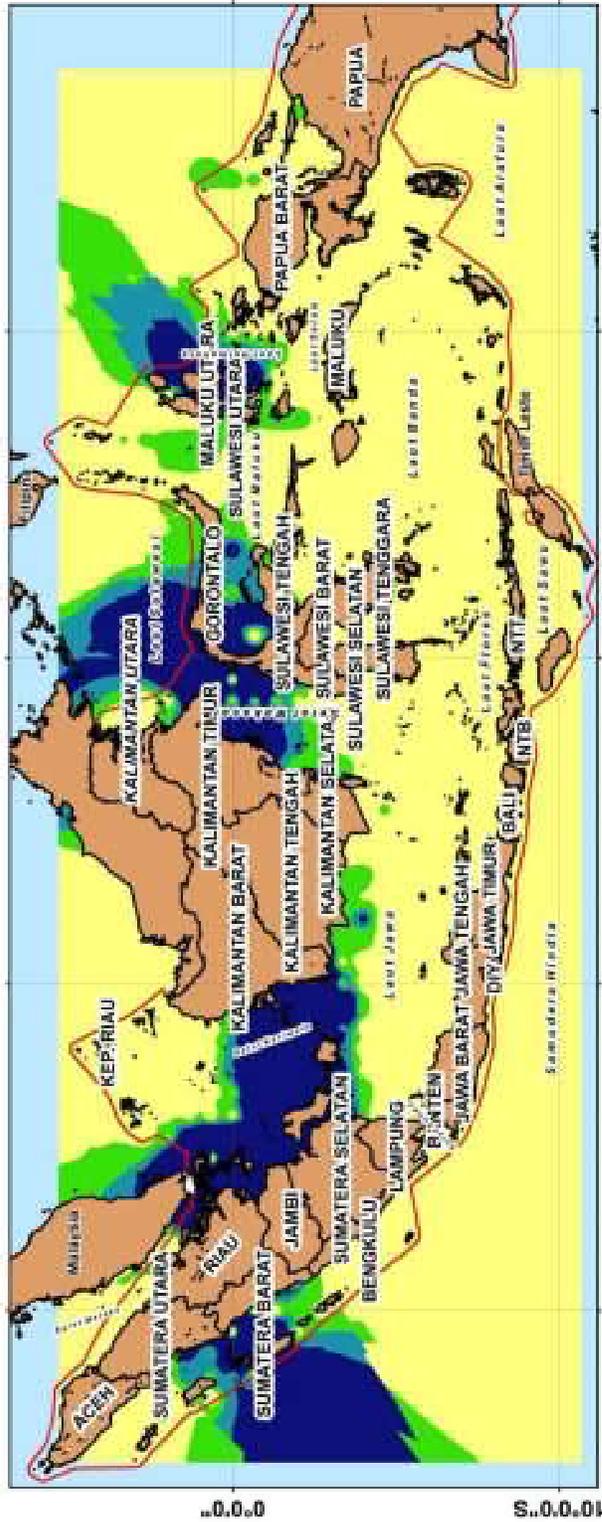
0 125 270 540 810 1080 km

Sumber Peta:
<https://petaac.jpl.nasa.gov>

LEGENDA

- Batas Peta dan Indonesia
- 0 - 0,4
- 0,4 - 0,8
- 0,8 - 1,2
- > 1,2

Sebaran Teoritis Tahun 2014



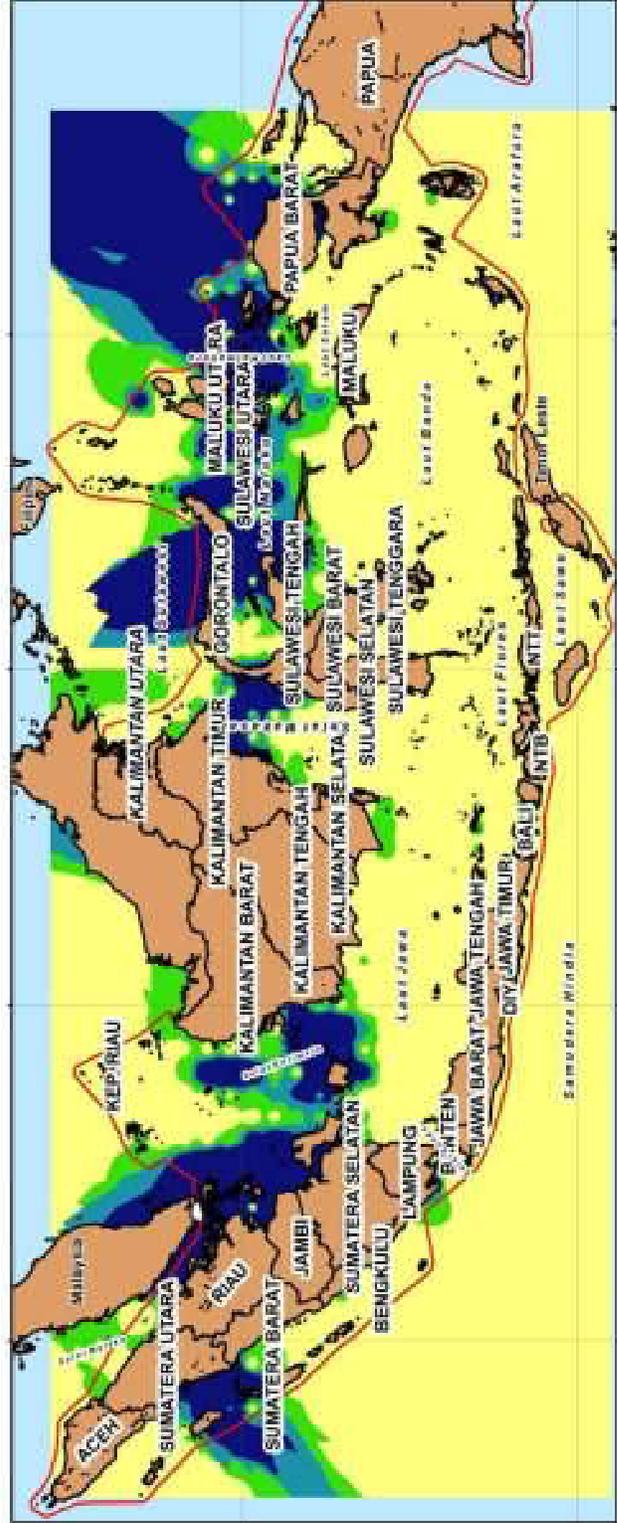
Sumber Peta:
<https://podaac.jpl.nasa.gov>

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- Batas Provinsi Indonesia
- 0 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 1,2
- > 1,2

Sebaran Teoritis Tahun 2015



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

Sumber Peta:
<https://petaac.jp1.nasa.gov>

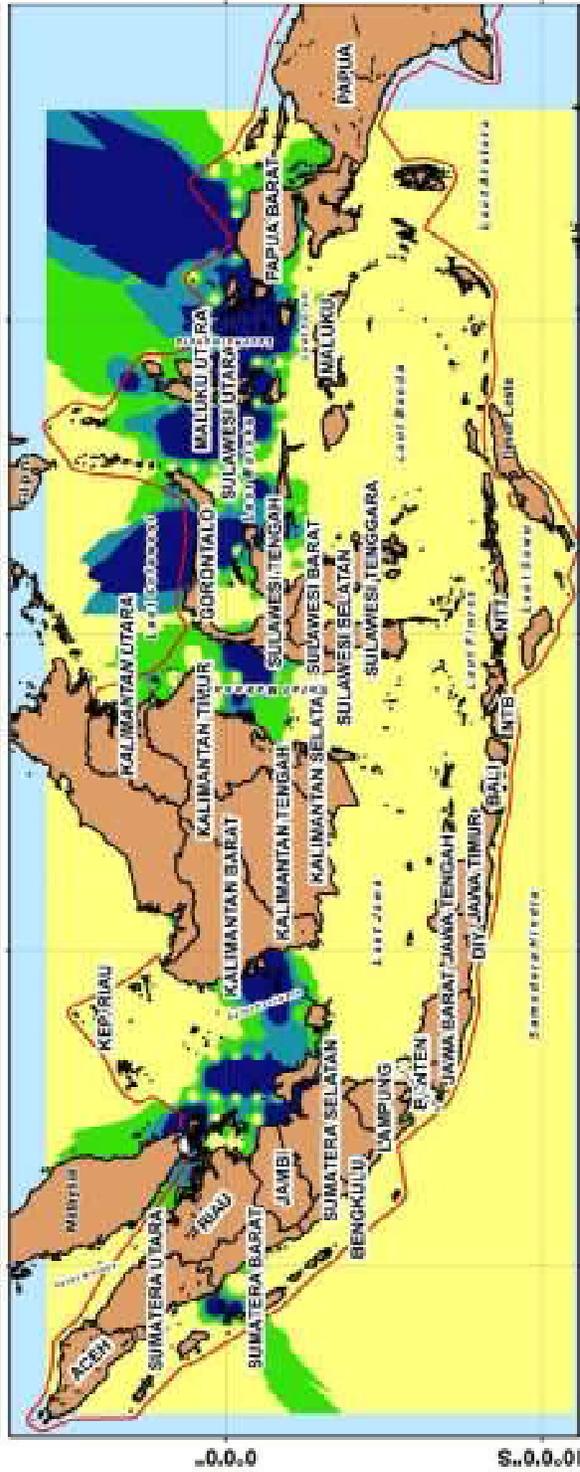
LEGENDA

- Daerah
- Daerah Persebaran Indonesia

Sebaran Teoritis (K/WH)

