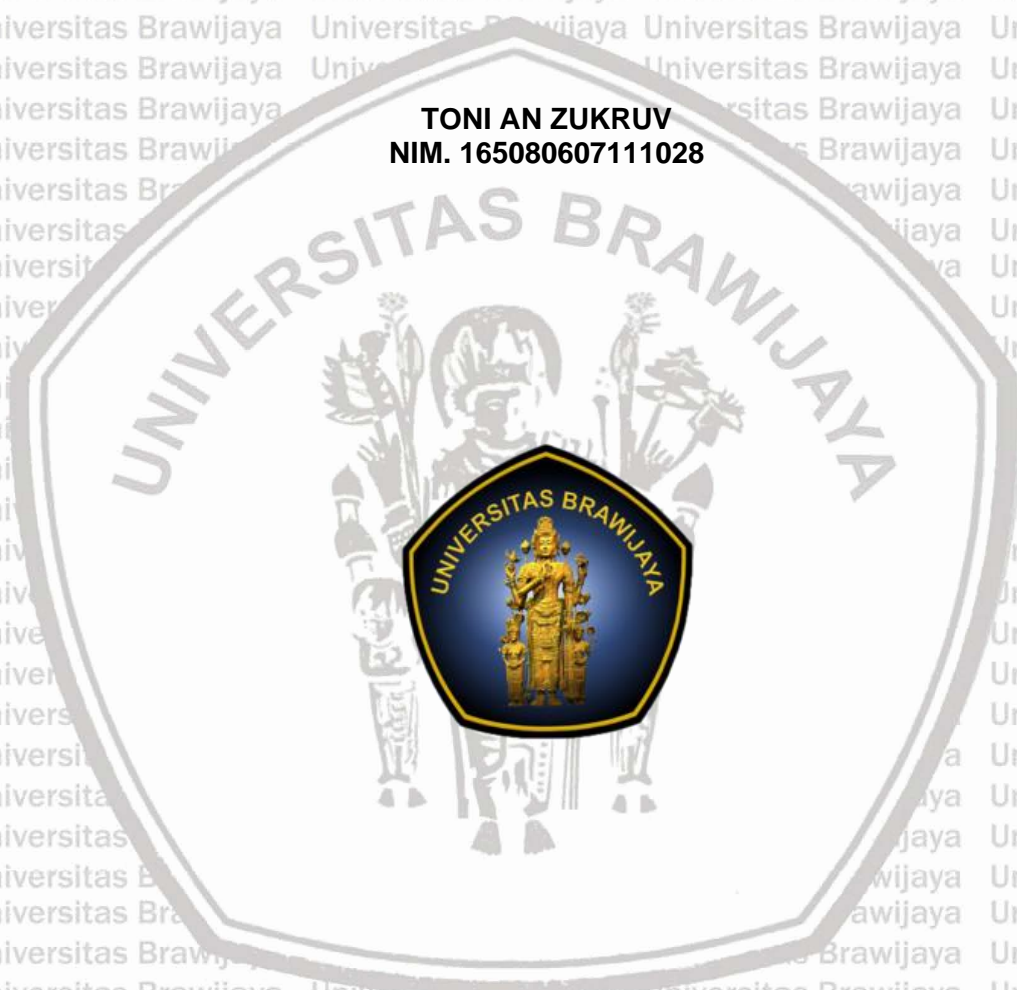


**ANALISIS GELOMBANG PECAH DAN KORELASINYA DENGAN  
FENOMENA RIP CURRENT DI PESISIR SELATAN KABUPATEN  
BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**TONI AN ZUKRUV  
NIM. 165080607111028**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN  
KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**

**ANALISIS GELOMBANG PECAH DAN KORELASINYA DENGAN  
FENOMENA *RIP CURRENT* DI PESISIR SELATAN KABUPATEN  
BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**TONI AN ZUKRUV  
NIM. 165080607111028**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN  
KELAUTAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ANALISIS GELOMBANG PECAH DAN KORELASINYA DENGAN FENOMENA  
RIP CURRENT DI PESISIR SELATAN KABUPATEN BANTUL, DAERAH  
ISTIMEWA YOGYAKARTA**


Oleh:


**TONI AN ZUKRUV  
NIM. 165080607111028**

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 2 November 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat


Dosen Pembimbing 1

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing 2

  
**(Dr. Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D)**  
NIP. 19621220 198803 1 004  
Tanggal: 11/15/2021

  
**(Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D)**  
NIP. 19740812 200312 2 001  
Tanggal: 11/15/2021

Mengetahui:  
Ketua Jurusan  
Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan

  
**(Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi, MT)**  
NIP. 19780717 200502 1 004  
Tanggal: 11/16/2021



**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini Saya yang bertanda tangan dibawa ini:

Nama : Toni An Zukrov

NIM : 165080607111028

Judul Skripsi : Analisis Gelombang Pecah dan Korelasinya Dengan Fenomena

*Rip current* Di Pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa

Yogyakarta

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya / pendapat / penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 4 Januari 2021

Toni An Zukrov

NIM.165080607111028

## IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Gelombang Pecah Dan Korelasinya Dengan Fenomena *Rip current* Di Pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta

Nama Mahasiswa : Toni An Zukrov

NIM : 165080607111028

Program Studi : Ilmu Kelautan

### PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D

Pembimbing 2 : Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D

### PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Ade Yamindago, S.Kel., MP., M.Sc., Ph.D

Dosen Penguji 2 : Fahreza Okta Setyawan, S.Kel., MT

Tanggal Ujian : 02 November 2021



## RINGKASAN

**TONI AN ZUKRUV.** Analisis Gelombang Pecah Dan Korelasinya Dengan Fenomena *Rip current* Di Pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D** dan **Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D**)

---

Daerah pesisir Selatan Pulau Jawa menjadi salah satu daerah yang sering terkena dampak dari gelombang tinggi, salah satunya adalah wilayah perairan Daerah Istimewa Yogyakarta. Permasalahan yang terjadi pada pantai dengan yang gelombang tinggi adalah terjadinya fenomena *rip current*. *Rip current* adalah massa air yang menuju ke tempat yang memiliki energi gelombang pecah paling kecil dimana massa air tersebut akan dibelokkan dan kembali ke arah laut. *Rip current* adalah bahaya utama bagi pengunjung pantai karena dapat dengan cepat menghanyutkan perenang.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2021 dengan menggunakan analisis data sekunder. Data yang digunakan adalah data angin 10 tahun terakhir yang diperoleh dari stasiun BMKG Cilacap, data Batimetri yang diperoleh dari website BATNAS milik BIG serta data citra satelit *Digital globe* milik *Google Earth*. Data angin tersebut nantinya akan diolah untuk mendapatkan nilai prakiraan gelombang yang nantinya akan digabungkan dengan data kedalaman perairan untuk dilakukan pemodelan *rip current* menggunakan perangkat lunak *MIKE Zero* yang hasilnya berupa lokasi potensi kemunculan *rip current* dan divalidasi menggunakan citra satelit *Digital globe* pada *Google Earth*.

Hasil dari penelitian ini didapatkan tinggi gelombang pecah pada daerah pesisir selatan Kabupaten Bantul memiliki kisaran 1,83 – 2,66 m dengan kedalaman berkisar antara 1,98 – 3,25 m dengan tipe *plunging*. Terdapat 25 titik dugaan kemunculan *rip current* dimana 15 titik potensi ini sama dengan hasil analisa visual citra *Digital globe*. 15 titik terbagi atas 1 titik di Pantai Parangtritis, 2 titik di Pantai Parangkusumo, 2 titik di Pantai Cemoro Sewu, 1 titik di Pantai Depok, 1 titik di Pantai Samas, 3 titik di Pantai Dewaruci, 2 titik di Pantai Goa Cemara, 2 titik di Pantai Cemara Udang dan 1 titik di Pantai Baru. Morfologi Pantai yang memiliki *beach cusp* dan perbedaan letak gelombang pecah disepanjang pantai karena perbedaan kontur dasar perairan Kabupaten Bantul berperan sebagai penentu letak dari kemunculan *rip current* itu sendiri sedangkan untuk perbedaan musim berperan dalam penentuan frekuensi dari kemunculan fenomena *rip current* di pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## SUMMARY

**TONI AN ZUKRUV**. *Analysis of Breaking Waves and Their Correlation with the Rip current Phenomenon on the South Coast of Bantul Regency, Yogyakarta Special Region (under the guidance of Dr. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D and Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D)*

---

The southern coastal region of Java Island is one of the area that is often affected by high waves, one of which is the Special Region of Yogyakarta waters. The problem that occurs on the coast with high waves is the occurrence of the rip current phenomenon. Rip current is a mass of water that goes to a place that has the smallest breaking wave energy where the water mass will be deflected and return to the sea. Rip currents are a major hazard to beachgoers as they can quickly wash away swimmers.

This research was conducted in May 2021 using the secondary data analysis method. The data used in this research are wind data from the last 10 years obtained from the Cilacap BMKG station, bathymetric data obtained from the National Bathymetry (BATNAS) website owned by Indonesian Geospatial Information Agency (BIG) and Digital globe satellite image data from Google Earth. The wind data will later be processed to obtain a wave forecast value which will later be combined with water depth data for rip current modeling using MIKE Zero software. The result of which is the location of potential rip current occurrences and will be validated using Digital globe satellite imagery on Google Earth.

The results of this research showed that the height of the breaking waves in the southern coastal area of Bantul Regency has a range of 1,83 – 2,66 m with a depth ranging from 1,98 – 3,25 m with plunging type. There are 25 suspected rip current locations where 15 of it are the same as the results of the Digital globe image using visual analysis. These 15 locations are divided into 1 location on Parangtritis, 2 locations on Parangkusumo, 2 locations on Cemoro Sewu, 1 location on Depok, 1 location on Samas, 3 locations on Dewaruci, 2 locations on Goa Cemara, 2 locations at Cemara Udang and 1 location at Baru Beach. The Beach morphology which has beach cusps and the location differences of breaking waves along the coast due to seabed contours differences play a role at determining the location of the rip current emergence, while seasonal differences play a role in determining the frequency of the rip current phenomenon on the southern coast of Bantul Regency, Yogyakarta Special Region.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan usulan skripsi dengan tepat waktu. Penulis menyajikan laporan usulan skripsi yang berjudul “Analisis Gelombang Pecah Dan Korelasinya Dengan Fenomena *Rip current* Di Pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, di bawah bimbingan Bapak Dr. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D dan Ibu Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D.

Laporan usulan skripsi ini dibuat berdasarkan topik yang diinginkan penulis dan diharapkan bisa memiliki manfaat bagi pembaca untuk menambah wawasan tentang dampak gelombang terhadap daerah pantai.

Adapun penulis masih merasakan adanya kekurangan dari laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun untuk pembuatan tulisan-tulisan selanjutnya dan bisa memberikan manfaat yang lebih banyak lagi.

Malang, Januari 2021

Toni An Zukruv  
165080607111028



DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>i</b>
<b>IDENTITAS TIM PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH .....</b>	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Gelombang.....	5
2.1.1 <i>Fetch</i> .....	5
2.1.2 Peramalan Gelombang.....	6
2.1.3 Transformasi Gelombang .....	7
2.1.4 Gelombang Pecah.....	8
2.2 Morfologi Pantai .....	10
2.2.1 Tipe Pantai.....	10
2.2.2 <i>Sand bar</i> .....	11
2.2.3 <i>Beach cusp</i> .....	12
2.3 <i>Rip current</i> .....	13
2.3.1 Mekanisme Pembentukan.....	14
2.3.2 Karakteristik.....	16
2.3.3 Tipe <i>Rip current</i> .....	17
2.4 Musim .....	19
2.5 Pemodelan <i>Rip current</i> .....	21
<b>BAB III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>



3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	22
3.2 Prosedur Penelitian .....	23
3.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	24
3.4 Proses Akuisisi Data .....	25
3.4.1 Data Batimetri.....	25
3.4.2 Pengambilan Data Kecepatan Angin .....	25
3.5 Pengolahan Data .....	26
3.5.1 Data Batimetri.....	26
3.5.2 Data Kemiringan Pantai.....	26
3.5.3 Data Angin.....	28
3.5.4 Peramalan Gelombang .....	31
3.5.5 Identifikasi <i>Rip current</i> .....	39
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
4.1 Kondisi Umum Pesisir Kabupaten Bantul .....	41
4.2 Karakteristik Gelombang .....	41
4.3 Karakteristik Gelombang Pecah .....	42
4.4 Karakteristik Dasar Perairan.....	43
4.5 Kemiringan Pantai .....	45
4.6 Pemodelan <i>Rip current</i> .....	48
4.7 Perbandingan Titik Lokasi Analisa Visual dengan Hasil Modeling .....	48
4.8 Analisis Kemunculan <i>Rip current</i> .....	51
4.9 Lokasi Potensi Kemunculan <i>Rip current</i> .....	54
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	24
Tabel 2. Data yang digunakan dalam penelitian .....	24
Tabel 3. Klasifikasi kemiringan pantai.....	27
Tabel 4. Klasifikasi tipe gelombang pecah.....	39
Tabel 5. Arah datang gelombang.....	42
Tabel 6. Tipe gelombang pecah.....	43
Tabel 7. Kemiringan Pantai.....	48
Tabel 8. Perbandingan titik lokasi <i>rip current</i> .....	51
Tabel 9. Tabel pengulangan titik potensi <i>rip current</i> .....	57



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Klasifikasi Gelombang Pecah.....	8
Gambar 2. Tipe sand bar.....	12
Gambar 3. Beach cusp.....	13
Gambar 4. Bagian-bagian rip current.....	15
Gambar 5. Rip current.....	15
Gambar 6. Visualisasi rip current menggunakan citra satelit.....	16
Gambar 7. Tipe rip current.....	18
Gambar 8. Pola pergerakan angin muson barat.....	19
Gambar 9. Pola pergerakan angin muson barat.....	20
Gambar 10. Peta lokasi penelitian.....	22
Gambar 11. Alur Penelitian.....	23
Gambar 12. Grafik penentuan nilai RT.....	30
Gambar 13. Grafik konversi kecepatan angin di darat.....	31
Gambar 14. Alur perhitungan tinggi dan periode gelombang.....	32
Gambar 15. Tabel nilai penting gelombang.....	39
Gambar 16. Karakteristik gelombang pesisir selatan Kabupaten Bantul.....	42
Gambar 17. Peta batimetri pesisir selatan Kabupaten Bantul.....	44
Gambar 18. Beach cusp pada daerah Kabupaten Bantul.....	45
Gambar 19. Peta pengambilan garis cross section.....	46
Gambar 20. Hasil potongan melintang.....	47
Gambar 21. Peta pemodelan rip current; (A) Musim Barat, (B) Musim Peralihan I, (C) Musim Timur, (D) Musim Peralihan II.....	49
Gambar 22. Beach cusp dan Rip current.....	53
Gambar 23. Titik lokasi pendugaan <i>rip current</i> hasil pemodelan pada Musim Barat (A) dan Musim Peralihan I (B).....	55
Gambar 24. Titik lokasi pendugaan <i>rip current</i> hasil pemodelan pada Musim Timur (C) dan Musim Peralihan II (D).....	56
Gambar 25. Peta zona bahaya rip current.....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Tabel fungsi d/L .....	66
Lampiran 2. Peta hasil analisa visual Citra <i>Digital globe</i> 2 Januari 2021 .....	67
Lampiran 3. Peta hasil analisa visual model tanggal 2 Januari 2021 .....	68



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km. Wilayah pantai merupakan daerah yang masih mendapat pengaruh dari laut seperti gelombang, arus dan pasang surut. Wilayah pantai ini merupakan daerah yang sangat intensif dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia, seperti kawasan pemukiman, industri, pelabuhan, pertambangan, pertanian/perikanan dan pariwisata (Triatmodjo, 1999).

Kemajuan jenis aktivitas wisata bahari di Indonesia menunjukkan bahwa perkembangan wisata bahari dapat bersaing dengan wisata bahari dunia.

Terdapat banyak sekali daerah dengan wisata bahari yang tidak pernah sepi wisatawan yang ada di Indonesia seperti Bali, Raja Ampat, Lombok dan lain sebagainya. Sebagai salah satu tujuan wisata Yogyakarta juga menawarkan wisata bahari yang tidak kalah dengan berbagai daerah lain di Indonesia, salah satunya adalah pantai Parangtritis yang berada di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Lallo, 2018).

Kawasan pesisir Selatan Pulau Jawa yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia memiliki karakteristik gelombang yang memiliki energi yang kuat, dan tinggi karena *swell* yang datang dari Samudera Hindia (Bird dan Ongkosongo, 1980). BMKG telah mengeluarkan peringatan dini gelombang tinggi yang terjadi di beberapa perairan di Indonesia, salah satu wilayah yang akan terkena dampaknya adalah perairan Daerah Istimewa Yogyakarta. Dari peringatan dini gelombang tinggi yang dikeluarkan oleh BMKG tinggi gelombang di wilayah ini berkisar dari 2 – 8 meter terpantau mulai dari bulan Juni 2020 (BMKG, 2020).

Permasalahan yang terjadi pada pantai dengan yang gelombang tinggi adalah terjadinya fenomena *rip current*. *Rip current* adalah massa air yang menuju ke tempat yang memiliki energi gelombang pecah paling kecil. Massa air tersebut akan dibelokkan dan kembali ke arah laut. Pada suatu pantai yang panjang dapat terjadi beberapa *rip current*, dimana hal ini dapat terjadi tergantung pada kondisi topografi dan gelombang pecah pada daerah tersebut (Triatmodjo, 1999). Lokasi dan intensitas *rip current* bervariasi tergantung besaran gelombang (Talley *et al.*, 2011). *Rip current* adalah bahaya utama bagi pengunjung pantai karena dapat dengan cepat menghanyutkan perenang (Fallon *et al.*, 2018). Reaksi korban untuk berenang ke pinggir secara vertikal sering menyebabkan kelelahan, panik, dan dalam banyak kasus korban akan tenggelam (Brander, 2015). Salah satu wilayah Indonesia yang berpeluang adanya kemunculan *rip current* ialah daerah Selatan Pulau Jawa.