- 0 - 0,4
- 0,4 - 0,8
- 0,8 - 1,2
- > 1,2

Sebaran Teoritis Tahun 2016



Sumber Peta:
<https://peta.go.id>

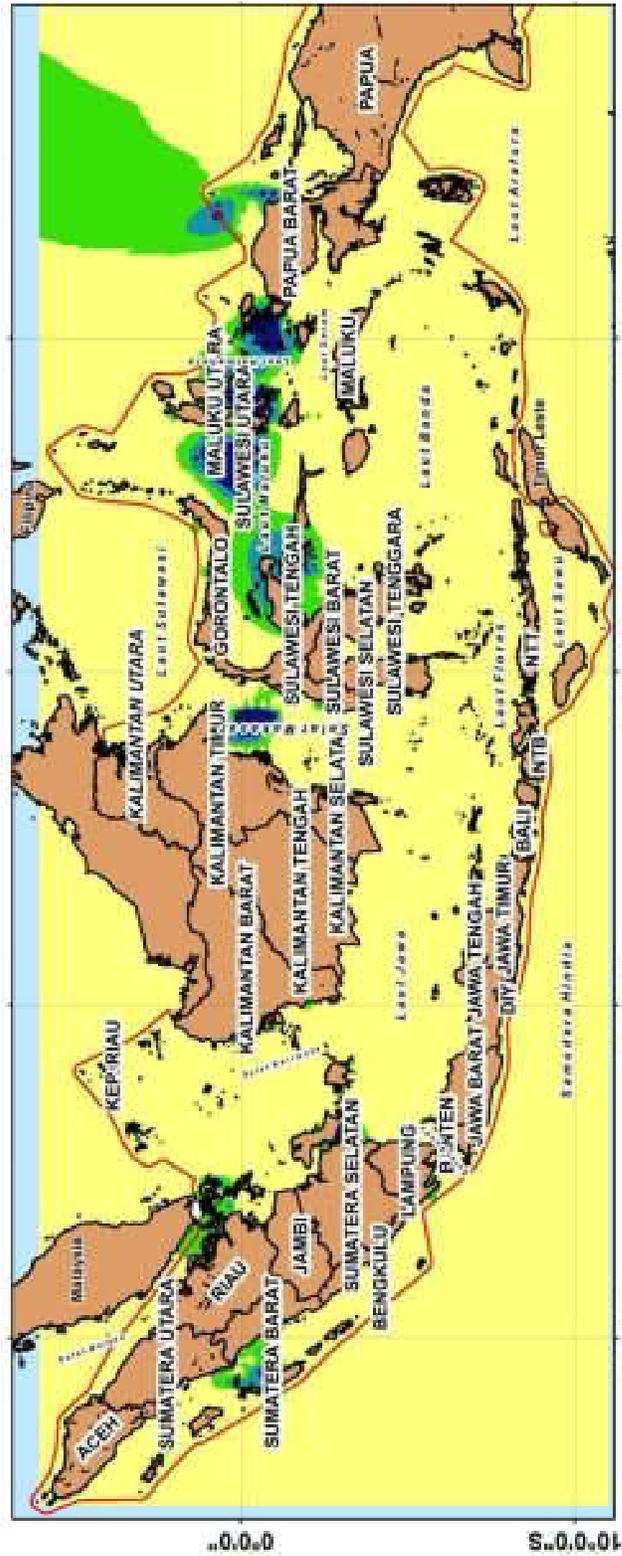
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- Daerah Persebaran
- 0 - 0,4
- 0,4 - 0,8
- 0,8 - 1,2
- 1,2 - 1,6
- > 1,6

1 cm = 125 km

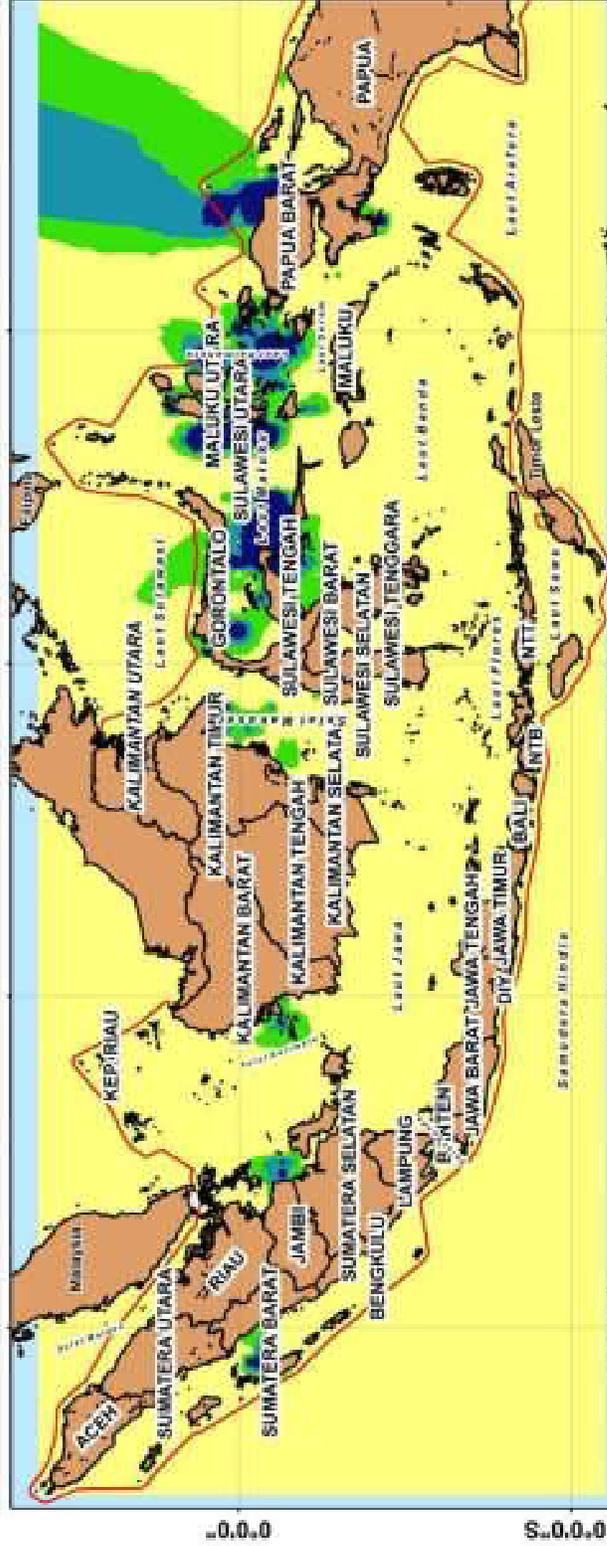
Sebaran Teoritis Tahun 2017



1 cm = 125 km

Sumber Peta:
<https://podasrc.itp.unasa.gov>

Sebaran Teoritis Tahun 2018



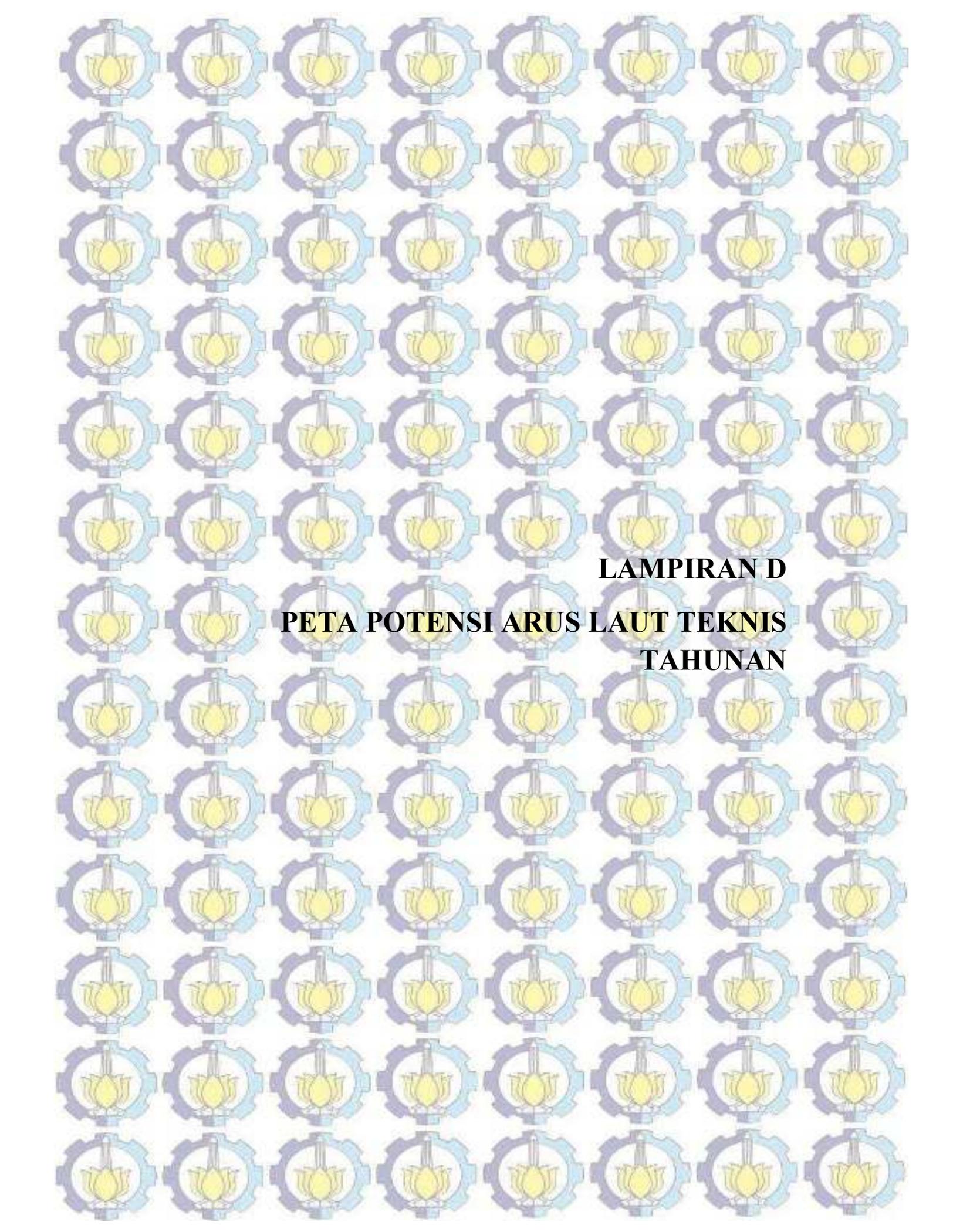
Sumber Peta:
<https://podaac.jpl.nasa.gov>