Sebagai salah satu kota destinasi wisata yang populer di pulau Jawa, Yogyakarta menghadirkan berbagai jenis wisata, salah satunya adalah wisata pantai. Akan tetapi wisata pantai sendiri tidak terlepas dari adanya beberapa insiden, salah satunya yakni yang terjadi di Pantai Parangtritis. Pantai Parangtritis kerap kali menjadi wilayah terjadinya insiden wisatawan yang terseret arus, salah satunya yang terjadi pada tanggal 4 September 2020 lalu, dimana 4 wisatawan terseret arus ketika sedang bermain di daerah perairan pantai Parangtritis (Detik News, 2020). Dikarenakan pariwisata pantai pada daerah Kabupaten Bantul yang sangat diminati oleh banyak wisatawan serta banyaknya kejadian kecelakaan di daerah pantai-pantai tersebut maka penulis memilih lokasi tersebut untuk menjadi daerah penelitian untuk dikaji lebih lanjut. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengetahui lokasi atau titik-titik mana saja yang berpotensi terjadinya pembentukan *rip current*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana tinggi, kedalaman dan arah gelombang pecah yang terdapat pada wilayah pesisir Kabupaten Bantul?
2. Dimana kemungkinan lokasi kemunculan *rip current* di sepanjang wilayah pesisir Kabupaten Bantul ?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi kemunculan fenomena *rip current* di wilayah pesisir Kabupaten Bantul ?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Tinggi, kedalaman dan tipe gelombang pecah yang terdapat pada wilayah pesisir Kabupaten Bantul.
2. Lokasi dugaan kemunculan *rip current* di sepanjang wilayah pesisir Kabupaten Bantul.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemunculan fenomena *rip current* di wilayah pesisir Kabupaten Bantul.

## 1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini, sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik baik tinggi dan kedalaman dari gelombang pecah serta lokasi-lokasi yang berpotensi menjadi tempat terbentuknya *rip current* di perairan pesisir selatan Kabupaten Bantul.



2. Sebagai bahan rujukan dan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan bagi pemangku kepentingan di daerah pesisir selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dalam upaya peningkatan keamanan serta keselamatan pengunjung pantai akan fenomena *rip current*.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gelombang

Gelombang merupakan fenomena alam yang terjadi di lautan. Gelombang laut adalah pergerakan permukaan air laut yang disebabkan oleh faktor pembangkitnya. Gelombang di lautan dibedakan berdasarkan mekanisme pembangkitnya. Gelombang di lautan dapat dibedakan berdasarkan dari faktor pembangkitannya antara lain gelombang yang dibangkitkan angin, gempa bumi, gaya gravitasi matahari dan bulan, serta perubahan tekanan air (Hidayati, 2017).

Gelombang yang paling umum adalah gelombang yang bergerak karena hembusan angin. Angin yang bertiup di permukaan laut menciptakan gelombang dengan kecepatan tertentu. Prinsip pembangkitan gelombang oleh angin adalah mentransfer energi dari angin ke air melalui permukaan air. Gelombang yang merambat ke pantai di laut dalam berubah bentuk karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Penurunan kedalaman laut menyebabkan penurunan panjang gelombang dan peningkatan tinggi gelombang (Santoso *et al.*, 2018).

#### 2.1.1 Fetch

Gelombang yang dibangkitkan oleh angin dipengaruhi oleh *Fetch*. *Fetch* adalah daerah atau area pembangkitan gelombang laut oleh angin. Luas suatu daerah pembangkitan ini tergantung pada kondisi dari sekitar perairan tersebut. Daerah *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi perairan tersebut. Daerah *fetch* umumnya memiliki kecepatan angin yang konstan. Jarak *fetch* merupakan jarak dimana angin sedang bertiup atau berhembus tanpa rintangan atau hingga mengenai suatu rintangan (Kaunang *et al.*, 2016). Penentuan kondisi pembentukan gelombang bergantung pada panjang *fetch* efektifnya. Panjang

*fetch* efektif >200 km maka panjang *fetch* efektif yang digunakan adalah 200 km disebabkan kecepatan angin konsisten hanya sejauh  $\leq 200$  km (Kartikasari, 2008).

Perairan terbuka yang tidak dikelilingi atau memiliki jarak yang jauh terhadap suatu daratan dapat menghasilkan gelombang yang lebih besar.

Perairan Selatan Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia merupakan perairan terbuka dengan sedikit rintangan dan seringkali memiliki kondisi gelombang yang tinggi. Perairan utara Pulau Jawa kondisi ombaknya relatif tenang. Hal ini dikarenakan perairan utara Pulau Jawa dikelilingi oleh daratan sehingga memiliki waktu pembangkitan yang singkat (Hidayati, 2017).

### 2.1.2 Peramalan Gelombang

*Hindcasting* gelombang pada suatu perairan memerlukan data angin yang ada disekitar daerah tersebut. Data angin yang dibutuhkan meliputi beberapa komponen. Komponen tersebut seperti arah angin, kecepatan angin pada arah tersebut (U), lamanya angin berhembus (t) dan panjang *fetch* (F) (Karimpour dan Chen, 2016). Metode *Hindcasting* gelombang menghasilkan perkiraan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T). Jadi, *hindcasting* gelombang dimaksudkan untuk mengubah data angin pada daerah tersebut menjadi data gelombang pada perairan (Parauba *et al.*, 2016). Data angin yang digunakan adalah data angin dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2010-2020) dimana menurut Wati dan Prasetyawan (2016), data selama 10 tahun yang sudah dianggap cukup representatif dan menurut Roem *et al.* (2016), rentang waktu 10 tahun bertujuan untuk menghilangkan nilai dari data pencilan atau kejadian ekstrim.

Peramalan gelombang dapat dilakukan dengan berbagai macam metode untuk mendapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan diantaranya, metode Groen and Dorrestein, metode *Shore Protection Manual* (SPM), peramalan

gelombang dengan pemodelan Numerik *Simulating Waves Nearshore* (SWAN) dan peramalan gelombang *Hindcasting* (Widhiarno dan Muliati, 2016). *Hindcasting* gelombang adalah teknik peramalan gelombang dimasa mendatang dengan menggunakan data angin dimasa lampau. *Hindcasting* gelombang akan menghasilkan perkiraan tinggi (H) dan periode (T) gelombang akibat adanya angin dengan besar, arah, dan durasi tertentu (Kaunang *et al.*, 2016). Metode perhitungan numerik menggunakan perhitungan *Sverdrup*, *Munk* and *Bretschneider* (SMB) dinilai memiliki nilai ketelitian yang jauh lebih baik dibandingkan beberapa metode perhitungan lainnya (Aisjah *et al.*, 2016).

### 2.1.3 Transformasi Gelombang

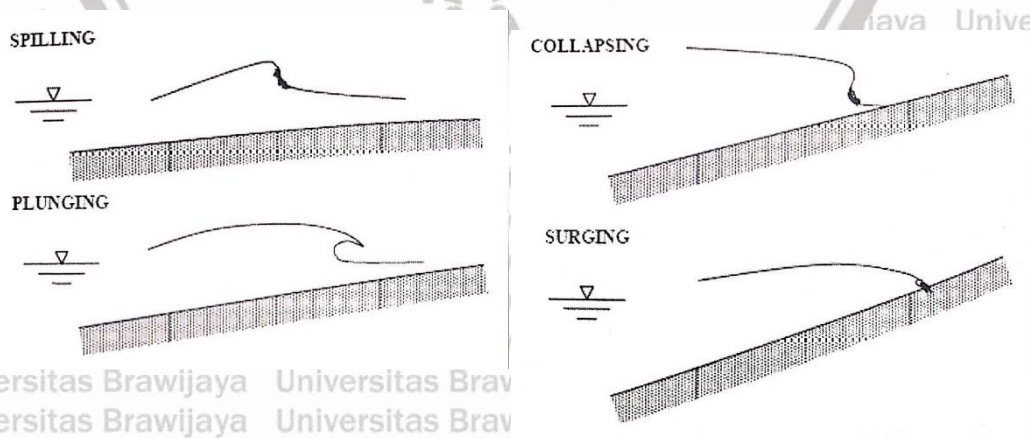
Gelombang merambat dimulai dari perairan dalam menuju ke perairan yang lebih dangkal. Selama perjalanan tersebut, gelombang mengalami perubahan-perubahan. Perubahan ini pada umumnya disebut juga dengan transformasi atau deformasi gelombang. Transformasi gelombang bisa disebabkan karena perbedaan kedalaman (kontur kedalaman) di perairan dangkal atau karena terdapatnya sebuah penghalang berupa rintangan seperti struktur di perairan. Variasi kedalaman tersebut menyebabkan puncak gelombang membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dasar laut (Triatmodjo, 1999).

Gelombang yang masih berada di perairan dalam akan mengalami transformasi dengan lebih teratur dibanding pada saat pembentukannya. Setelah memasuki suatu kawasan yang lebih dangkal, gelombang akan dipengaruhi oleh kedalaman kontur dasar perairan yang menyebabkan terjadinya proses deformasi gelombang. Deformasi ini akan mempengaruhi baik dalam tinggi, periode dan kecepatan dari gelombang tersebut. Beberapa bentuk transformasi gelombang yakni refraksi, difraksi, refleksi dan *shoaling* atau pendangkalan (Danial, 2008).

### 2.1.4 Gelombang Pecah

Gelombang pecah sebelum menuju titik puncaknya mengalami perubahan bentuk sehingga tidak berbentuk sinusoidal, oleh karena itu gelombang pecah merupakan suatu sistem yang sangat kompleks. Pada saat terjadinya gelombang pecah, energi yang diterima dari angin berkurang. Beberapa energi yang diterima akan dikembalikan ke laut, jumlahnya bergantung kepada kemiringan pantai, dimana semakin kecil sudut kemiringan pantai, semakin kecil pula energi yang dikembalikan. Kebanyakan energi berkurang sebagai panas dalam percampuran skala kecil dari buih air dan pasir (Parauba *et al.*, 2016).

Gelombang menjalar dari perairan dalam menuju perairan dangkal atau daerah pantai. Gelombang yang menjalar pada daerah pantai akan mengenai kemiringan dasar laut dan menyebabkan tinggi gelombang bertambah dan kemudian akan pecah, hal ini disebut juga dengan gelombang pecah. Gelombang pecah ini dapat semakin tinggi daripada gelombang yang datang dan juga sebaliknya, dimana hal ini bergantung pada bentuk dari kemiringan pantai itu sendiri. Gelombang pecah dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Klasifikasi dari gelombang pecah tersebut adalah *spilling*, *plunging*, *surgung* dan *collapsing* (Hidayati, 2017).



Sumber : Benassai, 2006

Gambar 1. Klasifikasi Gelombang Pecah

Masing-masing tipe gelombang pecah diatas memiliki perbedaan baik berdasarkan bentuk atau keadaan dasar perairannya maupun kekuatan gelombangnya. Berikut merupakan penjelasan lebih lanjut dari tipe-tipe gelombang pecah menurut Paruba *et al.* (2016) :

#### 1. *Spilling*

*Spilling* biasanya terjadi apabila gelombang dengan kemiringan kecil menuju ke pantai yang datar (kemiringan kecil). Gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya terjadi berangsur-angsur. Buih terjadi pada puncak gelombang selama mengalami pecah dan meninggalkan suatu lapis tipis buih pada jarak yang cukup panjang.

#### 2. *Plunging*

Apabila kemiringan gelombang dan dasar bertambah, gelombang akan pecah dan puncak gelombang akan memutar dengan massa air pada puncak gelombang akan terjun ke depan. Energi gelombang pecah dihancurkan dalam turbulensi, sebagian kecil dipantulkan pantai ke laut, dan tidak banyak gelombang baru terjadi pada air yang lebih dangkal.

#### 3. *Surgling*

*Surgling* terjadi pada pantai dengan kemiringan yang sangat besar seperti yang terjadi pada pantai berkarang. Daerah gelombang pecah sangat sempit, dan sebagian besar energi dipantulkan kembali ke laut dalam. Gelombang pecah tipe *surgling* ini mirip dengan *plunging*, tetapi sebelum puncaknya terjun, dasar gelombang sudah pecah.

#### 4. *Collapsing*

Tipe gelombang *collapsing* merupakan bentuk peralihan antara tipe gelombang *surgling* dan *plunging*, dimana puncak gelombang akan memutar dan terjun ke depan akan tetapi sebelum puncak terjun dasar gelombang sudah pecah terlebih dahulu.

## 2.2 Morfologi Pantai

Bentuk-bentuk pantai sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh adanya pergerakan arus dan gelombang yang menuju ke arah pantai. Proses abrasi dari gelombang laut yang bergerak menuju pantai merupakan faktor utama bentukan pantai. Arah gelombang membentuk sudut dengan garis pantai terjadi pada pantai berteluk. Arah gelombang membentuk sudut dan mengarah ke muara sungai terjadi pada pantai yang berlokasi dekat muara sungai. Arah gelombang sejajar dengan garis pantai biasanya dapat ditemukan pada pantai-pantai dengan garis pantai yang lurus (Noor, 2014).

Morfologi pantai akan mempengaruhi bagaimana laju dari gelombang yang menjalar ke arah pantai. Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga mampu menghancurkan energi dari gelombang yang datang. Gelombang yang pecah karena adanya perbedaan kedalaman kemudian menghempaskan massa air ke tepian pantai. Massa air di tepian pantai tersebut kemudian akan kembali ke laut dengan membentuk celah di antara gelombang pecah (Pangurusan *et al.*, 2015).

### 2.2.1 Tipe Pantai

Tipe pantai dapat dibedakan menurut persentase sudut kelerengannya. Berdasarkan nilai kelerengannya pantai dapat diklasifikasikan menjadi 7 kelas. Pantai datar hingga hampir datar (0-2%), Agak miring atau landai (2-7%), miring dengan besaran yang tinggi atau bergelombang (7-15%), agak curam (15-30%), curam (30-70%), sangat curam (70-140%) dan curam sekali (>140%) (Zuidam, 1986). Semakin curam suatu pantai maka ombak yang ada di pantai tersebut akan cenderung lebih tinggi.

Berdasarkan jenis material sedimen dasar penyusunnya, tipe pantai dapat dibagi menjadi 3. Tipe pantai yang dimaksud antara lain adalah pantai berpasir, pantai berlumpur, dan pantai berbatu (Duxbury *et al.*, 2002). Dari ketiga kategori di atas, pantai berpasir dan berlumpur merupakan yang paling rawan terkena erosi pantai karena butir sedimen penyusunnya relatif kecil dan mudah terbawa arus.

Berdasarkan potensi terjadinya *rip current*, pantai tipe berpasir akan cenderung lebih rentan.

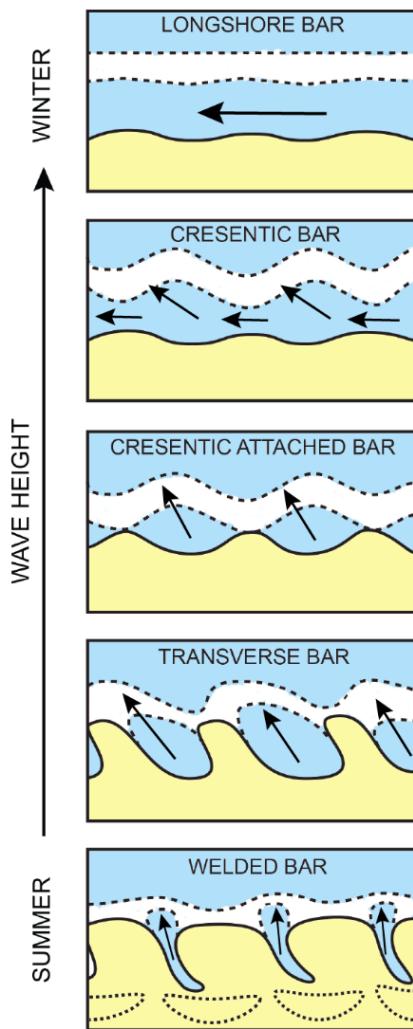
### 2.2.2 Sand bar

*Sand bar* merupakan gundukan pasir di dasar lautan. *Sand bar* adalah penyebab paling umum dari variasi gelombang di pantai berpasir terbuka yang jauh dari tanjung dan penghalang lainnya. *Sand bar* mempengaruhi arah pergerakan arus dekat pantai (*nearshore current*). Kemunculan *rip current* banyak diasosiasikan dengan adanya *sand bar* dimana, arus yang melewati celah antara 2 *sand bar* mengalami penambahan percepatan. Arus yang melewati celah *sand bar* adalah arus yang dapat membentuk *rip current* (Setyawan *et al.*, 2017).

Tipe *sand bar* (Gambar 2) berubah secara musiman dengan perubahan gelombang. Sistem *sand bar* lebih terlihat dengan baik saat kondisi air laut surut yang di mana menjadi saat paling berbahaya dan menyebabkan terjadinya *rip current* (Masselink *et al.*, 2013). *Rip current* biasa ditemukan di daerah pantai *intermediate* dengan adanya *sand bar*.



SANDBAR TYPES



Sumber : Masselink *et al.*, 2013

Gambar 2. Tipe sand bar

2.2.3 Beach cusp

Pantai dengan morfologi *beach cusp* yang berupa punggung dan lembah merupakan bentuk morfologi yang berpengaruh penting pada pembentukan *rip current* karena setelah gelombang pecah, air yang naik ke pantai akan terbelah oleh tanjung (*horn*) dari morfologi *beach cup*, kemudian massa air yang terbelah itu masuk ke dalam “teluk” di kedua sisinya dan bertemu di bagian tengah dengan air dari sisi yang lain dari *beach cup* dan kemudian bersama-sama kembali ke laut sebagai *rip current* (Muntasib *et al.*, 2018).



Keberadaan *beach cusp* berpengaruh besar terhadap pembentukan *rip current*. *Beach cusp* dengan ukuran sempit cenderung mengumpulkan arus dari gelombang pecah yang menghantam pantai yang selanjutnya akan diarahkan ke laut lepas melewati dasar perairan. Ukuran dari *beach cusp* sendiri berpengaruh terhadap kecepatan dari *rip current* itu sendiri (Pangururan *et al.*, 2015). Identifikasi *beach cusp* dapat dilakukan secara visual dengan melihat adanya bentuk bergelombang dari hasil sapuan gelombang yang menghantam pantai seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber : *Google Earth*, 2020

Gambar 3. *Beach cusp*

### 2.3 *Rip current*

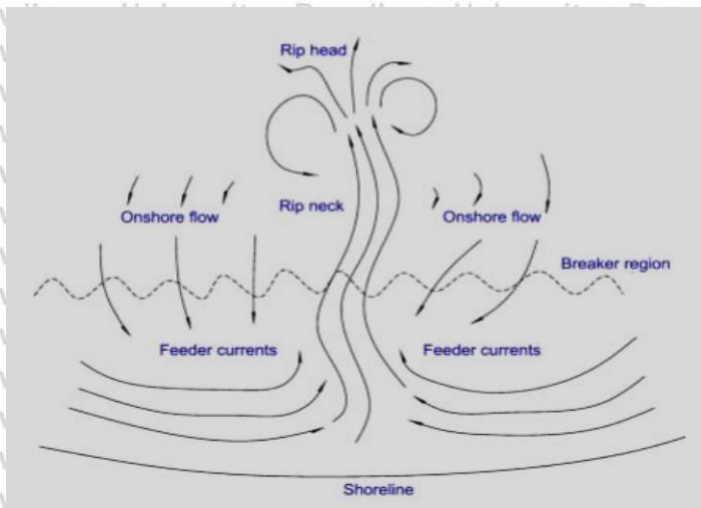
*Rip current* adalah massa air yang menuju ke tempat yang memiliki energi gelombang pecah paling kecil. Massa air tersebut akan dibelokkan dan kembali ke arah laut. Pada suatu pantai yang panjang dapat terjadi beberapa *rip current*, dimana hal ini dapat terjadi tergantung pada kondisi topografi dan gelombang

pecah pada daerah tersebut. Kenaikan gelombang di sepanjang pantai tidak sama dikarenakan adanya variasi kedalaman disepanjang pantai (Triatmodjo, 1999).

*Rip current* merupakan arus yang dapat terbentuk di pantai dan pergerakan alirannya menuju laut lepas. *Rip current* bukan termasuk arus dalam, melainkan arus yang terjadi di dasar perairan pesisir pantai yang dipengaruhi oleh batimetri. Sisi positif dari *rip current* yang biasa dimanfaatkan oleh nelayan yaitu dapat membantu nelayan untuk menuju ke tengah laut, karena jika melewati ombak yang besar akan berpotensi terbaliknya kapal. *Rip current* juga sering dimanfaatkan oleh para peselancar untuk membantu mereka menuju ke tengah laut sehingga mengurangi tenaga mereka untuk mendayung (Brander, 2015).

### 2.3.1 Mekanisme Pembentukan

*Rip current* disebabkan karena adanya pertemuan ombak yang sejajar dengan garis pantai sehingga menyebabkan terjadinya arus balik dengan kecepatan arus yang tinggi. Secara umum *rip current* terdiri dari beberapa bagian, yaitu kepala arus (*rip head*), leher arus (*rip neck*), dan arus pengisi (*feeder current*). Kepala arus merupakan puncak dari sirkulasi *rip current* dan tempat melemahnya kecepatan arus sedangkan leher arus sebagai penghubung serta arah dari sirkulasi *rip current* (Brander, 2015). *Rip current* mulai terbentuk oleh adanya arus pengisi yang berasal dari arus normal pantai. Bagian-bagian dari *rip current* dapat dilihat pada Gambar 4.

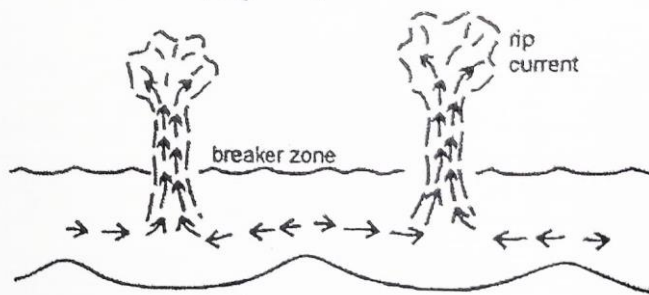


Sumber : Brander, 2015

Gambar 4. Bagian-bagian *rip current*

Morfologi pantai akan mempengaruhi kondisi gelombang yang menjalar dari laut. Gelombang yang pecah karena adanya perbedaan kedalaman kemudian melontarkan massa air ke tepian pantai. Massa air di tepian pantai tersebut kemudian akan kembali ke laut dengan membentuk celah di antara gelombang pecah. Arus yang melewati celah inilah yang sering disebut dengan arus sirkulasi sel atau *rip current* (Pangururan *et al.*, 2015). *Rip current* sendiri menurut Triatmodjo (1999), adalah massa air yang dibelokkan kembali menuju kearah laut yang membentuk arus dan arah datangnya gelombang dapat mempengaruhi seberapa besar kecepatan dan area dari *rip current* itu sendiri (Gambar 5).

A. Sirkulasi Sel ( $\alpha_b \approx 0^\circ$ )



Sumber : Triatmodjo, 1999

Gambar 5. *Rip current*



### 2.3.2 Karakteristik

*Rip current* merupakan bagian dari sirkulasi arus dekat pantai (*nearshore circulation*). Arus ini memiliki pola dan arah yang menyempit dan tegak lurus

dengan garis pantai, membawa aliran dari *surf zone* (gelombang pecah) menuju laut lepas melewati sela-sela arus normal pantai dengan kecepatan tinggi (Gallop

*et al.*, 2018). Arus ini bergerak dari pantai menuju ke laut yang dapat terjadi setiap hari dengan kondisi bervariasi mulai dari yang kecil, pelan dan tidak berbahaya.

*Rip current* terkonsentrasi melewati jalur sempit (*rip chanel*) yang mengalir kuat ke arah laut dari hampasan gelombang yang kemudian melintasi gelombang pecah hingga ada di laut lepas pantai (Castelle *et al.*, 2016).

*Rip current* dapat diidentifikasi secara visual dengan memperhatikan adanya perbedaan warna permukaan air laut yang lebih gelap dibandingkan dengan daerah di sekitarnya. Visualisasi kenampakan *rip current* dapat dilihat pada Gambar 6. *Rip current* dapat terlihat jelas apabila dilihat dari ketinggian.

Apabila dari pantai, dapat diketahui ciri-cirinya dari bentuk gelombang pecah yang terbentuk, aliran sedimen/ sampah laut (rumput laut, ganggang, lamun, dll.) yang mengapung di pesisir, dan bentuk pantainya itu sendiri (Ocean Pulse, 2020).



Sumber : Khoirunnisa *et al.*, 2013

Gambar 6. Visualisasi *rip current* menggunakan citra satelit

### 2.3.3 Tipe Rip current

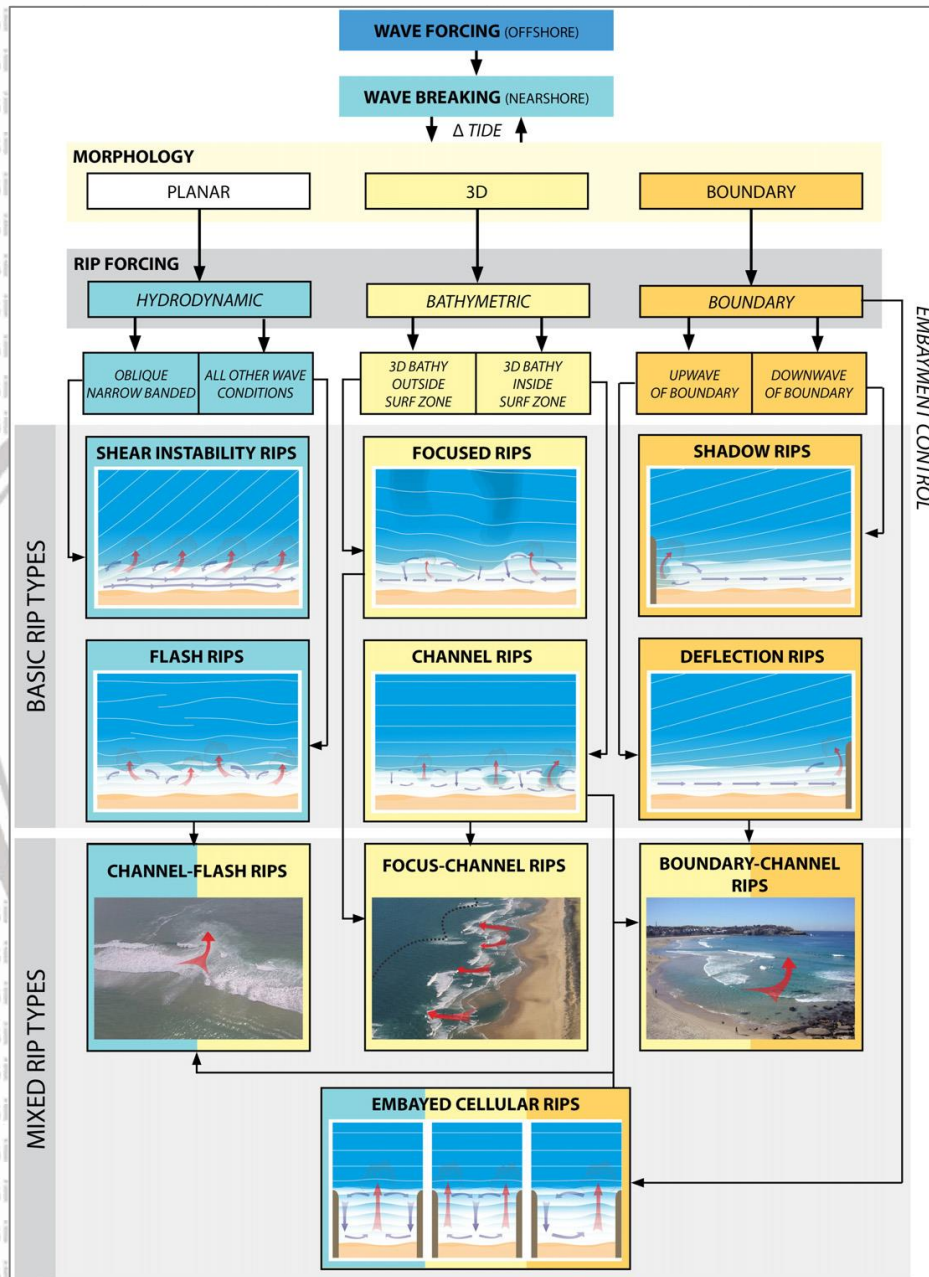
*Rip current* pada pantai dapat dibagi menjadi empat tipe yaitu beach rip atau *accretionary*, *erosional rip*, *topographic rips* dan *megarips*. Menurut Short (2007), tipe *rip current accretionary* terjadi pada pantai yang mengalami akresi. *Rip current* tipe ini juga terjadi pada saat penurunan menuju kondisi gelombang rendah, ketika morfologi *surf zone* cenderung tetap di pantai yang panjang.

Kecepatan arus tipe ini dapat berkisar antara 0.5 – 1 m/s, tetapi dalam kasus tertentu dapat mencapai 1.5 m/s. Tipe *rip current erosional* terjadi pada pantai yang mengalami erosi dan dipengaruhi oleh gelombang tinggi yang dapat mencapai lebih dari 1.5 meter. Gelombang yang tinggi tersebut dapat menyebabkan kecepatan arus semakin cepat dan spasi *rip current* akan semakin lebar serta kuat.

Arus ini kemudian akan membentuk saluran yang menyebabkan transpor sedimen dari pantai ke laut lepas. Arus tipe *erosional* dapat mencapai kecepatan hingga 1.5 – 2 m/s. *Rip current* tipe *topographic* dipengaruhi oleh jenis topografi yang solid seperti tanjung, *groin*, karang, ataupun dermaga. Kecepatan arus tipe ini juga bervariasi tergantung dari kondisi gelombang dan lebar spasi *rip current*. *Rip current* tipe *mega* merupakan *topographic rip* dengan skala besar dimana arus ini dipengaruhi oleh gelombang yang sangat tinggi (hingga mencapai 3 meter) dan terjadi pada pantai yang memiliki garis pantai yang panjang (3 – 4 kilometer). Arus ini memiliki panjang hingga mencapai 1 kilometer dan memiliki kecepatan hingga 3 m/s oleh karena itu, arus tipe ini juga dapat membuat transport sedimen dari arah pantai menuju ke laut lepas dalam skala yang besar. *Castelle et al.* (2016) menjelaskan, bahwa *rip current* dapat dibagi menjadi beberapa tipe berdasarkan pengaruhnya (Gambar 7) :

1. *Rip current* yang dipengaruhi oleh hidrodinamika dibagi menjadi 2 jenis yaitu *shear instability rips* dan *flash rips*.

2. Rip current yang dipengaruhi oleh batimetri dibagi menjadi 2 jenis yaitu *channel rips* dan *focused rips*.
3. Rip current yang dipengaruhi oleh boundary dibagi menjadi 2 jenis yaitu *deflection* dan *shadow rips*.



Sumber : Castelle *et al.*, 2016

Gambar 7. Tipe rip current

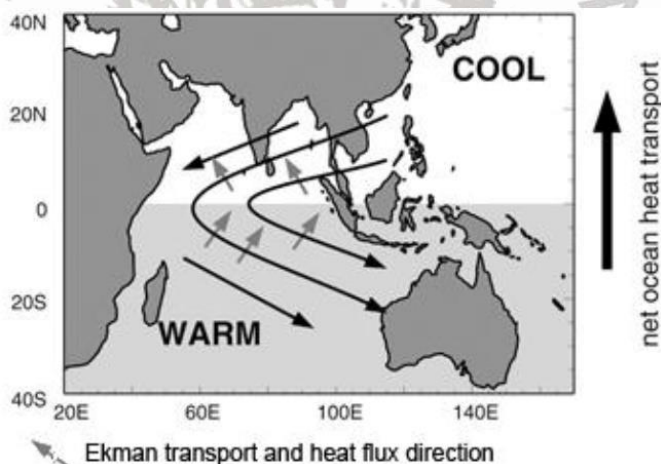


## 2.4 Musim

Perbedaan pemanasan bumi antara belahan bumi utara dan belahan bumi selatan mengakibatkan adanya perbedaan tekanan temperatur di kedua belahan bumi ini, hal ini sangat mempengaruhi pergerakan angin. Letak Indonesia yang berada di antara dua benua (Benua Asia dan Australia) serta diapit dua samudera (Samudera Pasifik dan Samudera Hindia) menyebabkan terjadinya angin musim atau angin muson di Indonesia. Angin Muson merupakan angin musiman yang bersifat periodik (Rahayu *et al.*, 2018).

Menurut Yananto dan Sibarani (2016), musim di Indonesia terbagi menjadi tiga yaitu:

### 1. Musim Barat



Sumber : Yananto dan Sibarani, 2016

Gambar 8. Pola pergerakan angin muson barat

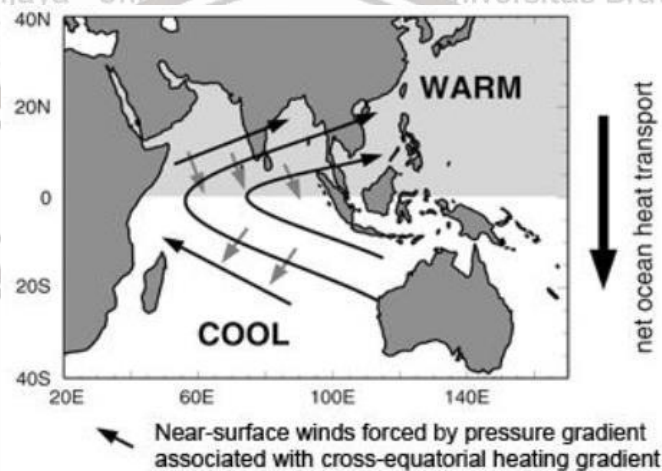
Musim Barat (Muson Barat) terjadi pada bulan Oktober hingga Februari, pada periode ini matahari berada di belahan bumi selatan, mengakibatkan belahan bumi selatan khususnya Australia lebih banyak memperoleh pemanasan matahari daripada Benua Asia. Akibatnya di Australia bertemperatur tinggi dan tekanan udaranya rendah. Sebaliknya di Asia yang menerima lebih sedikit penyinaran





matahari temperaturnya rendah dan tekanan udaranya tinggi. Oleh karena itulah terjadi pergerakan angin dari benua Asia ke benua Australia (Gambar 8). Angin dari benua Asia ini akan dibelokkan oleh gaya *Coriolis* pada saat melintasi garis Khatulistiwa dan terbentuklah angin muson barat. Angin ini akan membawa banyak uap air dan mengakibatkan adanya curah hujan yang cukup tinggi terutama di Wilayah Indonesia bagian Barat.

## 2. Musim Timur



Sumber : Yananto dan Sibarani, 2016

Gambar 9. Pola pergerakan angin muson barat

Musim Timur (Muson Timur) terjadi pada bulan April hingga Agustus ketika letak matahari condong ke belahan bumi utara. Pada belahan bumi utara khususnya Benua Asia temperaturnya menjadi lebih tinggi dan tekanan udaranya rendah, sebaliknya di Benua Australia yang mendapatkan lebih sedikit penyinaran matahari, temperaturnya menjadi lebih rendah dan tekanan udaranya tinggi. Sehingga terjadilah pergerakan angin dari benua Australia ke Benua Asia melalui Indonesia (Gambar 9). Angin ini tidak banyak membawa uap air dan menyebabkan penurunan tingkat curah hujan karena hanya melewati laut kecil dan jalur sempit seperti Laut Timor, Laut Arafuru, dan sebagian Selatan Irian Jaya dan Nusa Tenggara.

### 3. Musim Peralihan

Periode Maret sampai April dikenal sebagai Musim Peralihan I (periode awal musim kemarau) sedangkan periode September hingga Oktober disebut sebagai musim Peralihan II (periode awal musim penghujan). Pada musim peralihan matahari bergerak melintasi khatulistiwa sehingga angin menjadi lemah dan arahnya tidak menentu.