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

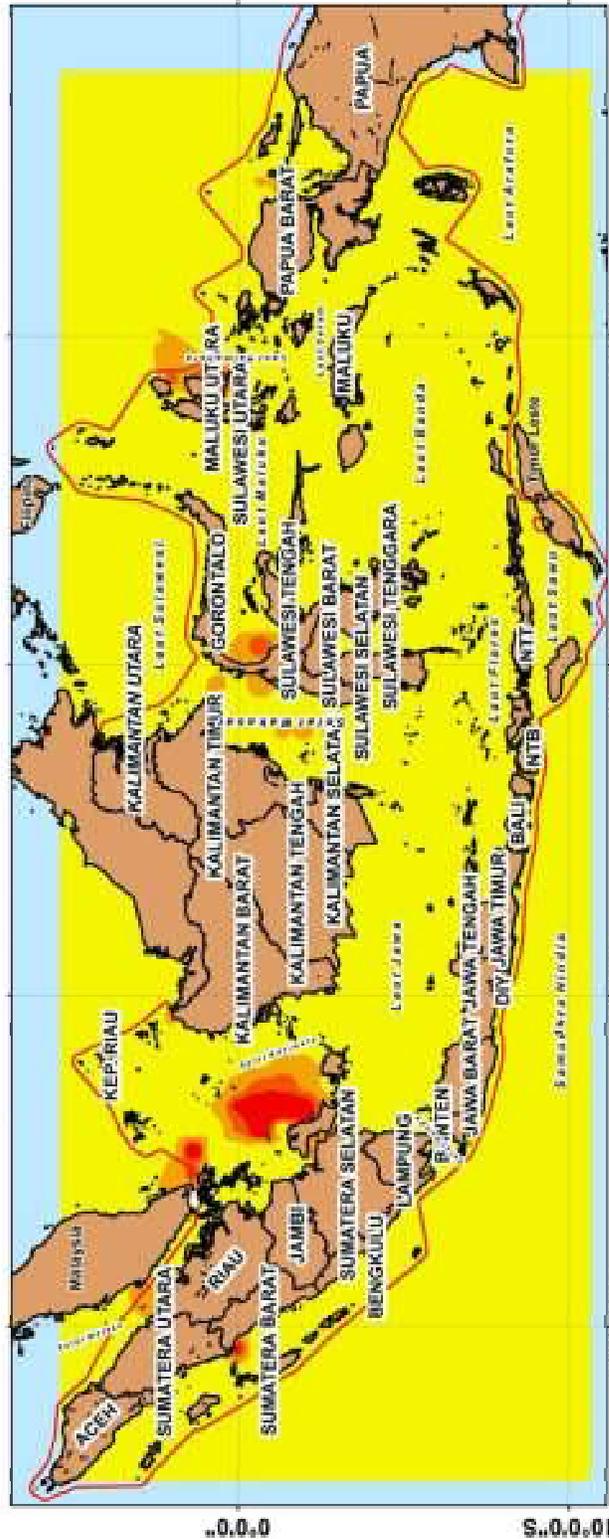
LEGENDA

- Batas Persebaran Indonesia
- 0 - 0,4
- 0,4 - 0,8
- 0,8 - 1,2
- > 1,2



LAMPIRAN D
PETA POTENSI ARUS LAUT TEKNIS
TAHUNAN

Sebaran Teknis Tahun 2012



LEGENDA

- Batas
- Batas Pesaian Indonesia

Sebaran Teknis (KWH)

- 0 - 0.4
- 0.41 - 0.8
- 0.81 - 1.2
- > 1.2

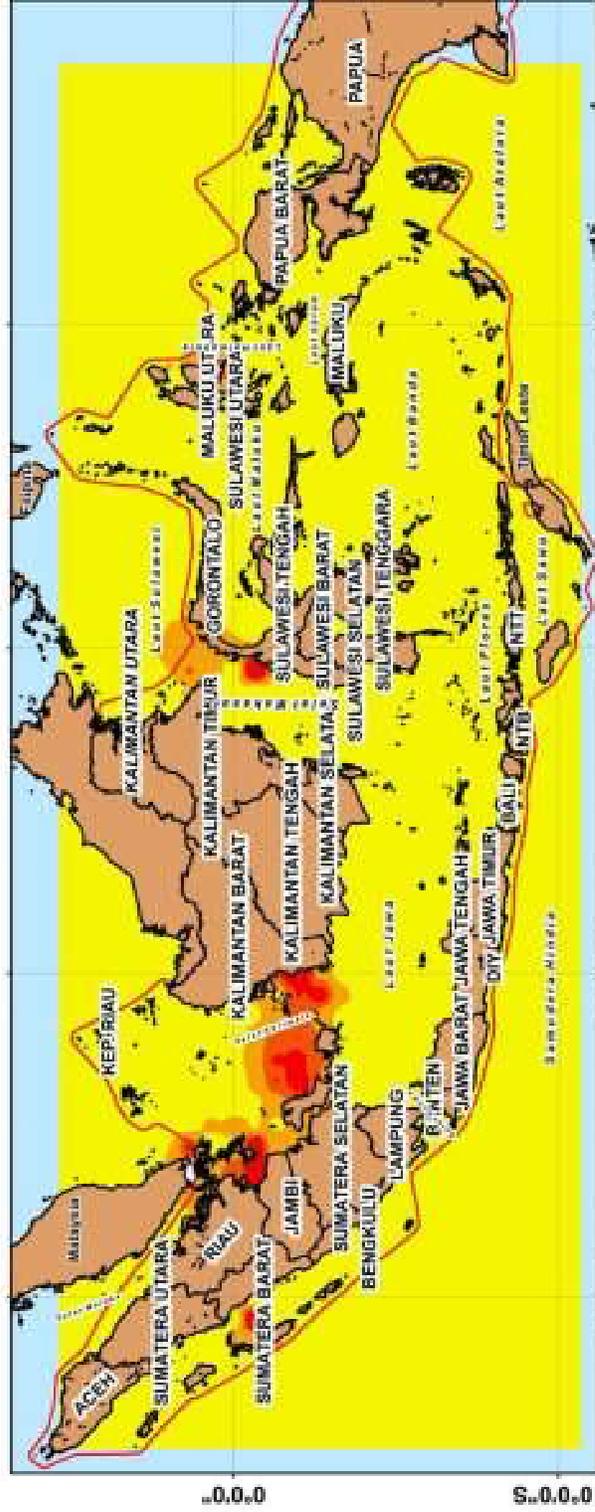
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1:100,000

1 cm = 125 km

Sumber Peta:
<https://podaac.ipi.hiasa.gov>

Sebaran Teknis Tahun 2014



LEGENDA

- Daratan
- Sebaran Teknis (RMMH)
- 0 - 0.4
- 0.41 - 0.8
- 0.81 - 1.2
- > 1.2

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Sumber Peta:
<https://podac.itp.nasa.gov>

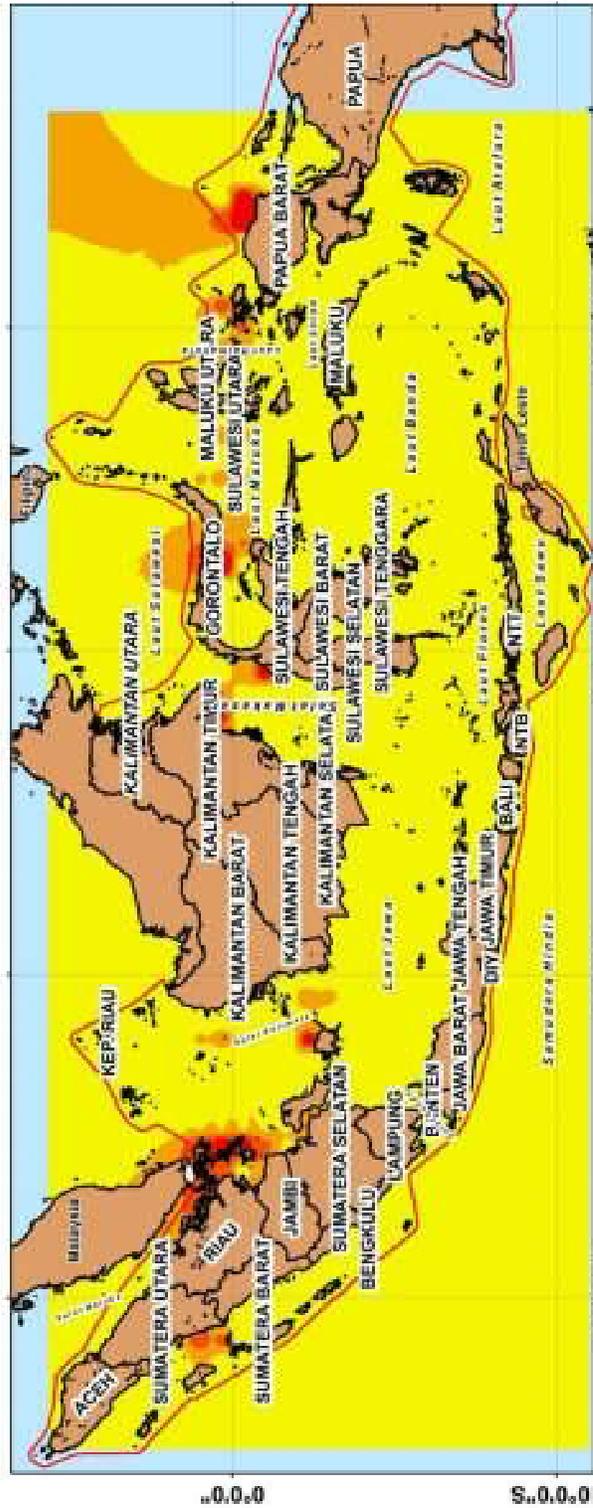
1 cm = 125 km

0 125 375 500 875 1000

100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E

0°0'0"S 5°0'0"S

Sebaran Teknis Tahun 2015



LEGENDA

- Daerah Persebaran Indonesia
- Sebaran Teknis (2015)**
- 0 - 0,4
- 0,41 - 0,8
- 0,81 - 1,2
- > 1,2