#### 2.5 Pemodelan *Rip current*

Gelombang yang menjalar menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus didaerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya akan berbeda-beda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone*, dan *swash zone*. Diantara ketiga zona tersebut, karakteristik gelombang di *surf zone* dan *swash zone* adalah yang paling penting dalam analisis proses pantai.

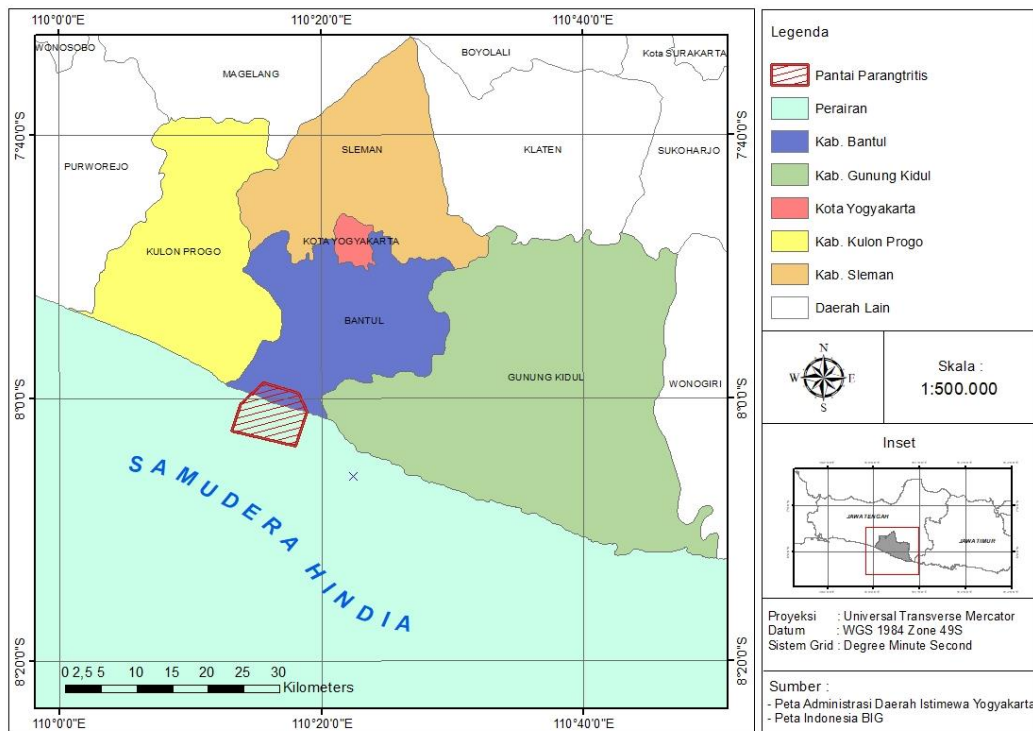
Arus yang terjadi pada daerah tersebut sangat tergantung pada arah dari datangnya gelombang (Muzzaki, 2004).

*Software MIKE* merupakan salah satu *software* yang terkenal dalam bidang *hydrodynamic modelling*. Menurut Suharyo dan Adrianto (2018), *Software* ini memiliki keunggulan *mesh* yang fleksibel yang dapat menjangkau area-area yang sulit seperti daerah yang curam, berkelok-kelok dan lain sebagainya dan menurut Symonds *et al*, (2017), *software MIKE* merupakan *software* dengan tingkat efisiensi komputasi paling baik pada komputer dengan prosesor *multicore* akan tetapi, pada prosesor 4 *core* keatas *Delft 3D* memiliki keunggulan dapat menjalankan beberapa operasi secara bersamaan sedangkan *MIKE* tidak.

### BAB III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

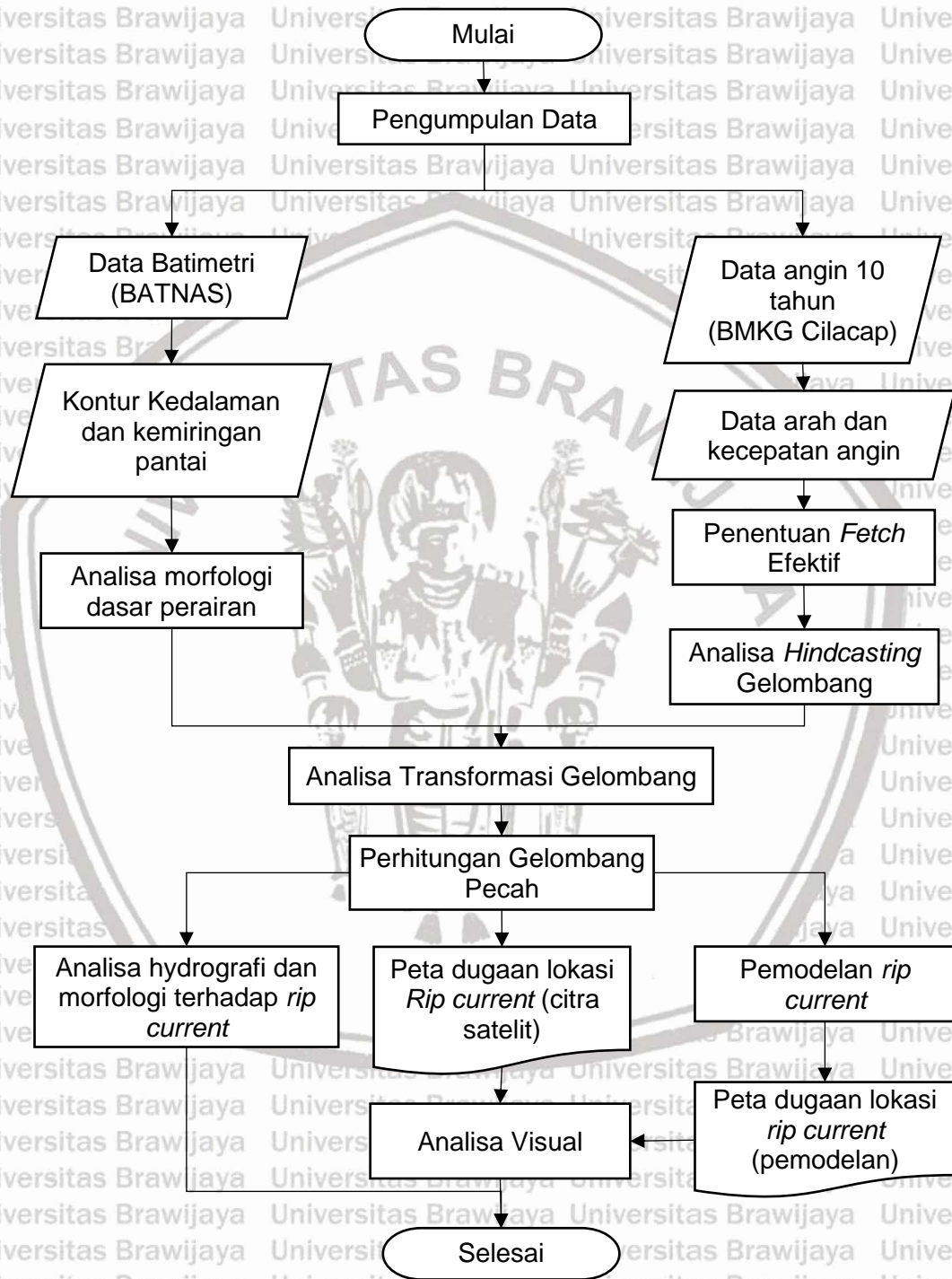
Daerah kajian penelitian mengenai Analisis Gelombang Pecah dan Korelasinya dengan Fenomena *Rip current* di pesisir Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengolahan data dari penelitian ini akan dimulai dari minggu ke 2 bulan Januari 2021. Peta lokasi penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Peta lokasi penelitian

### 3.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, terdapat beberapa tahapan atau prosedur. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Alur Penelitian



### 3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang dimana bahan ini berupa data-data. Adapun alat dan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1, sedangkan bahan atau data-data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Laptop	Asus A456UR	Sebagai alat untuk menjalankan perangkat lunak yang akan digunakan
2.	Ms. Excel	2016	Perangkat lunak perhitungan data angin
3.	ArcGis	10.5	Perangkat lunak pembuatan peta
4.	AutoCAD	2015	Perangkat lunak perhitungan <i>fetch</i>
5.	MIKE Zero	2014	Perangkat lunak pemodelan <i>rip current</i>

Tabel 2. Data yang digunakan dalam penelitian

No.	Nama Data	Tanggal Akuisisi Data	Sumber
1.	Data Arah dan Kecepatan Angin Maksimum	04-08 Oktober 2020	Data BMKG ( <a href="http://dataonline.bmkg.go.id">http://dataonline.bmkg.go.id</a> )
2.	Data Batimetri Perairan Daerah Istimewa Yogyakarta	07 Oktober 2020	Data BATNAS ( <a href="http://tides.big.go.id/DEMNAS/Batnas">http://tides.big.go.id/DEMNAS/Batnas</a> )
3.	Data Citra Digital globe	02 Januari 2021	Google Earth Pro

### 3.4 Proses Akuisisi Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder. Terdapat dua data yang akan digunakan yakni data batimetri perairan Daerah Istimewa Yogyakarta dan data angin. Berikut proses akuisisi data sekunder yang akan digunakan.

#### 3.4.1 Data Batimetri

Dalam penelitian ini data batimetri diunduh dari laman milik Badan Informasi Geospasial (BIG) (<http://tides.big.go.id/DEMNAS/Batnas>). Data Batimetri Nasional dibentuk dari hasil inversi data *gravity anomaly* hasil pengolahan data altimetri dengan menambahkan data pemeruman (*sounding*) yang dilakukan oleh BIG, NGDC, BODC, BPPT, LIPI, P3GL dan lembaga lainnya dengan survei *single* maupun *multibeam echosounder*. Resolusi spasial data BATNAS adalah 6arc-second dengan menggunakan datum MSL. Batimetri Nasional dengan resolusi 30s, memiliki bias error -12.22 m sedangkan data SRTM30plus dan GEBCO30s masing-masing -18.51 m dan -24.7 m. Selanjutnya, standar deviasi untuk BATNAS, SRTM30plus, dan GEBCO30s masing-masing adalah 47.32 m, 151.4 m dan 171.53 m. Sementara itu, pada resolusi 15 s, data BATNAS mempunyai bias error -9.21 m dan standar deviasi 39.75. Sementara SRTM15plus mempunyai bias error -15.71 m dan standar deviasi 146.53 m. Data yang didapat dari laman BIG memiliki format *.tiff* yang nantinya akan diolah menggunakan perangkat lunak *ArcGis*.

#### 3.4.2 Pengambilan Data Kecepatan Angin

Dalam penelitian ini data angin yang didapat adalah arah dan kecepatan maksimum. Data angin diunduh dari laman milik Badan Meteorologi, Klimatologi

dan Geofisika (BMKG) (<http://dataonline.bmkg.go.id>). Data diambil dari Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Data angin yang diunduh adalah data angin selama 10 tahun (2009-2019). Data yang didapat dari laman milik BMKG ini dalam format .xls yang selanjutnya akan diolah menggunakan perangkat lunak *Ms.Excel*.

### 3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari beberapa proses. Data yang akan diolah adalah data batimetri dan data angin. Berikut adalah proses dari pengolahan data pada penelitian ini.

#### 3.5.1 Data Batimetri

Data batimetri yang telah didapatkan dari laman Batimetri Nasional milik Badan Informasi Geospasial (BIG) selanjutnya akan diolah menggunakan perangkat lunak berupa *ArcGis*. Pada *ArcGis* hal yang dilakukan pertama adalah menyamakan proyeksi peta sesuai dengan tempat penelitian. Langkah selanjutnya data batimetri akan dilakukan proses *masking* atau pemisahan antara daratan dengan perairan untuk memudahkan proses interpretasi. Selanjutnya data yang telah dilakukan proses *masking* akan dilakukan proses pembuatan garis kontur dan terakhir dilakukan proses *layouting* peta kedalaman. Data kedalaman ini nanti akan digunakan untuk mengetahui fitur atau relief permukaan dasar laut serta digunakan untuk mengetahui profil kemiringan pantai.

#### 3.5.2 Data Kemiringan Pantai

Kemiringan Pantai didapatkan dengan membuat *cross section* atau penampang melintang pada data batimetri yang telah diolah sebelumnya. Garis ini ditarik tegak lurus dari pantai dan mengarah ke perairan dengan panjang  $\pm 2$  km.

Hasil pada *cross section* ini berupa grafik kedalaman secara melintang yang dari tiap segmen kedalaman. Menurut Setyawan *et al.*, (2017) Penentuan garis ini berdasarkan tingkat homogenitas dari kontur dasar perairan. Setelah itu, akan dilakukan perhitungan tingkat kemiringan pantai berdasarkan Zuidam, (1986) menggunakan rumus (1). Setelah mendapatkan nilai kemiringan selanjutnya dilakukan pengklasifikasian nilai kemiringan menggunakan Tabel 3 dibawah.

Penentuan lokasi garis *cross section* ditentukan berdasarkan homogenitas dari dasar perairan pada tiap pantainya.

$$S = \frac{(n-1).Ic}{\Delta h} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana,

- S = nilai kemiringan pantai (%)
- n = jumlah kontur
- Ic = interval kontur
- Δh = jarak horizontal (m)

Tabel 3. Klasifikasi kemiringan pantai

No.	Klasifikasi	Kelas Lereng (%)
1	Datar hingga hampir datar	0 – 2
2	Agak miring atau landai	2 – 7
3	Miring dengan besaran yang tinggi atau bergelombang	7 – 15
4	Agak curam	15 – 30
5	Curam	30 – 70
6	Sangat curam	70 – 140
7	Curam sekali	>140





### 3.5.3 Data Angin

Data angin dipilih sebagai awal dikarenakan angin merupakan pembangkit gelombang yang paling dominan (Kaunang *et al.*, 2016). Dalam pengolahan data angin terdapat beberapa proses sebelum data angin dapat digunakan untuk melakukan peramalan gelombang. Proses-proses dalam pengolahan data angin dijelaskan lebih detail seperti berikut ini.

#### 3.5.3.1 Perhitungan *Fetch* Efektif

Perhitungan daerah pembentukan gelombang (*fetch*) bertujuan untuk menentukan arah-arah datangnya gelombang yang mungkin terjadi. Dalam perhitungan *fetch* digunakan perangkat lunak *Google Earth* yang akan digunakan untuk mengukur panjang garis segmen. Garis segmen yang dibuat akan mengarah ke seluruh 8 arah mata angin dengan jarak antar garis segmen sebesar 5°. Dalam menentukan *fetch* efektif dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat dilihat pada rumus (2).

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (2)$$

Dimana,

$F_{eff}$  : panjang *fetch* efektif (km)

$X_i$  : panjang *fetch* untuk setiap arah mata angin selang 5° (km)

$\alpha$  : sudut antara arah yang diukur dengan garis *fetch* (°)

Jika panjang *fetch* efektif >200 km maka panjang *fetch* efektif yang digunakan adalah 200 km disebabkan kecepatan angin akan konsisten hanya saat *fetch* terjadi sejauh ≤200 km (Kartikasari, 2008).

### 3.5.3.2 Perhitungan Faktor Tegangan Angin

Data angin diperlukan untuk perkiraan tinggi dan periode gelombang. Data angin tersebut harus dikoreksi terhadap elevasi pengukuran, stabilitas, dan efek lokasi pengukuran untuk mendapatkan faktor tegangan angin ( $U_A$ ). Data angin yang digunakan adalah data angin maksimum harian. Data angin yang telah diolah akan mendapatkan data tinggi gelombang maksimum.

Langkah pertama untuk mendapatkan nilai  $U_A$  adalah dengan melakukan koreksi data angin terhadap elevasi pengambilan data. Data angin yang diperoleh dari BMKG yang terletak di Stasiun Meteorologi Tunggul Wulung, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, diukur pada ketinggian 8 m diatas permukaan air laut. Menurut Hidayati (2017), jika data angin diukur dari ketinggian selain 10 meter, maka koreksi kecepatan dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$U_{(10)} = U_{(z)} \left( \frac{10}{z} \right)^{1/7} \quad (3)$$

Dimana,

$U_{(10)}$  : kecepatan angin pada elevasi 10 meter (m/s)

$U_{(z)}$  : kecepatan angin yang diukur pada elevasi z (m/s)

Z : ketinggian pengukuran (m)

Data angin yang telah dilakukan koreksi ketinggian selanjutnya dilakukan koreksi stabilitas. Koreksi stabilitas yaitu koreksi kecepatan angin akibat adanya perbedaan temperatur di udara dan temperatur di laut. Persamaan koreksi stabilitas dijabarkan sebagai berikut:

$$U = R_T U_{(10)} \quad (4)$$

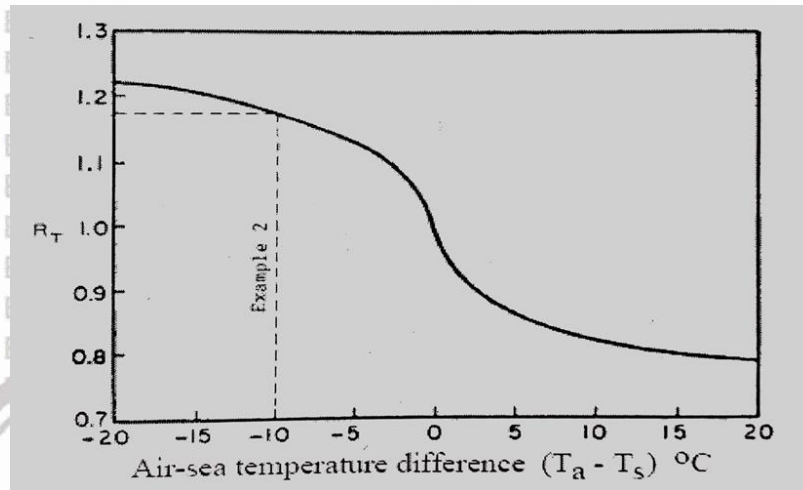
Dimana,

U : kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

$U_{(10)}$  : kecepatan angin pada elevasi 10 meter (m/s)

$R_T$  : faktor koreksi stabilitas

Nilai  $R_T$  dapat diperoleh dari grafik pada Gambar 12, Namun apabila tidak ada data perbedaan temperatur udara dan temperatur perairan maka dapat digunakan nilai  $R_T = 1.1$  (Hidayati, 2017).



Sumber : Hidayati, 2017

Gambar 12. Grafik penentuan nilai  $R_T$

Data angin yang diperoleh dari lokasi pengukuran terdekat di darat diperlukan konversi sehingga menyesuaikan dengan data angin pada lokasi penelitian di permukaan laut. Berikut persamaan yang digunakan untuk koreksi lokasi pengukuran data angin dengan nilai  $R_L$  dapat diperoleh dari grafik pada Gambar 13.

$$R_L = U_w / U_L \quad (5)$$

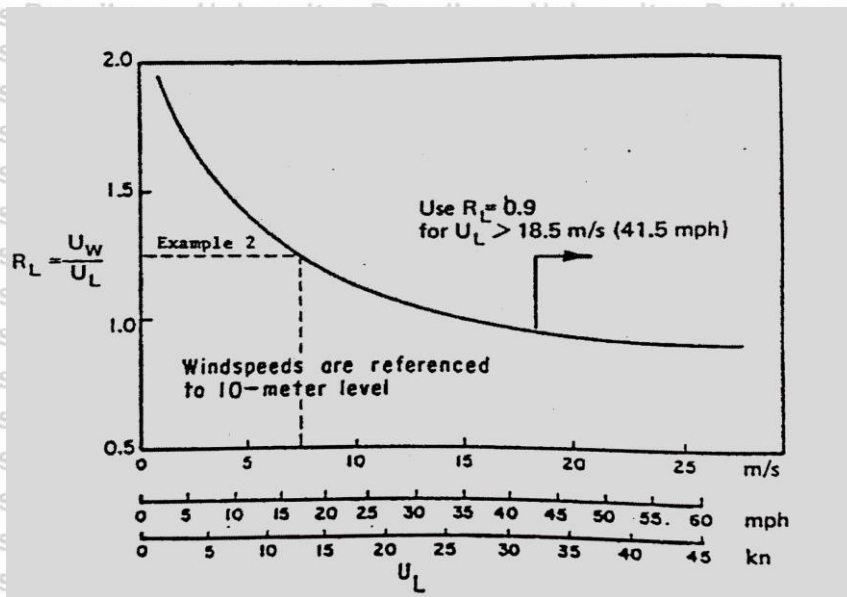
Dimana,

$R_L$  : perbandingan nilai  $U_w$  dan  $U_L$

$U_w$  : kecepatan angin hasil pengukuran di laut

$U_L$  : kecepatan angin hasil pengukuran di darat





Sumber : CERC, 1984

Gambar 13. Grafik konversi kecepatan angin di darat

Setelah didapatkan nilai  $R_T$  dan  $R_L$  maka selanjutnya nilai dari tegangan angin ( $U_A$ ) dapat diketahui. Nilai Tegangan angin dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$U_A = R_T R_L U_{(10)} \quad (6)$$

Dimana,

$U_A$  : tegangan angin (m/s)

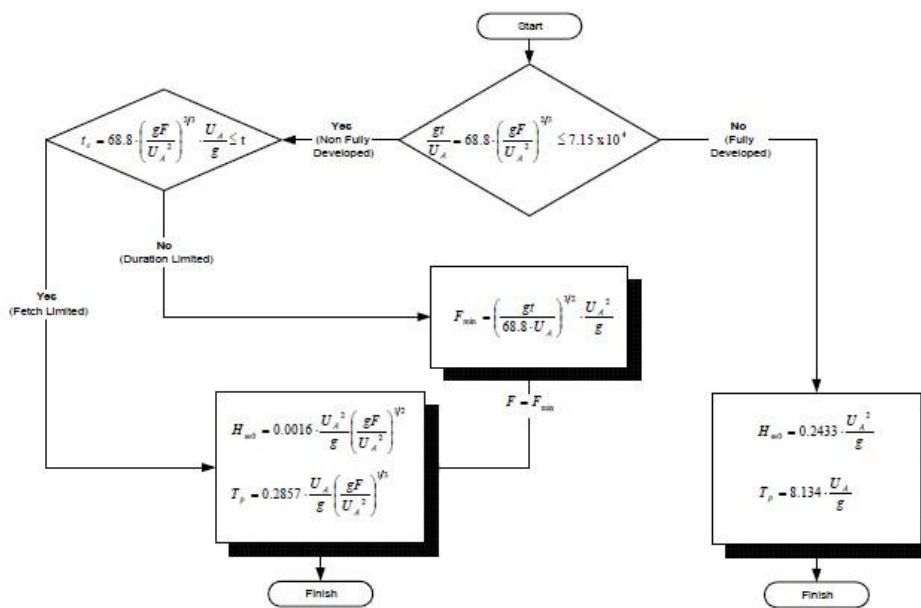
$R_L$  : perbandingan nilai  $U_W$  dan  $U_L$

$R_T$  : faktor koreksi stabilitas

$U_{(10)}$  : kecepatan angin pada elevasi 10 meter (m/s)

### 3.5.4 Peramalan Gelombang

Data angin yang telah diolah dapat digunakan untuk melakukan peramalan gelombang. Pada data gelombang dilakukan beberapa langkah seperti peramalan tinggi dan periode gelombang, transformasi gelombang sebelum dapat dilakukan perhitungan gelombang pecah. Alur dari peramalan tinggi dan periode gelombang dapat dilihat pada Gambar 14. Berikut langkah-langkah peramalan gelombang.



Sumber : Hidayati, 2017

Gambar 14. Alur perhitungan tinggi dan periode gelombang

### 3.5.4.1 Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang

Dalam perhitungan *hindcasting* gelombang diperlukan peramalan tinggi ( $H$ ) dan periode gelombang ( $T$ ). Tinggi dan periode gelombang dapat diperoleh menggunakan beberapa rumus. Berikut beberapa langkah dalam perhitungan tinggi dan periode gelombang menggunakan data angin.

#### 1. Pengecekan kondisi pembentukan gelombang

Kondisi pembentukan gelombang terbagi menjadi 2, yakni *Fully Developed* dan *Non-Fully Developed*. Pengecekan kondisi pembentukan gelombang ini bertujuan untuk menentukan apakah gelombang termasuk dalam kategori pembentukan *Fully Developed* atau *Non-Fully Developed*. Berikut rumus penentuan kategori pembentukan gelombang :



$$\frac{gt}{U_A} = 68,8 \left( \frac{gF}{U_{A2}} \right)^{2/3} \quad (7)$$

Dimana,

$g$  = kecepatan gaya gravitasi bumi (m/s)

$t$  = durasi angin (jam)

$F$  = panjang *fetch* (km)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

Setelah didapatkan nilai  $\frac{gt}{U_A}$ , penentuan gelombang *Fully Developed* atau

*Non-Fully Developed* dapat diketahui sebagai berikut :

$$\frac{gt}{U_A} \leq 7,15 \times 10^4 \quad (\text{Non-Fully Developed}) \quad (8)$$

$$\frac{gt}{U_A} \geq 7,15 \times 10^4 \quad (\text{Fully Developed}) \quad (9)$$

## 2. Pengecekan kondisi *fetch*

Apabila gelombang termasuk kedalam kategori *Non-Fully Developed* maka, langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan kondisi *fetch*. Kondisi *fetch* sendiri terbagi menjadi 2, yakni *Duration Limited* dan *Fetch Limited*.

Penentuan kondisi *fetch* dilakukan dengan menggunakan nilai durasi kritis angin ( $t_c$ ) terhadap nilai durasi angin ( $t$ ). Gelombang yang termasuk dalam kategori *Fully Developed* tidak perlu dilakukan pengecekan kondisi *fetch*. Berikut rumus penentuan kondisi *fetch*.

$$t_c = 68,8 \left( \frac{gF}{U_{A2}} \right)^{2/3} \cdot \frac{U_A}{g} \quad (10)$$

Dimana,

$t_c$  = durasi kritis angin (jam)

$g$  = kecepatan gaya gravitasi bumi (m/s)

$F$  = panjang *fetch* (km)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

Setelah didapatkan nilai  $t_c$ , penentuan *fetch Duration Limited* dan *Fetch Limited* dapat diketahui sebagai berikut :

$$t_c < t \text{ (Fetch Limited)} \quad (11)$$

$$t_c > t \text{ (Duration Limited)} \quad (12)$$

Apabila *fetch* termasuk dalam kategori *Duration Limited* maka nilai *fetch* yang digunakan adalah *fetch minimum* ( $F_{min}$ ). Berikut rumus perhitungan *fetch minimum*.

$$F_{min} = \left( \frac{gt}{68,8.U_A} \right)^{1/2} \cdot \frac{U_A^2}{g} \quad (13)$$

Dimana,

$F_{min}$  = nilai *fetch minimum* (jam)

$g$  = kecepatan gravitasi bumi (m/s)

$t$  = durasi angin (jam)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

### 3. Perhitungan tinggi periode gelombang

Setelah diketahui jenis pembentukan gelombang dan kondisi *fetch* gelombang terkait, kita dapat mencari nilai tinggi dan periode dari gelombang.

Berikut rumus perhitungan tinggi dan periode gelombang.

#### A. Fully Developed

$$H_{m0} = 0.2433 \cdot \frac{U_A^2}{g} \quad (14)$$

$$T_p = 8.134 \cdot \frac{U_A}{g} \quad (15)$$

Dimana,

$H_{m0}$  = tinggi gelombang signifikan (m)

$T_p$  = periode gelombang (s)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

$g$  = kecepatan gaya gravitasi bumi (m/s)

**B. Non-Fully Developed**

Pada kategori *Non-Fully Developed* untuk mencari tinggi dan periode gelombang terbagi menjadi 2, yakni *Fetch Limited* dan *Duration Limited*. Berikut rumus perhitungan tinggi dan gelombang.

**A. Fetch Limited**

$$H_{m0} = 0.0016 \cdot \frac{U_A^2}{g} \cdot \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/2} \quad (16)$$

$$T_p = 0.2857 \cdot \frac{U_A}{g} \cdot \left( \frac{gF}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (17)$$

Dimana,

$H_{m0}$  = tinggi gelombang signifikan (m)

$T_p$  = periode gelombang (s)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

$g$  = kecepatan gaya gravitasi bumi (m/s)

$F$  = Panjang *fetch* (km)

**B. Duration Limited**

$$H_{m0} = 0.0016 \cdot \frac{U_A^2}{g} \cdot \left( \frac{gF_{min}}{U_A^2} \right)^{1/2} \quad (18)$$

$$T_p = 0.2857 \cdot \frac{U_A}{g} \cdot \left( \frac{gF_{min}}{U_A^2} \right)^{1/3} \quad (19)$$

dimana :

$H_{m0}$  = tinggi gelombang signifikan (m)

$T_p$  = periode gelombang (s)

$U_A$  = kecepatan angin yang telah terkoreksi (m/s)

$g$  = kecepatan gaya gravitasi bumi (m/s)

$F_{min}$  = Panjang *fetch minimum* (km)





### 3.5.4.2 Perhitungan Transformasi Gelombang

Perhitungan transformasi gelombang yang dilakukan adalah perhitungan koefisien refraksi ( $K_r$ ) dan koefisien pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) ( $K_s$ ). Nilai koefisien transformasi gelombang tersebut dapat diperoleh menggunakan rumus perhitungan dibawah ini.

#### 1. Refraksi gelombang

$$K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_o}{\cos \alpha_1}} \quad (20)$$

Dimana,

$K_r$  = koefisien refraksi

$b_o$  = jarak kontur ortogonal gelombang (m)

$b$  = jarak kontur ortogonal gelombang pada perairan dangkal (m)

$\alpha_o$  = sudut datang gelombang terhadap garis pantai (°)

$\alpha_1$  = sudut antara gelombang laut dangkal terhadap garis pantai (°)

#### 2. Pendangkalan gelombang (*wave shoaling*)

$$K_s = \sqrt{\frac{n_o \times L_o}{n_1 \times L_1}} \quad (21)$$

Dimana,

$K_s$  = koefisien *shoaling* (pendangkalan)

Nilai  $n_o$ ,  $n_1$ ,  $L_o$  dan  $L_1$  dapat dicari menggunakan tabel nilai-nilai penting gelombang. Nilai-nilai penting gelombang dapat dilihat pada Gambar 15 dibawah.

### 3.5.4.3 Penentuan Tipe Gelombang Pecah

Penentuan tipe gelombang pecah, dan parameter gelombang pecah digunakan untuk menentukan potensi kemunculan fenomena *rip current*. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai panjang gelombang.

$$L_o = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (22)$$

Dimana,

$L_o$  = panjang gelombang laut dalam (m)

$g$  = percepatan gravitasi (m/s)

$T$  = periode gelombang (s)

Kemudian dilakukan penentuan nilai  $d/L_o$  yang nantinya akan diinterpolasikan dengan nilai  $d/L$  untuk mengetahui nilai  $L$  (panjang gelombang) menggunakan tabel nilai penting gelombang (Gambar 15).

Selanjutnya dilakukan penentuan tipe gelombang berdasarkan kedalaman relatif. Menurut Triatmodjo (1999), Tipe gelombang berdasarkan kedalaman relatif

dibagi menjadi 3 kategori yakni :

1. Gelombang laut dangkal apabila  $d/L \leq 1/20$
2. Gelombang laut transisi apabila  $1/20 < d/L < 1/2$
3. Gelombang laut dalam apabila  $d/L \geq 1/2$

Kemudian dilakukan hasil dari penentuan nilai  $d/L$  akan diinterpolasikan dengan nilai  $H/H'o$  dengan menggunakan tabel nilai penting gelombang (Gambar 15). Setelah nilai  $H_o'$  telah diketahui selanjutnya dilakukan perhitungan nilai  $H_b$ , dimana  $H_b$  merupakan tinggi gelombang pecah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$H_b = \frac{H'o}{3,3 \left( \frac{H'o}{L_o} \right)} \quad (23)$$



Dimana,

$H_b$  = tinggi gelombang pecah (m)

$H'_o$  = tinggi gelombang ekuivalen (m)

$L_o$  = panjang gelombang (m)

Nilai  $H_b$  akan digunakan untuk mencari nilai  $db$ , dimana  $db$  merupakan kedalaman gelombang pecah. Perhitungan kedalaman gelombang pecah menggunakan rumus berikut.

$$\frac{db}{H_b} = 1,28 \quad (24)$$

Dimana,

$db$  = kedalaman gelombang pecah (m)

$H_b$  = tinggi gelombang pecah (m)

Langkah terakhir adalah mencari nilai  $N_i$  (*surf similarity* atau bilangan *irribaren*). Perhitungan nilai  $N_i$  digunakan untuk mengetahui tipe gelombang pecah. Perhitungan ini dapat dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$N_i = \frac{\tan\beta}{\sqrt{\frac{H}{L_o}}} \quad (25)$$

Dimana,

$N_i$  = Bilangan *irribaren*

$\beta$  = Sudut kemiringan pantai ( $^\circ$ )

$H$  = Tinggi gelombang (m)

$L_o$  = Panjang gelombang (m)

Hasil dari perhitungan diatas selanjutnya akan dilakukan klasifikasi penentuan tipe gelombang pecah. Menurut Leatherman dan Leatherman (2017), klasifikasi tipe gelombang pecah dibagi menjadi 4. Klasifikasi penentuan tipe gelombang pecah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi tipe gelombang pecah.

Tipe Gelombang Pecah	Klasifikasi
Spilling	$Ni < 0,4$
Plunging	$0,4 < Ni < 2,3$
Collapsing	$2,3 < Ni < 3,2$
Surgung	$Ni > 3,2$

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\frac{\sinh}{4\pi d/L}$	$\frac{\cosh}{4\pi d/L}$	$n$
0.4800	0.48224	3.0300	0.9953	10.325	10.373	0.988	0.0964	6.0601	214.20	214.2	0.5141
0.4810	0.48322	3.0362	0.9954	10.389	10.437	0.989	0.0958	6.0723	216.84	216.8	0.5140
0.4820	0.48420	3.0423	0.9955	10.453	10.501	0.989	0.0952	6.0846	219.52	219.5	0.5139
0.4830	0.48518	3.0484	0.9955	10.518	10.565	0.989	0.0947	6.0969	222.24	222.2	0.5137
0.4840	0.48615	3.0546	0.9956	10.583	10.630	0.989	0.0941	6.1092	224.98	225.0	0.5136
0.4850	0.48713	3.0607	0.9956	10.648	10.695	0.989	0.0935	6.1215	227.77	227.8	0.5134
0.4860	0.48811	3.0669	0.9957	10.714	10.761	0.989	0.0929	6.1338	230.58	230.6	0.5133
0.4870	0.48909	3.0730	0.9957	10.781	10.827	0.989	0.0924	6.1461	233.44	233.4	0.5132
0.4880	0.49007	3.0792	0.9958	10.847	10.893	0.989	0.0918	6.1584	236.33	236.3	0.5130
0.4890	0.49105	3.0853	0.9958	10.915	10.960	0.989	0.0912	6.1707	239.25	239.3	0.5129

Sumber : Triatmodjo, 1999  
Gambar 15. Tabel nilai penting gelombang

### 3.5.5 Identifikasi Rip current

Identifikasi lokasi kemunculan *rip current* dilakukan dengan dua cara, pertama melakukan analisis pada penggabungan antara lokasi gelombang pecah dan kontur kedalaman serta morfologi kedalaman perairan pesisir Selatan Kabupaten Bantul. Adanya perbedaan lokasi gelombang pecah dan juga adanya fitur seperti *beach cusp* dan *sand bar* juga dapat digunakan untuk menentukan lokasi dari *rip current*. Selain itu penggunaan aplikasi modeling seperti *MIKE Zero* juga dapat digunakan untuk mengetahui arah pergerakan arus dekat pantai sehingga dapat dilakukan identifikasi lokasi pendugaan terjadinya *rip current*.