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E



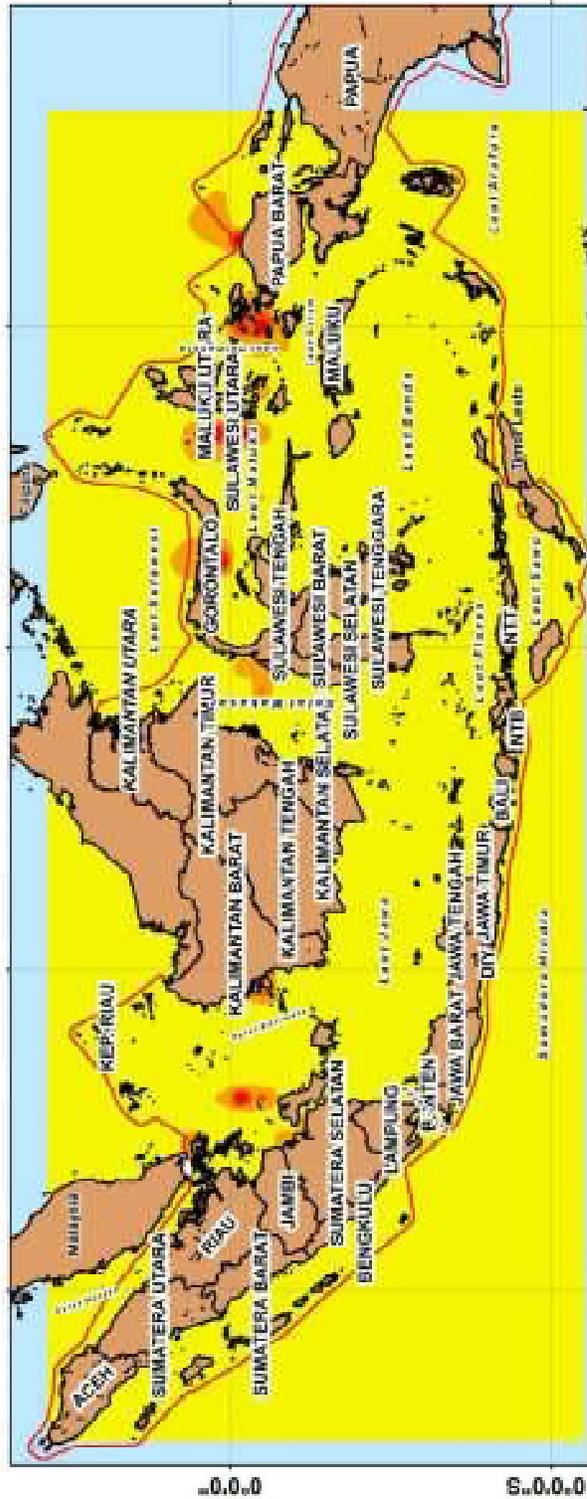
1 cm = 125 km



0 125 250 500 750 1.000 km

Sumber Peta:
<https://postaac.jp.unesa.gov>

Sebaran Teknis Tahun 2016



LEGENDA

Provinsi: (Garis Persegi Indonesia)

Sebaran Teknis (RMAH)

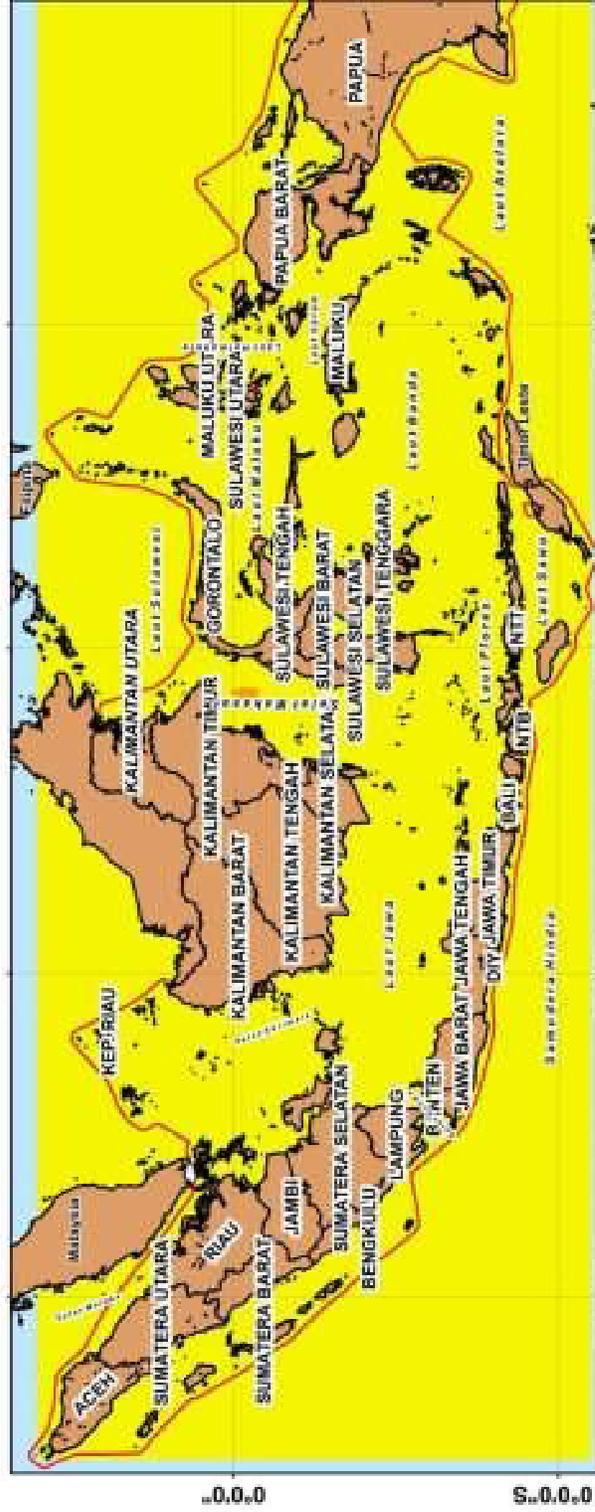
- 0 - 0.4
- 0.41 - 0.8
- 0.81 - 1.2
- 1.2 - 1.6
- > 1.6

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUHNOPEMBER

Sumber Peta:
<https://pocdaac.jp1.nasa.gov>

1 cm = 125 km

Sebaran Teknis Tahun 2017



LEGENDA

- Daerah
- Sebaran Teknis (SP/SH)
- 0 - 0,4
- 0,41 - 0,8
- 0,81 - 1,2
- > 12

Batas Perairan Indonesia

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

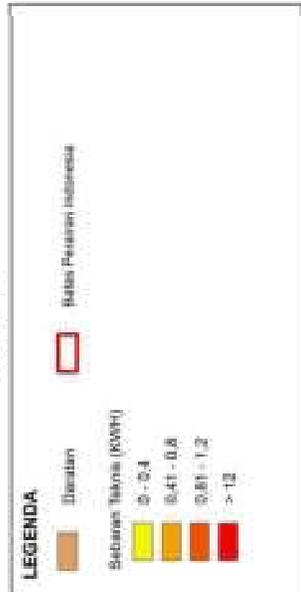
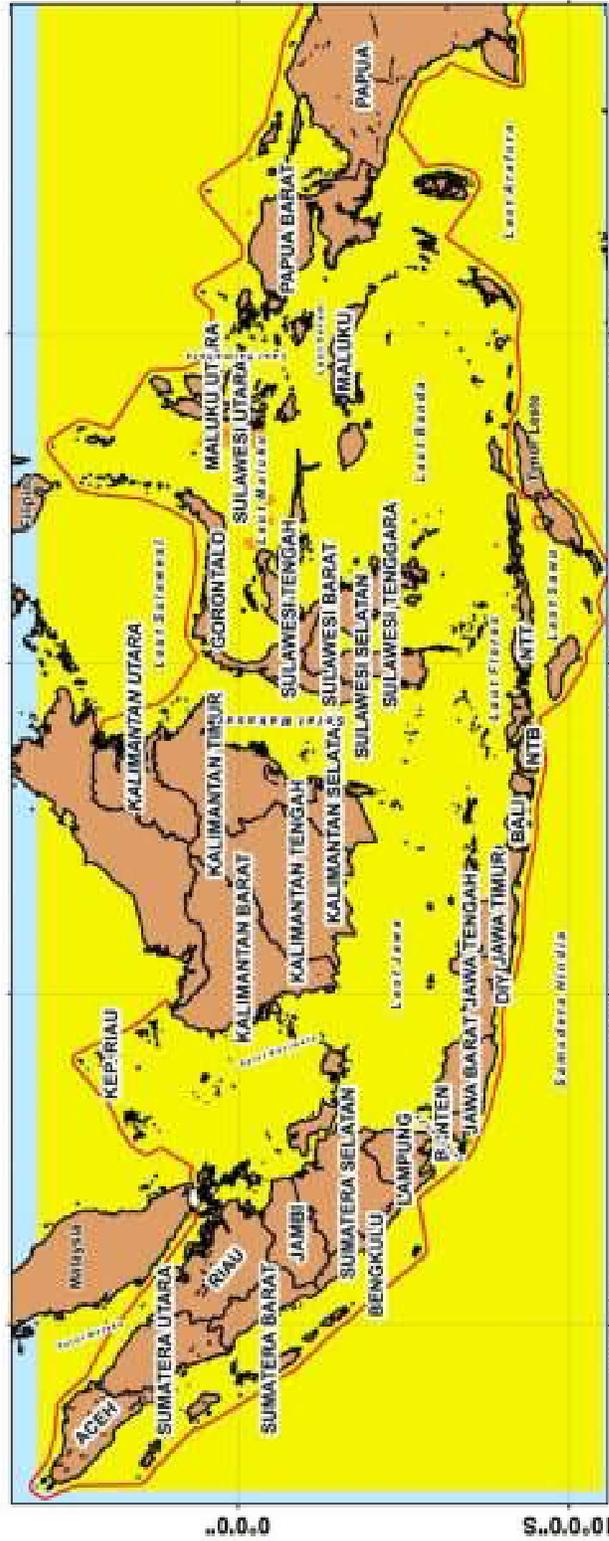
100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E