Langkah kedua yakni identifikasi secara visual. Menurut Leatherman dan Leatherman, (2017), indikasi kemunculan *rip current* dapat diamati secara visual dengan mata langsung yaitu:

1. Perbedaan kenampakan riak-riak di permukaan laut yang memanjang bergerak ke laut
2. Adanya jalur buih yang memanjang ke arah laut
3. Jalur air dengan kekeruhan tinggi yang bergerak ke arah laut
4. Adanya celah pada jalur gelombang pecah di sepanjang pantai
5. Terdapat gerakan dari benda-benda yang mengapung di perairan dan bergerak ke arah lepas pantai
6. Terdapat pergerakan sedimen yang mengarah ke lepas pantai.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Pesisir Kabupaten Bantul

Kabupaten Bantul memiliki rentang garis pantai dengan panjang  $\pm 15$  km.

Kabupaten Bantul memiliki beberapa pantai yang terkenal seperti pantai

Parangtritis, Parangkusumo, Goa Cemara, Cemara Sewu dan Pantai Depok.

Kondisi umum pantai – pantai pada daerah ini memiliki garis pantai yang lurus

dengan pantai yang berpasir, seperti yang diungkapkan Pangururan *et al.* (2015),

Kondisi umum pantai di sepanjang pesisir Kabupaten Bantul didominasi oleh

pantai dengan garis pantai yang lurus dan tipe pantai berpasir. Pantai di

Kabupaten Bantul didominasi oleh kondisi dasar perairan yang landai dengan

topografi dasar punggung dan berlembah.

### 4.2 Karakteristik Gelombang

Data gelombang yang merupakan hasil dari pengolahan data angin yang

diperoleh dari stasiun BMKG Maritim Cilacap, Jawa Tengah dengan rentang waktu

data dari bulan Desember 2009 hingga bulan Desember 2020 dan diperoleh data

prediksi gelombang tahun 2021. Hasil pengolahan data tersebut didapatkan nilai

tinggi ( $H_o$ ) dan periode gelombang ( $T_s$ ) yang dibagi dalam tiap bulan dan juga tiap

musim. Data tiap bulan diperoleh gelombang dengan nilai tertinggi yakni pada

bulan Agustus dengan nilai 2,56 m dengan periode gelombang 5,32 detik

sedangkan, untuk nilai terendah terjadi pada bulan Maret dengan tinggi gelombang

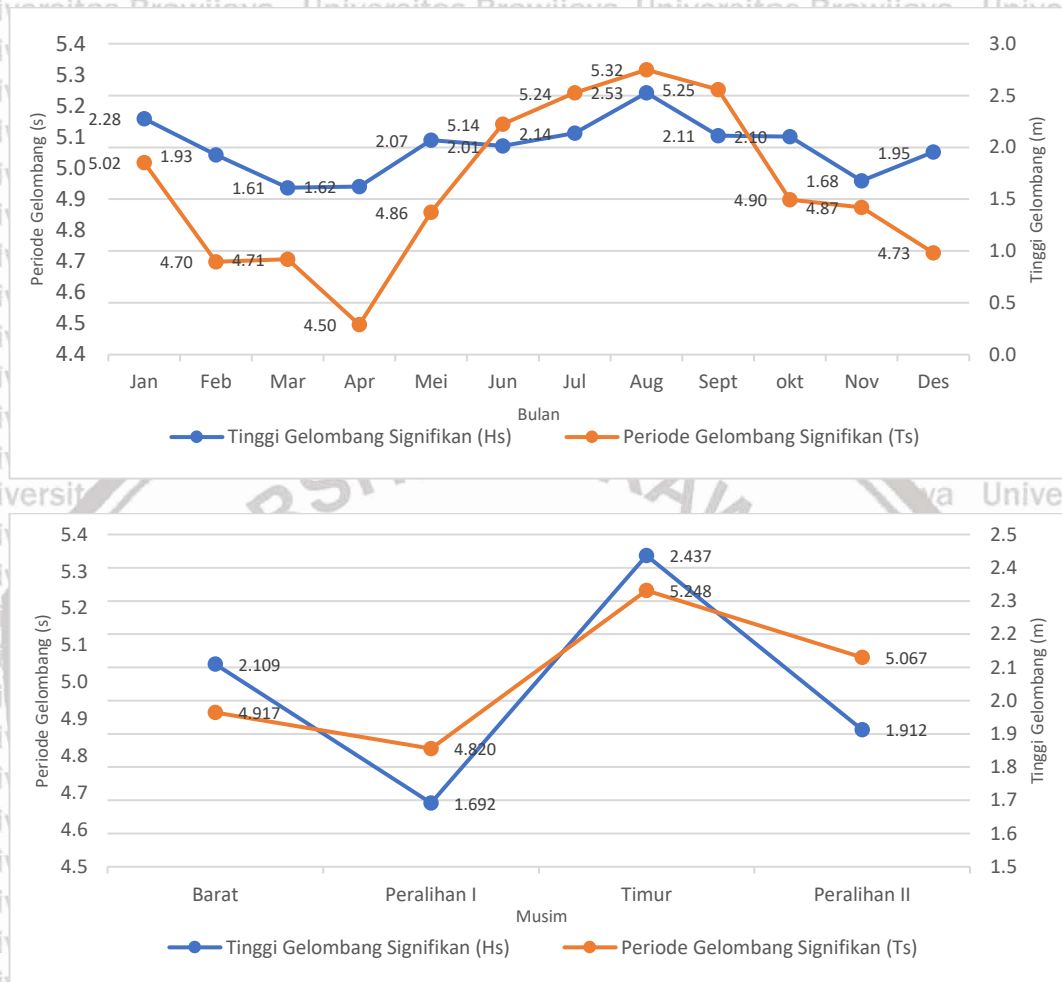
1,61 m dan periode gelombang 4,71 detik. Hasil data gelombang musiman

didapatkan nilai tinggi dan periode gelombang tertinggi terjadi pada musim timur

dengan nilai tinggi gelombang 2,44 m dengan periode gelombang 5,25 detik

sedangkan, untuk nilai terendah terjadi pada musim peralihan I dengan nilai tinggi

gelombang sebesar 1,69 m dan periode gelombang 4,83 detik. Karakteristik gelombang lainnya yang diperoleh dari hasil pengolahan data adalah data arah datang gelombang per musim yang dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 16. Karakteristik gelombang pesisir selatan Kabupaten Bantul

Tabel 5. Arah datang gelombang

Musim	Barat	Peralihan I	Timur	Peralihan II
Sudut datang gelombang (°)	217.3	169.8	121.3	132.1

### 4.3 Karakteristik Gelombang Pecah

Data gelombang pecah didapatkan dari hasil perhitungan data gelombang dan data kemiringan pantai. Tipe gelombang pecah ditentukan dengan



menggunakan nilai Ni (bilangan *irribaren* atau *surf similarity*). Hasil dari perhitungan gelombang pecah didapatkan nilai Ni perairan pesisir selatan Kabupaten Bantul berada pada kisaran 1,13 – 1,59. Menurut Leatherman dan Leatherman (2017), Tipe gelombang pecah *Plunging* memiliki nilai Ni dalam kisaran 0,4 – 2,3 dan menurut Setyawan *et al.* (2017), tipe gelombang pecah *plunging* merupakan tipe gelombang yang berpotensi terjadinya kemunculan *rip current*. Karakteristik gelombang pecah lainnya adalah kedalaman (db) dan tinggi gelombang pecah (Hb). Dari hasil pengolahan data gelombang diperoleh nilai tinggi gelombang pecah berkisar antara 1,83 – 2,66 m dan kedalaman gelombang pecah berkisar antara 1,98 – 3,25 m. Hasil pengolahan gelombang pecah ditampilkan secara rinci pada Tabel 6.

Tabel 6. Tipe gelombang pecah

Bulan	Ho (m)	T (detik)	$\alpha$ (°)	Lo (m)	Hb (m)	db (m)	Ni	Tipe Gelombang Pecah
Januari	2.275	5.018	228.2	39.29	2.66	3.25	1.15	<i>Plunging</i>
Februari	1.926	4.699	218.9	34.45	2.35	2.77	1.25	<i>Plunging</i>
Maret	1.611	4.707	205.0	34.56	1.83	1.98	1.33	<i>Plunging</i>
April	1.623	4.496	175.0	31.54	2.06	2.37	1.25	<i>Plunging</i>
Mei	2.069	4.858	138.7	36.82	2.52	3.07	1.25	<i>Plunging</i>
Juni	2.013	5.142	129.7	41.25	2.23	2.56	1.38	<i>Plunging</i>
Juli	2.138	5.242	119.2	42.87	2.10	2.41	1.45	<i>Plunging</i>
Agustus	2.526	5.316	117.1	44.10	2.50	3.05	1.38	<i>Plunging</i>
September	2.114	5.253	118.8	43.05	2.06	2.37	1.46	<i>Plunging</i>
Oktober	2.105	4.898	128.2	37.43	2.34	2.85	1.31	<i>Plunging</i>
November	1.678	4.874	153.9	37.06	1.93	2.09	1.34	<i>Plunging</i>
Desember	1.954	4.728	210.7	34.87	2.49	2.93	1.22	<i>Plunging</i>

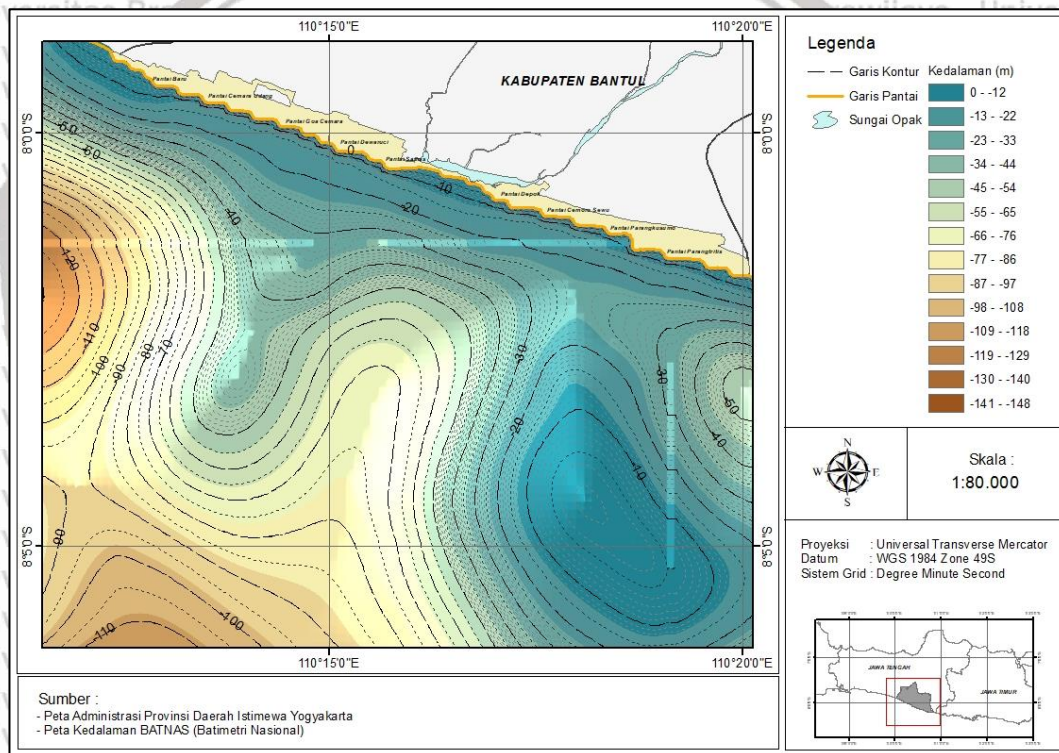
#### 4.4 Karakteristik Dasar Perairan

Data kondisi dasar perairan pesisir selatan Kabupaten Bantul didapatkan dari data BATNAS (Batimetri Nasional) milik BIG (Badan Informasi Geospasial).





Hasil pengolahan menunjukkan kontur dasar perairan yang rapat pada kedalaman 10 – 15 meter pertama dari arah pantai yang mana dapat disimpulkan bahwa pada daerah tersebut tingkat kemiringannya cukup terjal kemudian pada 15 meter keatas kontur kedalamannya semakin renggang yang dapat diartikan bahwa dasar perairan pada daerah ini mengalami penurunan tingkat kemiringan. Terdapat beberapa lokasi yang memiliki perbukitan dan lembah yang cukup terjal. Perairan selatan Kabupaten Bantul memiliki rentang kedalaman 0 – 148 meter dengan titik terdalam berada pada bagian barat daya. Peta batimetri perairan pesisir selatan Kabupaten Bantul dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Peta batimetri pesisir selatan Kabupaten Bantul

Ditemukan pula fitur *beach cusp* di hampir semua pantai pada daerah Kabupaten Bantul. *Beach cusp* merupakan bentuk kontur pantai yang membentuk pola bergelombang seperti bulan sabit. Kontur ini merupakan salah satu faktor pembangkit fenomena *rip current*. *Beach cusp* terjadi akibat dasar perairan yang bergelombang yang mengakibatkan adanya perbedaan gelombang pecah

disepanjang garis suatu pantai, selain itu adanya perbedaan rupa kontur ini menyebabkan terjadinya pembelokkan kearah dalam bulan sabit. Gelombang pecah yang mengalami pendangkalan lebih cepat akan memiliki penurunan energi gelombang dan arus akan bergerak kedaerah dengan energi gelombang paling rendah seperti yang dapat dilihat Gambar 18.



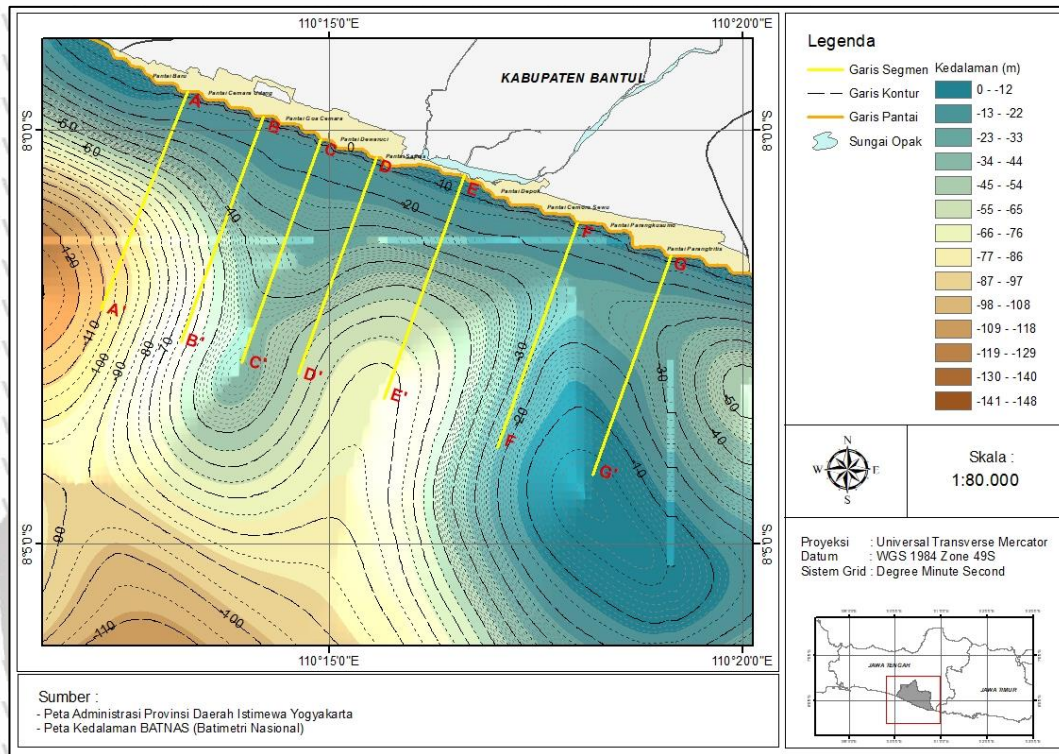
Sumber : Google Earth, 2020

Gambar 18. *Beach cusp* pada daerah Kabupaten Bantul

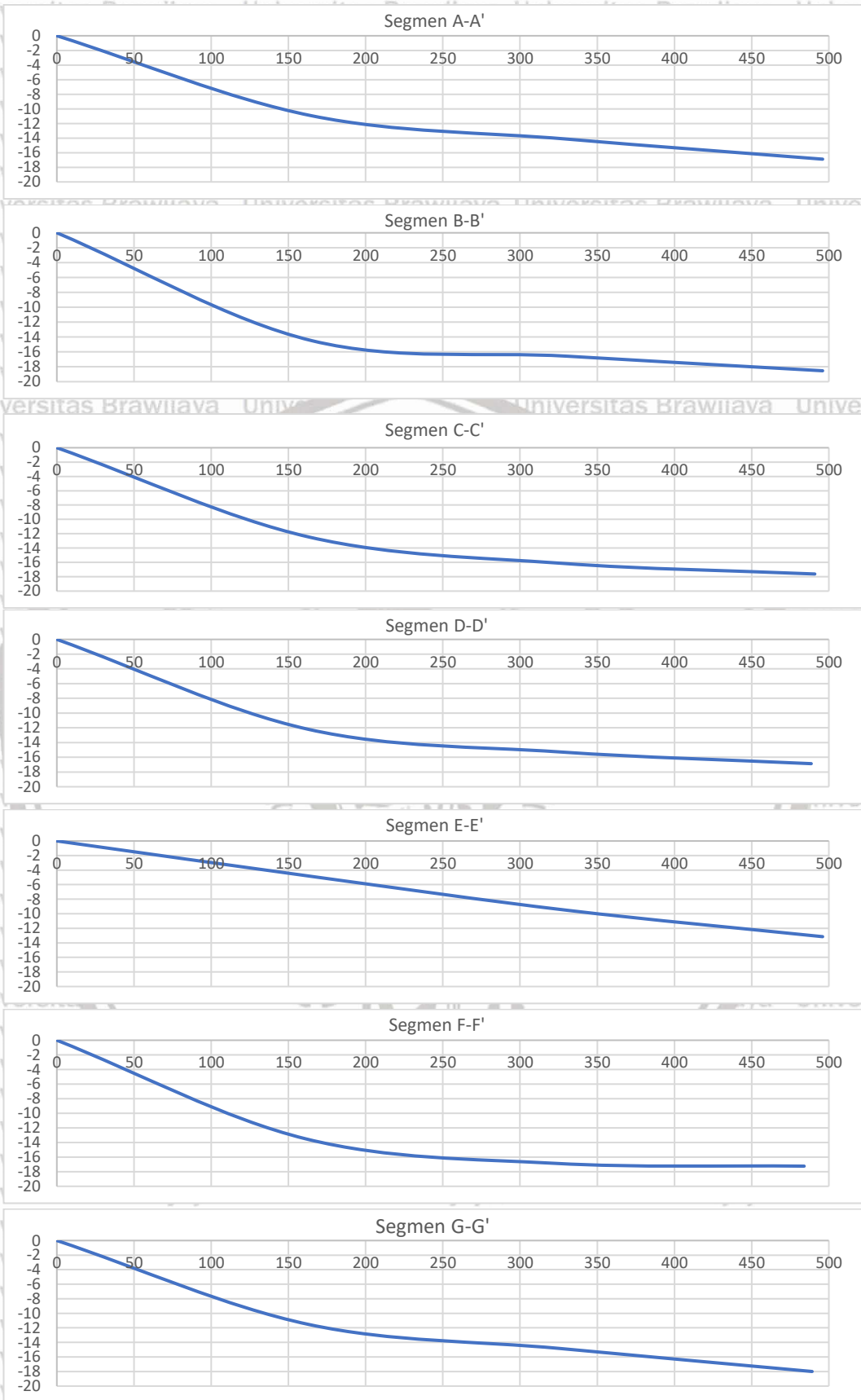
#### 4.5 Kemiringan Pantai

Kemiringan pantai didapatkan dengan melakukan metode *cross section* yang bertujuan untuk mendapatkan profil melintang pada segmen kedalaman tertentu. Garis *cross section* ditentukan dengan melihat homogenitas dari bentuk kontur kedalaman perairan. Profil melintang didapatkan dengan menarik garis *cross section* sepanjang  $\pm 500\text{m}$  dari garis pantai tegak lurus ke arah laut. Dari grafik profil penampang melintang dilakukan perhitungan untuk mencari nilai kemiringan pantai. Penarikan garis *cross section* dilakukan sebanyak 7 kali pada daerah yang telah ditentukan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 19.

Dari hasil pembuatan profil melintang ini didapatkan nilai tingkat kemiringan tertinggi terletak pada segmen B-B' sedangkan, untuk segmen dengan tingkat kemiringan paling kecil yakni pada segmen E-E'. Grafik dari kemiringan tiap segmen disajikan pada gambar 20.



Gambar 19. Peta pengambilan garis *cross section*



Gambar 20. Hasil potongan melintang

Dari hasil perhitungan tingkat kemiringan pantai didapatkan bahwa dari ke 7 segmen, 6 diantaranya masuk kedalam klasifikasi landai dan 1 segmen masuk kedalam klasifikasi datar. Segmen dengan klasifikasi landai yakni, segmen A-A', B-B', C-C', D-D', F-F' dan G-G'. Tingkat kemiringan pantai tertinggi terdapat pada segmen B-B' dengan persentase kemiringan sebesar 3,6% dan menurut Zuidam (1986), persentase kemiringan termasuk kedalam klasifikasi agak miring atau landai sedangkan, persentase kemiringan terendah terdapat pada segmen E-E' dengan persentase kemiringan 2,0% yang termasuk kedalam klasifikasi datar hingga hampir datar. Tingkat kemiringan pantai dapat dilihat lebih detail pada

Tabel 7.

Tabel 7. Kemiringan Pantai

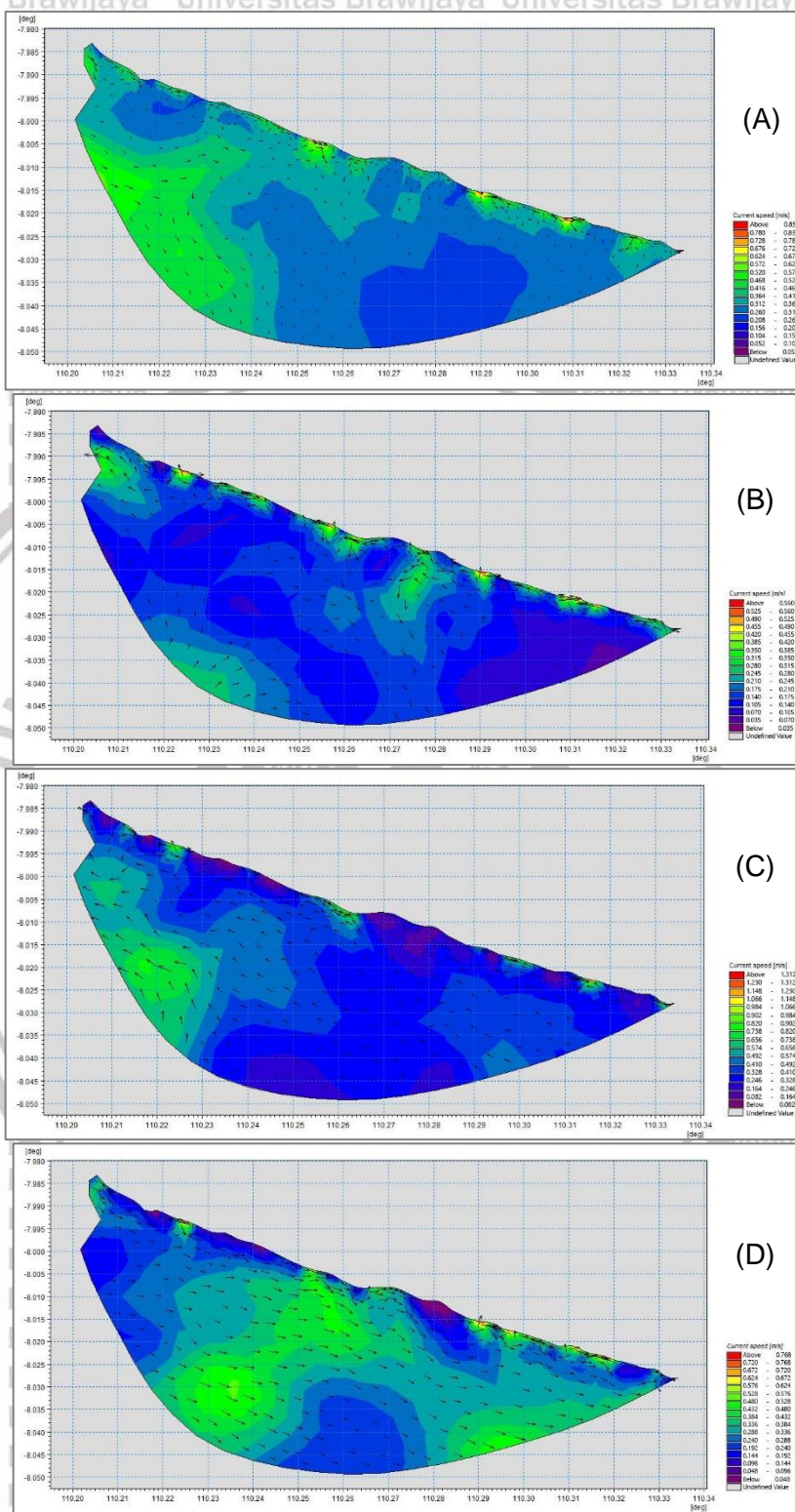
Segmen	n	n-1	Lc (m)	Hs (m)	Sudut Lereng (%)	Klasifikasi (Van Zuidam)
A-A'	17	16	1	500	3.2	Agak miring atau landai
B-B'	19	18	1	500	3.6	Agak miring atau landai
C-C'	17	16	1	500	3.2	Agak miring atau landai
D-D'	17	16	1	500	3.2	Agak miring atau landai
E-E'	11	10	1	500	2	Datar hingga hampir datar
F-F'	18	17	1	500	3.4	Agak miring atau landai
G-G'	18	17	1	500	3.4	Agak miring atau landai

#### 4.6 Pemodelan Rip current

Pemodelan *rip current* dilakukan menggunakan aplikasi MIKE Zero dengan menggunakan modul *hydrographic* dan *spectral wave* dimana modul *hydrographic* digunakan untuk mendapatkan pola pergerakan dan kecepatan arus dekat pantai seperti yang terdapat pada Gambar 21. Modul *spectral wave* digunakan untuk mendapatkan karakteristik dan pergerakan gelombang. Hasil dari pemodelan *rip*



current ini menghasilkan 4 model yaitu model Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II.



Gambar 21. Peta pemodelan *rip current*, (A) Musim Barat, (B) Musim Peralihan I, (C) Musim Timur, (D) Musim Peralihan II

Pada Musim Barat didapatkan nilai kecepatan arus berkisar antara 0,052 – 0,832 m/s. Pada Musim Barat terdapat indikasi terjadinya *rip current* di beberapa lokasi yang ditandai dengan arah arus yang berbalik ke arah laut dari pantai dengan kecepatan *rip current* berkisar dari 0,3 – 0,6 m/s. Pada Musim Peralihan I didapatkan nilai kecepatan arus berkisar antara 0,035 – 0,56 m/s. Pada Musim Peralihan I ditemukan indikasi terjadinya *rip current* pada lokasi yang tidak jauh berbeda dengan Musim Barat dengan kecepatan antara 0,08 – 0,35 m/s. Pada Musim Timur didapatkan nilai kecepatan arus berkisar antara 0,082 – 1,312 m/s. Terdapat indikasi adanya *rip current* pada Musim Timur dengan lokasi kemunculan yang tidak jauh berbeda pula dari Musim Barat dan Musim Peralihan I. Dari hasil pemodelan Musim Timur merupakan musim dengan kecepatan *rip current* tertinggi yakni antara 0,35 – 0,7 m/s. Pada Musim Peralihan II didapatkan nilai kecepatan arus berkisar antara 0,048 – 0,768 m/s. Pada Musim Peralihan II terdapat indikasi terjadinya *rip current* dengan lokasi yang tidak jauh berbeda dari musim-musim sebelumnya. Kecepatan *rip current* pada Musim Peralihan II adalah antara 0,18 – 0,42 m/s.

#### 4.7 Perbandingan Titik Lokasi Analisa Visual dengan Hasil Modeling

Dalam penentuan titik lokasi potensi kemunculan *rip current* dilakukan dengan validasi hasil model *software MIKE Zero* dengan hasil analisis visual citra *Digital globe* dari *Google Earth*. Perbandingan ini dilakukan dengan membandingkan titik lokasi yang ditemukan pada hasil modeling dengan titik lokasi yang didapatkan pada citra *Digital globe* pada tanggal yang sama yakni pada tanggal 2 Januari 2021. Didapatkan 15 titik lokasi indikasi kemunculan *rip current* pada citra *Digital globe* dan 16 titik potensi kemunculan *rip current* pada hasil modeling yang dimana, 12 diantaranya memiliki titik lokasi yang hampir sama (Tabel 8, nomor dicetak tebal). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi dari

hasil pemodelan ini dapat digunakan untuk mengetahui titik potensi dari kemunculan *rip current* pada perairan pesisiri Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tabel 8. Perbandingan titik lokasi *rip current*

Model (MIKE Zero)		Analisa visual (Citra Digital globe)			
No.	Long	Lat	No.	Long	Lat
			1	110.341532°	-8.031551°
1	110.321°	-8.025°	2	110.320205°	-8.024096°
2	110.315°	-8.023°	3	110.316657°	-8.022788°
			4	110.312587°	-8.021368°
3	110.308°	-8.021°	5	110.309793°	-8.020509°
4	110.298°	-8.017°	6	110.299413°	-8.017743°
5	110.293°	-8.016°			
6	110.269°	-8.010°			
7	110.266°	-8.008°	7	110.266878°	-8.007476°
8	110.262°	-8.007°			
9	110.259°	-8.005°	8	110.258844°	-8.003898°
10	110.255°	-8.004°	9	110.256313°	-8.002944°
			10	110.254241°	-8.002221°
11	110.245°	-8.001°	11	110.245384°	-7.998641°
12	110.243°	-8.000°	12	110.243024°	-7.997936°
13	110.240°	-7.999°			
14	110.231°	-7.995°	13	110.230878°	-7.993477°
15	110.228°	-7.993°	14	110.228944°	-7.992832°
16	110.219°	-7.990°	15	110.220313°	-7.989786°

#### 4.8 Analisis Kemunculan *Rip current*

Penentuan titik lokasi potensi *rip current* pada pengamatan visual melalui citra satelit dilakukan dengan melihat adanya celah diantara gelombang pecah.

Pada umumnya *rip current* sendiri memiliki celah dimana pada celah tersebut tidak terjadi gelombang pecah. Hal ini bisa dilihat pada gambar 23 bahwa setiap titik





lokasi yang terindikasi adanya potensi kemunculan *rip current* memiliki celah diantara gelombang pecah. Hal ini sama seperti yang dijelaskan oleh Leatherman dan Leatherman (2017) bahwa, adanya celah tanpa buih yang berada diantara gelombang pecah di daerah *wave breaking* merupakan salah satu ciri dari *rip current*.

Kemunculan *rip current* pada suatu perairan disebabkan oleh beberapa faktor seperti gelombang pecah, morfologi pantai dan kontur dasar perairan.

Ditinjau dari hasil pengolahan gelombang didapatkan arah datang dari gelombang berbeda pada setiap musimnya. Arah datang gelombang pada perairan ini berkisar pada sudut  $217.3^\circ$  hingga  $121^\circ$ . Arah datang gelombang yang tegak lurus dengan garis pantai mengakibatkan terbentuknya fenomena *rip current* semakin kecil sudut antara arah datang gelombang dengan garis pantai maka semakin kecil pula kemungkinan terbentuknya fenomena *rip current*, hal ini didukung oleh pernyataan dari Triatmodjo, (1999) dimana, apabila arah datang gelombang tegak lurus atau  $\leq 5^\circ$  tegak lurus dengan garis pantai maka akan terjadi arus sirkulasi sel dengan *rip current* yang menuju ke arah laut. Pada hasil pemodelan *rip current* ditemukan jumlah titik potensi lokasi *rip current* tertinggi terjadi pada musim Barat yakni sebanyak 15 titik potensi dengan arah datang gelombang  $217.3^\circ$  dari arah tenggara, sedangkan jumlah titik potensi terendah terjadi pada musim Timur dengan arah datang gelombang  $121.3^\circ$  9 dimana didapatkan 9 titik potensi *rip current*.

Faktor yang mempengaruhi pembentukan *rip current* selanjutnya yakni gelombang pecah dan kontur dasar perairan. Gelombang pada perairan Kabupaten Bantul pecah pada kedalaman 1,98 – 3,25 m dan apabila ditinjau dari peta kontur kedalaman sebelumnya, pada kedalaman 1,98 – 3,25 m memiliki kontur yang bergelombang disepanjang pantainya. Perbedaan letak dari lokasi gelombang pecah dan kontur yang bergelombang ini mengakibatkan terjadinya

pembelokan pada arus yang bergerak ke arah pantai. Pembelokan arus cenderung mengarah ke daerah yang memiliki energi atau kecepatan arus yang lebih rendah. Pembelokan arah arus ini dapat ditinjau secara visual dengan mengamati adanya *beach cusp* pada daerah pantai. Pada Gambar 22 merupakan salah satu contoh kemunculan *rip current* (Panah Merah) pada daerah *beach cusp* (Garis Kuning) pada pantai Dewaruci, Kabupaten Bantul. Berdasarkan hasil analisis ditemukan *beach cusp* pada hampir semua pantai pada daerah Kabupaten Bantul. Keberadaan *beach cusp* dapat dijadikan sebagai acuan indikasi pembentukan *rip current*, hal ini juga didukung oleh Khoirunnisa *et al.* (2013) dimana, variasi energi gelombang yang menuju pantai dapat membentuk morfologi *beach cusp* dan kehadiran morfologi *beach cusps* sangat erat kaitannya dengan pembentukan *rip current*.