1 cm = 125 km

0 125 250 500 1000 1080 km

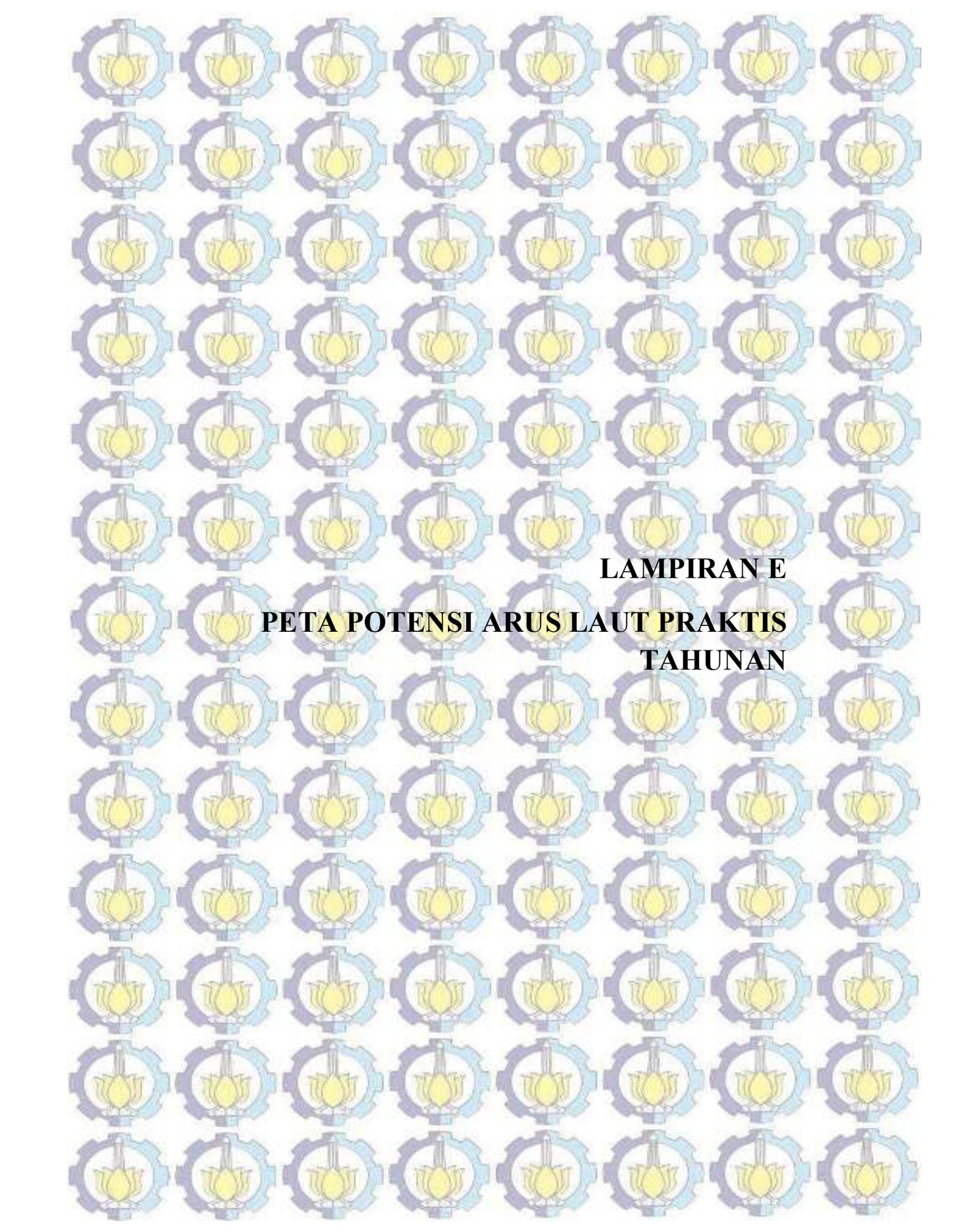
Sumber Peta:
<https://podac.jpl.nasa.gov>

Sebaran Teknis Tahun 2018



1 cm = 125 km

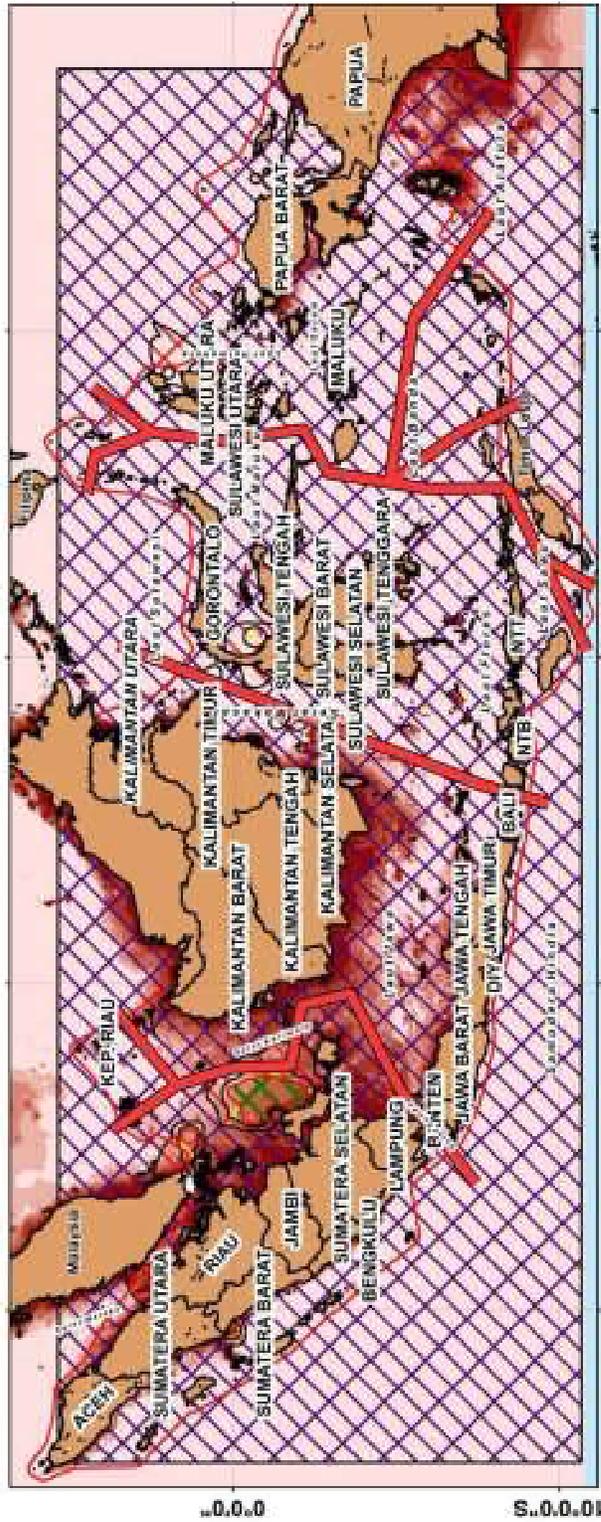
Sumber Peta:
<https://podaac.jp1.nasa.gov>



LAMPIRAN E

**PETA POTENSI ARUS LAUT PRAKTIS
TAHUNAN**

Sebaran Teknis Tahun 2012



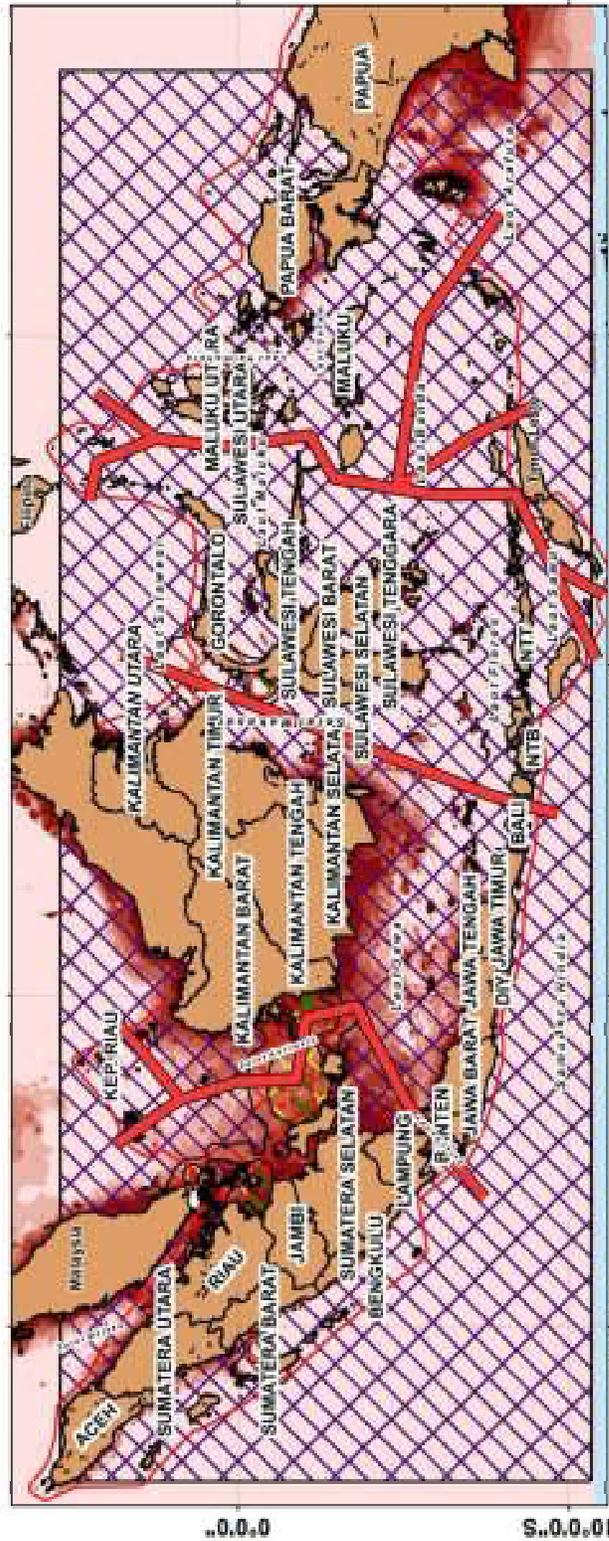
Sumber Peta:
<http://petaac.pl.nra.go.id>
<http://www.wab.go.id>
<http://www.jakarta.go.id>

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

Daerah	Batas Perbatasan Indonesia
Sebaran Teknis (KWh)	Arah Pemupukan
0 - 0,4	Sebaran (miliar)
0,41 - 0,8	0 - 100
0,81 - 1,2	100 - 200
> 1,2	200 - 300

Sebaran Teknis Tahun 2014



100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

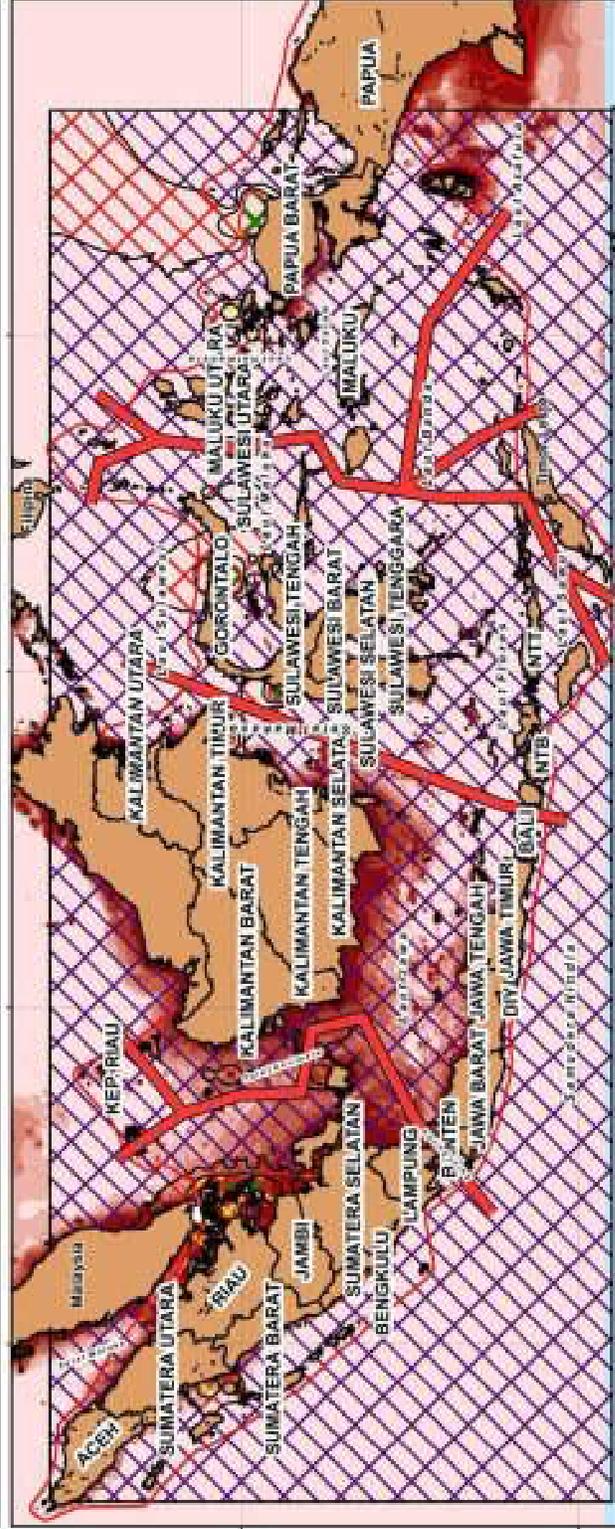
0 125 250 500 750 1.000 km

Sumber Peta:
<http://sodase.jt.nusa.go.id>
http://peta.geoco.nisyala_and_productsindia.com
satellitecity.com

LEGENDA

Daerah	Batas Perairan Indonesia
Sabana Teknis (KWH)	Aler Pelayanan
0 - 0,4	Satisfaksi (meter)
0,41 - 0,6	-60 -40 -20 0
0,61 - 1,2	
> 1,2	

Sebaran Teknis Tahun 2015



Sumber Peta:
<http://podan.id.nps.gov>
http://sido.pptana_and_products/grids_sibernet_0810

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

100°0'0"E 110°0'0"E 120°0'0"E 130°0'0"E

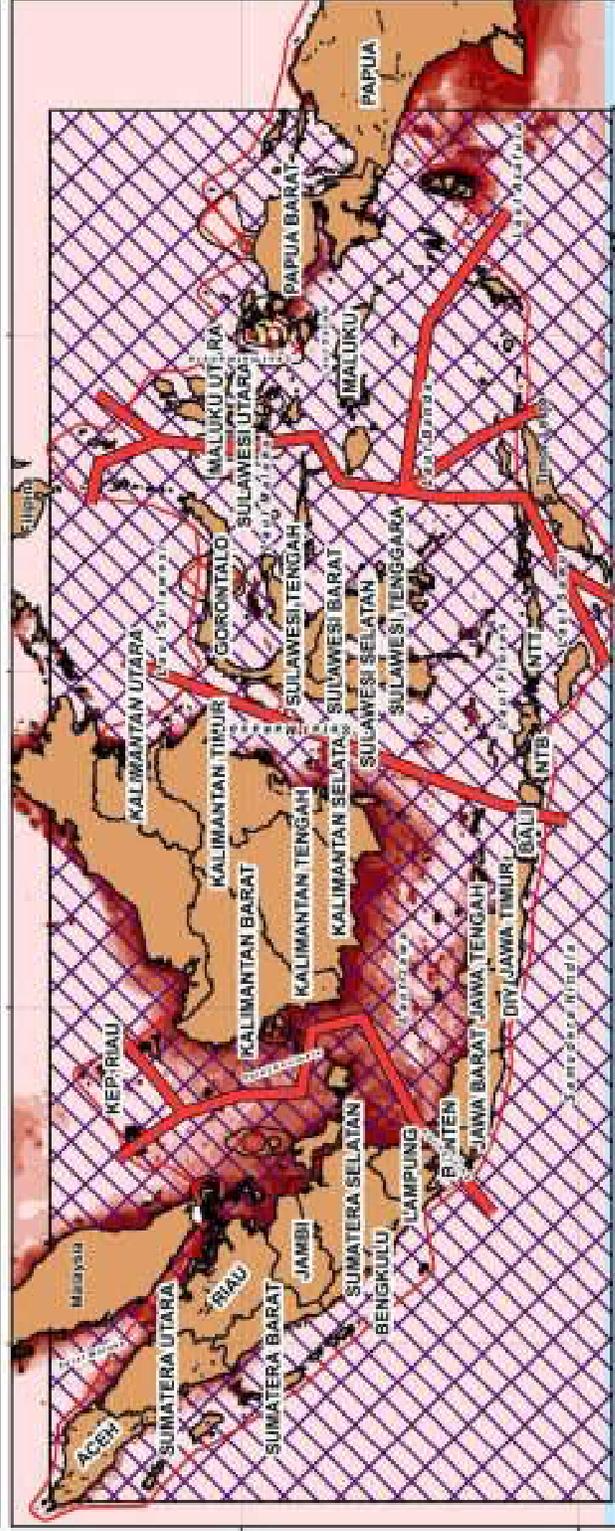
0 125 250 500 750 1.000 km

1 cm = 125 km

LEGENDA

Daerah	Semua Persebaran Indonesia
Sebaran Teknis (KSMH)	Akr Peliparan
0 - 0,4	Barometrik (meter)
0,41 - 0,8	-40 -40 -30 -20 -10 0
0,81 - 1,2	
> 1,2	

**Sebaran Teknis
Tahun 2016**



100°0'0"E **110°0'0"E** **120°0'0"E** **130°0'0"E**

10°0'0"S **0°0'0"**

1 cm = 125 km

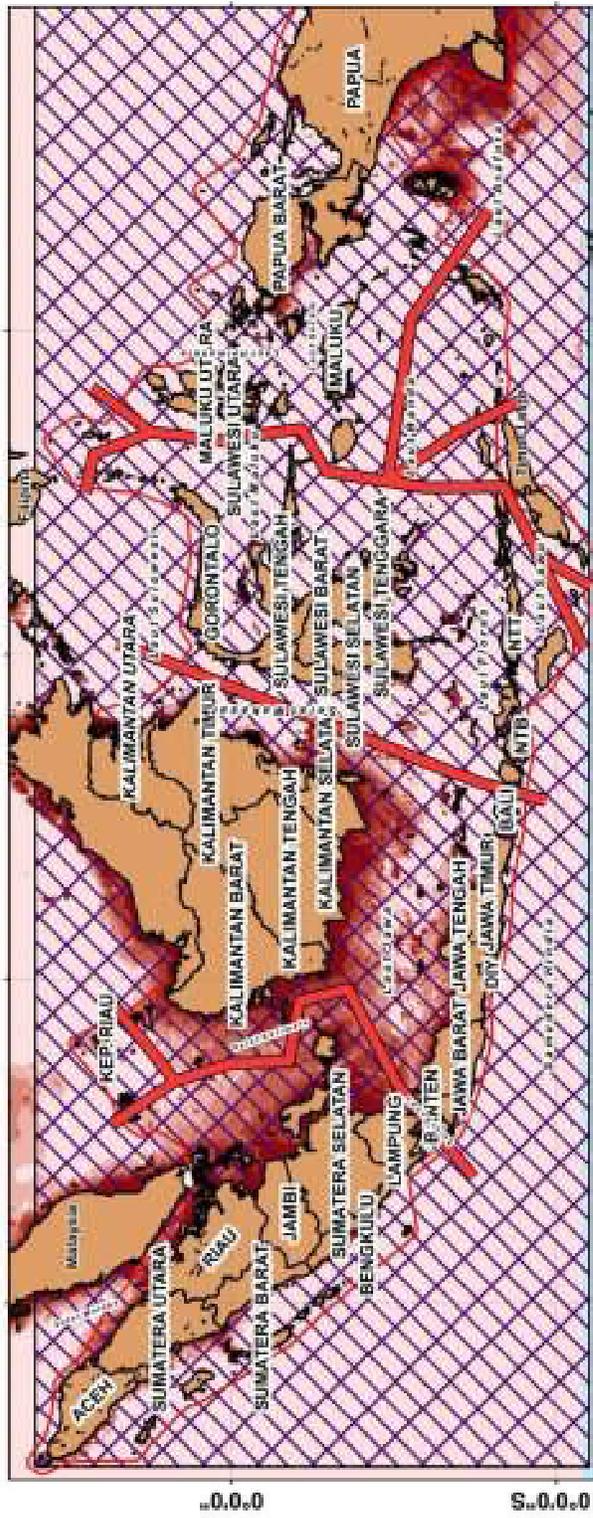
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

- Batas Perairan Indonesia
- Akur Pelipatan
- Batimetri (meter)
- Daratan
- Sebaran Teknis (KSMH)
- 0 - 0,4
- 0,41 - 0,8
- 0,81 - 1,2
- > 1,2

Sumber Peta:
<http://podan.id.nps.gov>
http://sibco.pjsu.ac.id_products/grides_sibcoentry_0808

Sebaran Teknis Tahun 2017



Sumber Peta:
http://postgis.itnna.gov.id/geo/nyitna_and_prostusgrides/

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

1 cm = 125 km

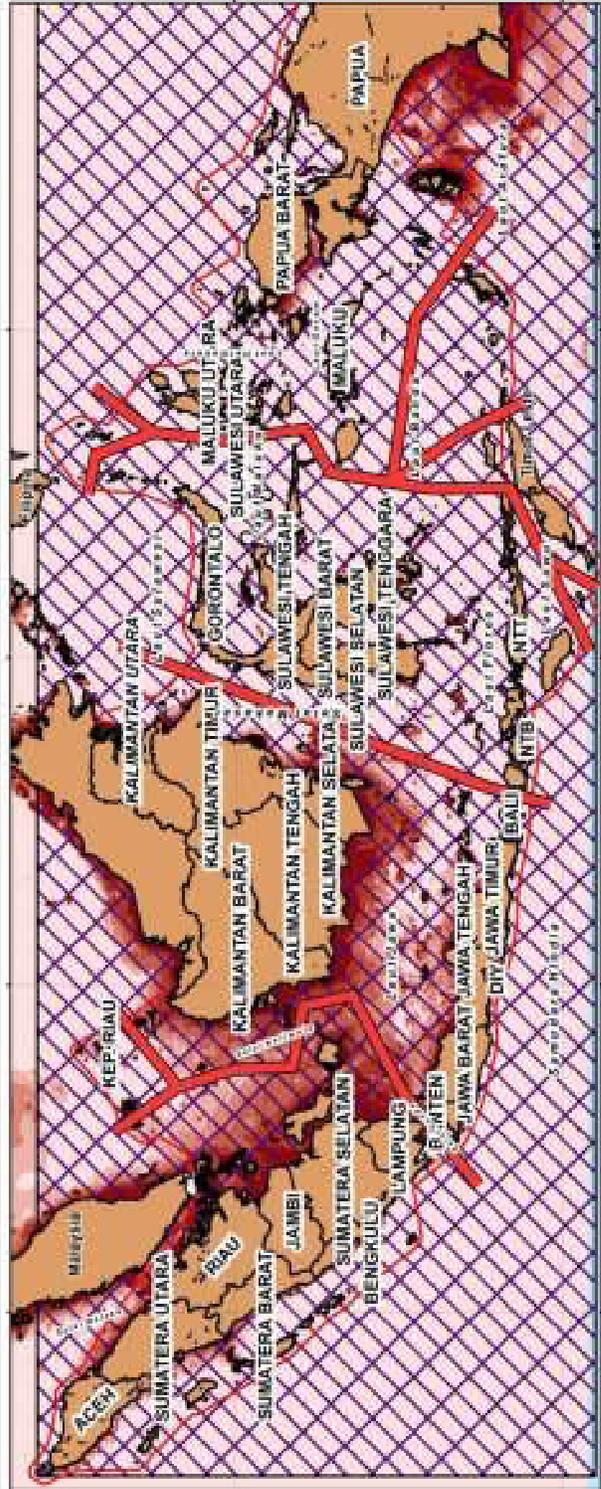
0 125 250 500 750 1000 km

LEGENDA

- Daerah
- Sebaran Teknis (KINH)
- 0 - 0,4
- 0,41 - 0,8
- 0,81 - 1,2
- > 1,2

- Batas Perairan Indonesia
- Batas Pelayanan
- Batimetri (meter)
- > 40 - 40 - 50 - 30 - 20 - 0

Sebaran Teknis Tahun 2018



0.0.0

S.0.0.0



1 cm = 125 km



Sumber Peta:

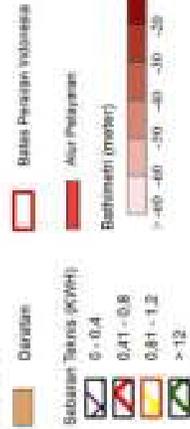
<https://odaaas.pj.mesa.gov>

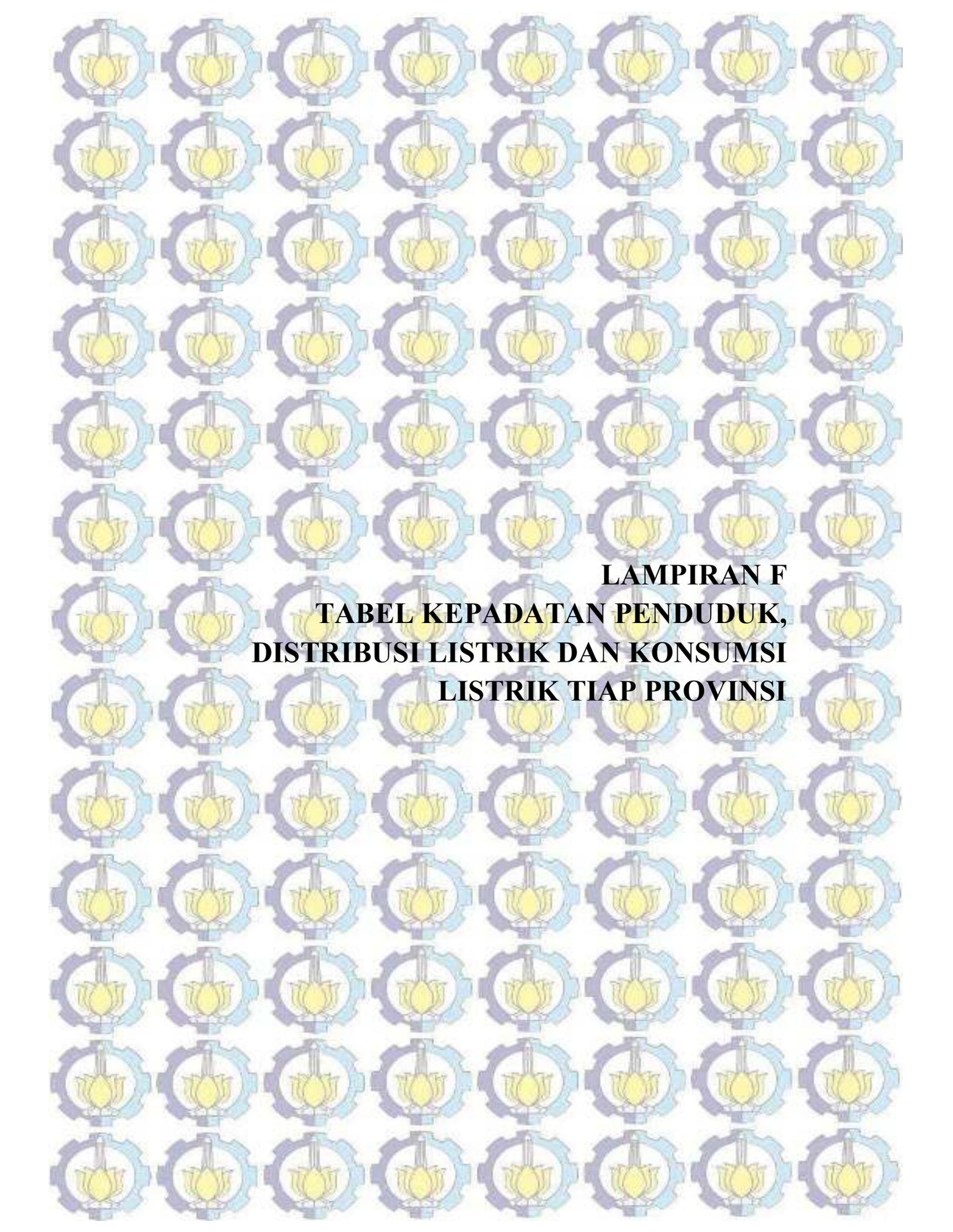
https://peta.myluas_and_products@doe.taiwan.gov.tw



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

LEGENDA

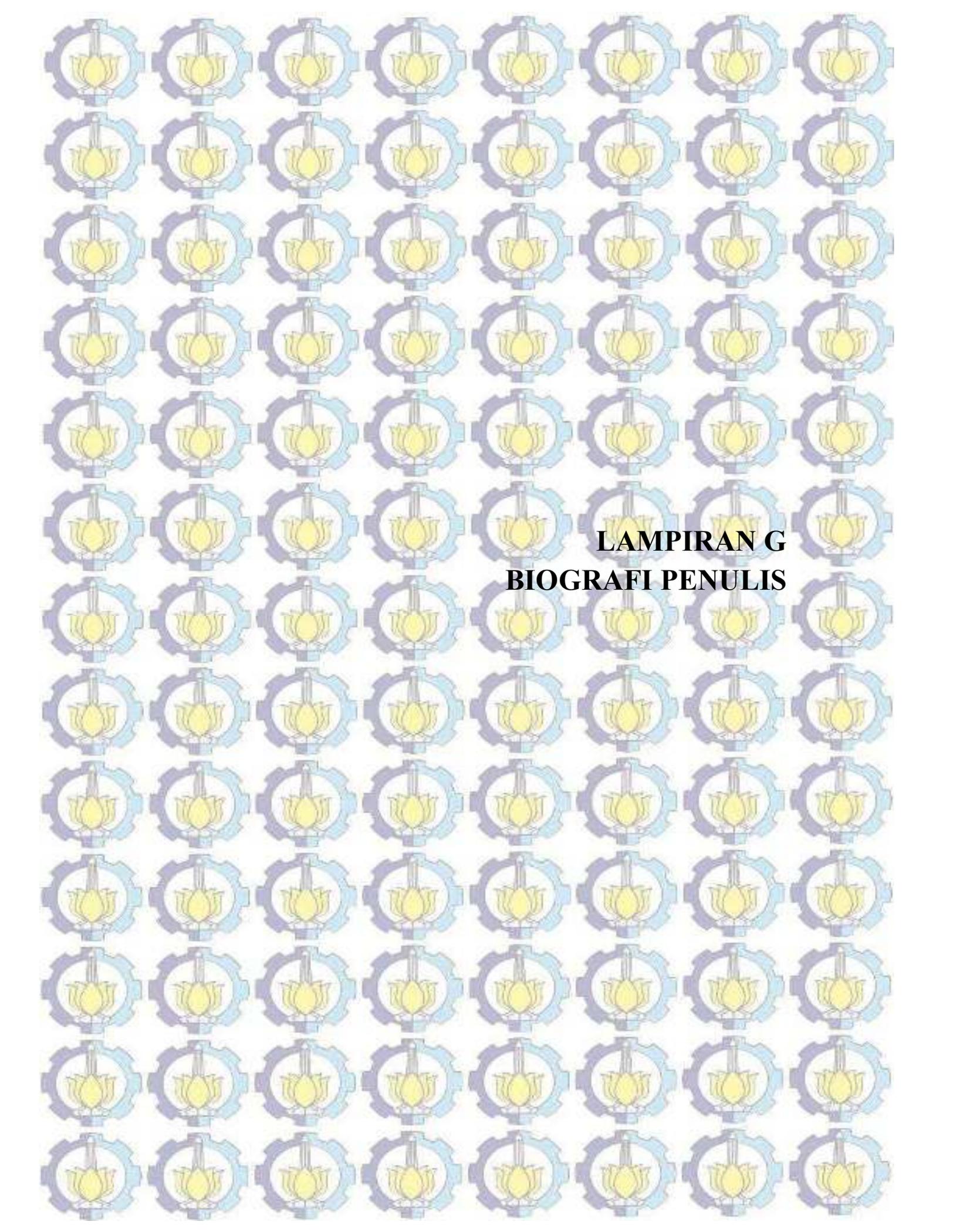




LAMPIRAN F
TABEL KEPADATAN PENDUDUK,
DISTRIBUSI LISTRIK DAN KONSUMSI
LISTRIK TIAP PROVINSI

Provinsi	Kepadatan Penduduk (jiwa/km2)					Listrik yang Didistribusikan Menurut Provinsi (GWh)					Konsumsi Listrik perkapita (GWh Jiwa/km2)					
	2016	2015	2014	2013	2010	2017	2015	2014	2013	2012	2017 (Ref data pend 2016)	2016 (Ref data listrik 2015)	2015	2014	2013	2012 (ref data pend 2010)
	ACEH	88	86	85	83	78	2409.11	2119.00	1965.55	1815.04	1755.06	27.38	24.08	24.64	23.12	21.87
SUMATERA UTARA	193	191	189	186	179	9671.48	8703.67	8271.01	7917.24	7809.32	50.11	45.10	45.57	43.76	42.57	43.63
SUMATERA BARAT	125	124	122	121	116	3415.29	3063.28	3005.26	2712.85	2649.08	27.32	24.51	24.70	24.63	22.42	22.84
RIAU	75	73	71	69	64	4069.93	3586.45	3338.33	3597.44	2723.81	54.27	47.82	49.13	47.02	52.14	42.56
JAMBI	69	68	67	66	62	1176.09	1083.79	1037.45	955.66	860.39	17.04	15.71	15.94	15.48	14.48	13.88
SUMATERA SELATAN	89	88	87	85	82	5239.35	4783.02	4477.49	4162.09	3863.12	58.87	53.74	54.35	51.47	48.97	47.11
BENGKULU	96	94	93	91	86	852.84	785.43	729.64	641.52	566.95	8.88	8.18	8.36	7.85	7.05	6.59
LAMPUNG	237	234	232	229	220	3998.30	3571.00	3392.44	3182.21	2793.36	16.87	15.07	15.26	14.62	13.90	12.70
KEP. BANGKA BELITUNG	85	84	82	80	75	979.19	861.52	805.43	721.24	664.72	11.52	10.14	10.26	9.82	9.02	8.86
KEP. RIAU	247	241	234	227	206	2823.17	2694.79	2618.48	2421.92	2190.04	11.43	10.91	11.18	11.19	10.67	10.63
DKI JAKARTA	15478	15328	15173	15015	14518	31643.13	41328.60	41269.03	39937.28	38168.75	2.04	2.67	2.70	2.72	2.66	2.63
JAWA BARAT	1339	1320	1301	1282	1222	50791.20	44071.43	43096.46	39092.56	36655.28	37.93	32.91	33.39	33.13	30.49	30.00
JAWA TENGAH	1037	1030	1022	1014	989	21057.04	20408.19	19631.46	18205.08	16600.42	20.31	19.68	19.81	19.21	17.95	16.79
DI YOGYAKARTA	1188	1174	1161	1147	1107	2724.49	2484.16	2369.60	2205.79	2043.75	2.29	2.09	2.12	2.04	1.92	1.85
JAWA TIMUR	817	813	808	803	786	34114.16	30824.81	30523.98	28708.11	26910.18	41.76	37.73	37.91	37.78	35.75	34.24
BANTEN	1263	1237	1211	1185	1106	22557.53	8575.10	8562.97	9750.37	8457.80	17.86	6.79	6.93	7.07	8.23	7.65
BALI	727	718	710	702	676	5069.64	4594.18	4335.03	3914.32	3546.60	6.97	6.32	6.40	6.11	5.58	5.25
NUSA TENGGARA BARAT	264	260	257	254	243	1677.54	1402.30	1291.47	1133.33	976.39	6.35	5.31	5.39	5.03	4.46	4.02
NUSA TENGGARA TIMUR	107	105	103	102	97	855.25	749.76	702.26	639.57	567.32	7.99	7.01	7.14	6.82	6.27	5.85
KALIMANTAN BARAT	33	33	32	32	30	2252.06	1989.63	1862.44	1889.39	1603.72	68.24	60.29	60.29	58.20	59.04	53.46
KALIMANTAN TENGAH	17	16	16	16	14	1134.95	1048.64	970.16	854.78	752.34	66.76	61.68	65.54	60.64	53.42	53.74
KALIMANTAN SELATAN	105	103	101	99	94	2391.87	2187.64	2092.23	1880.66	1688.44	22.78	20.83	21.24	20.72	19.00	17.96
KALIMANTAN TIMUR	27	27	26	19	17	3418.33	3007.30	2815.55	2731.58	2502.32	126.60	111.38	111.38	108.29	143.77	147.20
KALIMANTAN UTARA	9	9	8	-	-	180.59	206.50	199.37	180.73	-	20.07	22.94	22.94	24.92	#VALUE!	#VALUE!
SULAWESI UTARA	176	174	172	170	164	1544.87	1302.58	1240.32	1192.52	1087.08	8.78	7.40	7.49	7.21	7.01	6.63
SULAWESI TENGAH	47	47	46	45	43	1068.79	948.78	865.77	758.70	686.19	22.74	20.19	20.19	18.82	16.86	15.96
SULAWESI SELATAN	184	182	180	179	173	5172.50	4479.46	4339.22	4156.49	3639.63	28.11	24.34	24.61	24.11	23.22	21.04
SULAWESI TENGGARA	67	66	64	63	59	850.70	703.59	670.71	621.64	528.42	12.70	10.50	10.66	10.48	9.87	8.96
GORONTALO	102	101	99	98	93	460.13	398.82	366.08	328.40	293.13	4.51	3.91	3.95	3.70	3.35	3.15
SULAWESI BARAT	78	76	75	74	69	312.89	258.70	238.03	207.59	177.63	4.01	3.32	3.40	3.17	2.81	2.57
MALUKU	37	36	35	35	33	463.05	509.51	480.08	469.96	397.49	12.51	13.77	14.15	13.72	13.43	12.05
MALUKU UTARA	37	36	36	35	33	237.12	329.44	309.37	259.10	235.88	6.41	8.90	9.15	8.59	7.40	7.15
PAPUA BARAT	9	9	9	9	8	533.47	455.58	430.63	383.99	346.65	59.27	50.62	50.62	47.85	42.67	43.33
PAPUA	10	10	10	10	9	868.01	763.32	724.78	713.26	600.67	86.80	76.33	76.33	72.48	71.33	66.74

Halaman ini sengaja dikosongkan



LAMPIRAN G
BIOGRAFI PENULIS

BIOGRAFI PENULIS



THESYANDRA MIRA ANISSABELA RIGITTA, lahir pada tanggal 23 Mei 1993 di Semarang. Putri pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Dr. Sigit Irianto, S.H., MHum. Dan Dr. Rr. Widyarini Indriasti Wardani, S.H., SHum. Lulus dari Sekolah Dasar Negeri Purwoyoso XI Semarang pada tahun 2004, dan pada tahun 2007 lulus dari SMPN 18 Semarang. Lulus dari SMAN 7 Semarang pada tahun 2010. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi Oseanografi, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro melalui program UM1. Tahun 2016 penulis melanjutkan ke jenjang magister di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Kelautan.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah mengikuti program Student Research Exchange di Shibaura University di Tokyo, Jepang selama 3 bulan pada tahun 2018. Pada program tersebut penulis menulis report yang berjudul **‘Geotechnical and Geoenvironmental Issues Related to Renewable Energies, and Geotechnologies Maximizing Efficiency of Renewable Energies’**.

Halaman ini sengaja dikosongkan