Sumber : Google Earth, 2020

Gambar 22. *Beach cusp* dan *Rip current*

Perbedaan musim tidak hanya mempengaruhi arah datang gelombang tetapi juga tinggi dan periode dari gelombang. Pada pengolahan data gelombang didapatkan gelombang tertinggi terjadi pada musim timur dengan tinggi 2,44 m sedangkan gelombang terendah terjadi pada musim peralihan 1 dengan tinggi

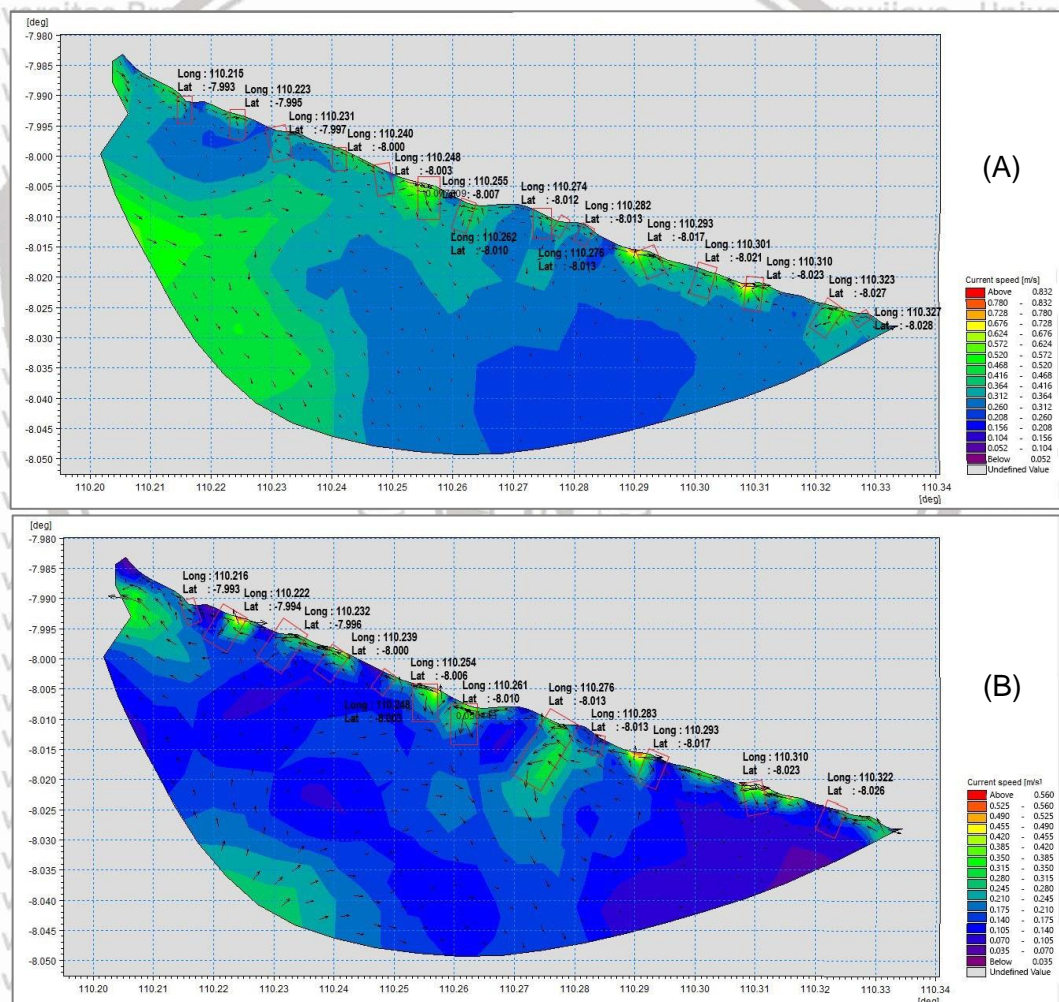
1,69 m. Tinggi gelombang berpengaruh terhadap kecepatan dari *rip current*. Berdasarkan hasil dari pemodelan *rip current* didapatkan musim dengan kecepatan *rip current* tertinggi yakni pada musim Timur dengan kecepatan *rip current* berkisar antara 0,35 – 0,7 m/s sedangkan musim dengan kecepatan *rip current* terendah adalah musim Peralihan I dengan kecepatan *rip current* berkisar antara 0,08 – 0,35 m/s. Berdasarkan hasil penelitian diatas didapatkan bahwa semakin tinggi gelombang maka semakin kencang *rip current* yang terbentuk pada daerah tersebut hal ini didukung juga oleh pernyataan Khoirunnisa *et al.* (2013) dimana semakin tinggi gelombang maka jangkauan *swash* akan semakin jauh, dan *backwash* pun akan jauh pula, hal ini menyebabkan ukuran panjang *rip current* menjadi lebih besar pula.

#### 4.9 Lokasi Potensi Kemunculan *Rip current*

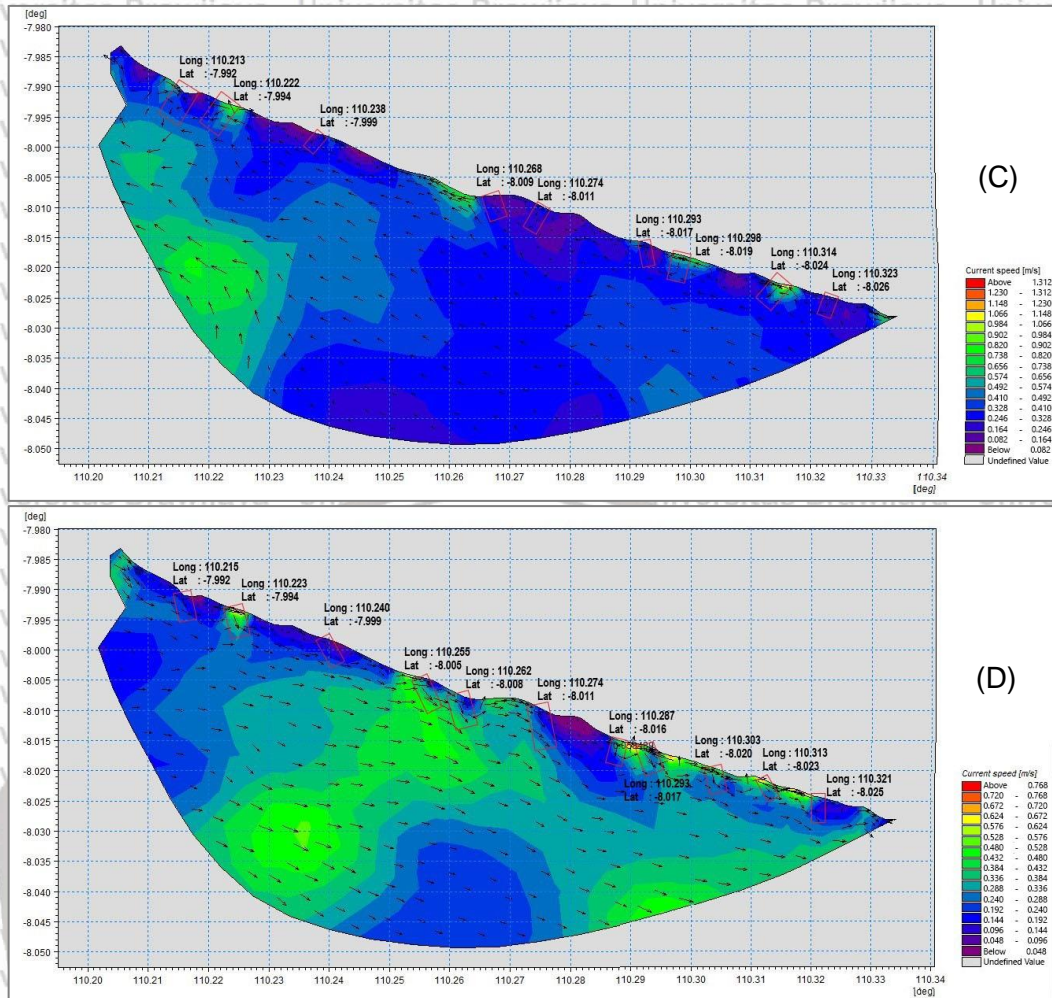
Penentuan lokasi kemunculan *rip current* menggunakan hasil dari pemodelan *rip current* dibagi menjadi 4 musim yakni Musim Barat, Musim Peralihan I, Musim Timur dan Musim Peralihan II. Pembagian menjadi 4 musim ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perubahan lokasi dan jumlah tiap kemunculan *rip current* pada tiap musimnya. Hasil dari penentuan lokasi menggunakan hasil pemodelan dapat dilihat pada Gambar 23 dan 24. Penentuan titik potensi kemunculan *rip current* pada pemodelan ini ditentukan dengan mengidentifikasi adanya arus didekat pantai yang mengarah ke laut.

Berdasarkan hasil dari pemodelan *rip current* didapatkan 47 titik lokasi potensi kemunculan fenomena *rip current* yang terjadi dalam 4 musim. 47 titik lokasi potensi ini terbagi menjadi 15 titik pada Musim Barat, 12 titik pada Musim Peralihan I, 9 titik pada Musim Timur dan 11 titik pada Musim Peralihan II. Titik lokasi ini merupakan titik yang dominan terjadi pada setiap musimnya. Secara umum terjadi perubahan jumlah, panjang dan kecepatan dari *rip current* pada tiap

musimnya akan tetapi apabila ditinjau dari koordinat atau lokasi kemunculannya hampir sama pada tiap musimnya. Musim Barat memiliki jumlah titik potensi kemunculan *rip current* lebih banyak dibandingkan 3 musim lainnya, hal ini dikarenakan arah datang dari gelombang pada musim ini tegak lurus dengan garis pantai dengan dimana keadaan ini juga didukung oleh pernyataan milik Triatmodjo (1999) yang menyatakan, arah datang gelombang yang hampir tegak lurus dengan pantai dan variasi energi gelombang yang menuju pantai dapat membentuk morfologi *beach cusp*, maka hal tersebut dapat membentuk *rip current*.



Gambar 23. Titik lokasi pendugaan *rip current* hasil pemodelan pada Musim Barat (A) dan Musim Peralihan I (B)



Gambar 24. Titik lokasi pendugaan *rip current* hasil pemodelan pada Musim Timur (C) dan Musim Peralihan II (D)

Potensi kemunculan *rip current* yang terjadi pada daerah pesisir Kabupaten Bantul memiliki titik lokasi yang cenderung tetap dengan frekuensi yang berubah-ubah setiap musimnya. Kesamaan titik lokasi yang hampir sama antara pada tiap musimnya diduga disebabkan oleh bentuk dari dasar perairan maupun morfologi pantai itu sendiri. Kontur dasar perairan yang cenderung bergelombang dan ditemukannya banyak *beach cusp* disepanjang pantai menyebabkan arah arus dekat pantai yang hampir sama tiap musimnya.

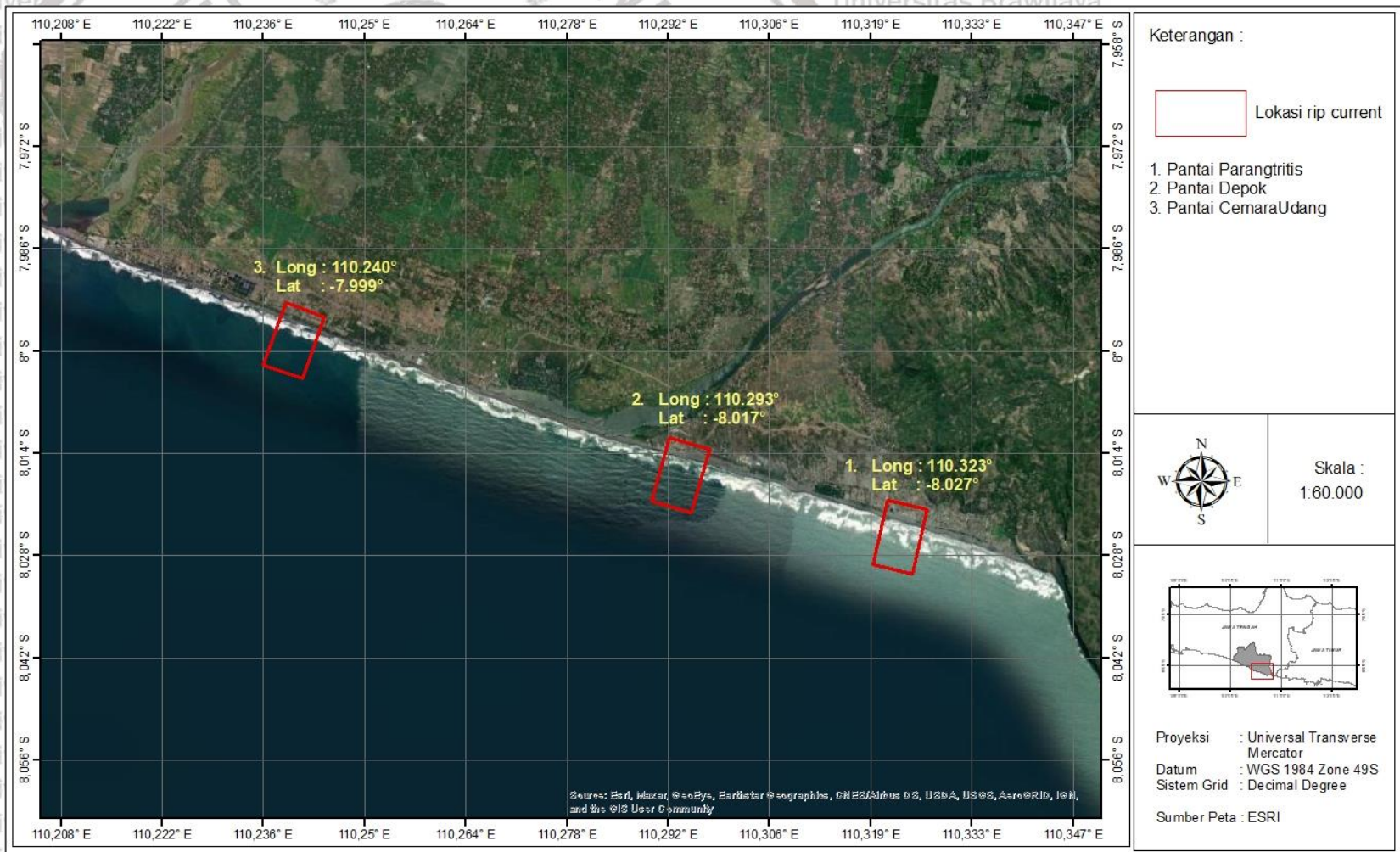
Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan data hasil pemodelan dapat diketahui juga bahwa frekuensi kemunculan *rip current* dapat berubah-ubah berdasarkan musimnya, hal ini terjadi akibat dari adanya perbedaan tinggi, periode

dan arah datang gelombang selain itu faktor lain seperti perbedaan tinggi dan kedalaman gelombang pecah yang berbeda baik setiap musim maupun setiap bulannya. Dari 47 titik lokasi tersebut terdapat beberapa titik yang mengalami pengulangan tiap musimnya. Dari hasil yang didapat terdapat 3 titik yang mengalami pengulangan pada setiap musimnya, dimana hal ini dapat dijadikan dasar untuk penentuan zona larangan berenang bagi pengunjung pantai. Zona bahaya ini dapat dilihat pada Gambar 25. Tabel pengulangan titik lokasi potensi kemunculan *rip current* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Tabel pengulangan titik potensi *rip current*

Musim								Total
Barat		Peralihan 1		Timur		Peralihan 2		
110.327°	-8.028°							1
110.323°	-8.027°	110.322°	-8.026°	110.323°	-8.027°	110.321°	-8.025°	4
110.314°	-8.024°			110.314°	-8.024°	110.313°	-8.023°	3
110.310°	-8.023°	110.310°	-8.023°					2
110.301°	-8.020°			110.298°	-8.019°	110.303°	-8.020°	3
110.293°	-8.017°	110.293°	-8.017°	110.293°	-8.017°	110.293°	-8.017°	4
						110.287°	-8.016°	1
		110.283°	-8.013°					1
110.276°	-8.013°	110.276°	-8.012°					2
110.274°	-8.012°			110.274°	-8.012°	110.274°	-8.011°	3
				110.268°	-8.009°			1
110.262°	-8.008°	110.261°	-8.010°			110.262°	-8.008°	3
110.255°	-8.005°	110.254°	-8.006°			110.255°	-8.005°	3
110.248°	-8.003°	110.248°	-8.003°					2
110.240°	-7.999°	110.239°	-8.000°	110.240°	-7.999°	110.240°	-7.999°	4
110.231°	-7.997°	110.232°	-7.996°					2
		110.222°	-7.994°	110.222°	-7.994°			2
110.223°	-7.995°			110.213°	-7.992°			2
110.215°	-7.993°	110.216°	-7.993°			110.215°	-7.993°	3
15		12		9		11		47





Gambar 25. Peta zona bahaya *rip current*

Berdasarkan peta diatas terdapat 3 pantai yang termasuk kedalam zona bahaya yakni Pantai Parangtritis, Pantai Depok dan Pantai Cemoro Udang, ketiga zona tersebut sangat berbahaya bagi wisatawan. *Rip current* pada ketiga zona ini terjadi pada setiap musim, oleh sebab itu perlu dilakukannya penetapan zona larangan berenang terlebih lagi, pada musim dengan gelombang tinggi seperti Musim Timur. *Rip current* pada musim ini memiliki kecepatan tertinggi dibandingkan dengan musim-musim lainnya. Kecepatan *rip current* diatas 0,4 m/s sangat berbahaya bagi wisatawan, seperti yang diungkapkan oleh McCarroll *et al.* (2015), dalam penelitiannya disebutkan bahwa kecepatan berenang orang dewasa berkisar antara 0,2 – 0,4 m/s apabila kecepatan *rip current* lebih dari 0,4 m/s maka persentase untuk keluar dari *rip current* akan semakin kecil. Musim Timur merupakan musim dengan kisaran kecepatan *rip current* tertinggi yakni 0,35 – 0,7 m/s menjadikan Musim Timur berbahaya untuk berwisata terutama daerah perairannya.



## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari Hasil dan Pembahasan di atas dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan hasil dari pengolahan data gelombang pecah didapatkan tinggi dari gelombang pecah di perairan pesisir Kabupaten Bantul berada pada kisaran 1,83 – 2,66 m dengan kedalaman berkisar antara 1,98 – 3,25 m. Tipe gelombang pecah pada perairan pesisir Kabupaten Bantul masuk dalam tipe gelombang pecah *plunging*.
2. Berdasarkan hasil pemodelan selama 4 musim diperoleh 47 titik dugaan kemunculan *rip current* serta terdapat 3 zona berbahaya *rip current* yakni pada Pantai Parangtritis, Depok dan Cemara Udang.
3. Berdasarkan hasil analisa hasil penelitian didapatkan bahwa morfologi Pantai yang memiliki *beach cusp* dan perbedaan letak gelombang pecah disepanjang pantai karena perbedaan kontur dasar perairan Kabupaten Bantul berperan sebagai penentu letak dari kemunculan *rip current* itu sendiri sedangkan untuk perbedaan musim mempengaruhi arah datang dan tinggi gelombang yang menjadi penentu frekuensi dan kecepatan dari *rip current* di pesisir Selatan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

## 5.2 Saran

Diperlukan data sekunder yang lebih baik atau melakukan pengukuran lapang secara langsung. Pengukuran parameter oseanografi secara langsung guna mendapatkan data seperti gelombang dan arus untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya, selain itu perlu dilakukannya pengambilan data kedalaman lapang sehingga data kedalaman yang digunakan akan lebih baik terutama untuk bagian dekat pantai.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aisjah, A., Arifin, S., dan Danistha, W. (2016). *Sverdrup Munk Bretschneider Modification (SMB) for Significant Wave Height Prediction in Java Sea*. *British Journal of Applied Science and Technology*, 16(2).  
<https://doi.org/10.9734/BJAST/2016/19669>
- Benassai, G. (2006). *Introduction to Coastal Dynamic and Shoreline Protection*. WIT Press.
- Bird, E. C. F., & Ongkosongo, O. S. R. (1980). *Environmental Changes on the Coasts of Indonesia*. United Nations University.
- BMKG. (2020). Peringatan Dini Gelombang Tinggi. *Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*.
- Brander, R. W. (2015). *Coastal and Marine Hazards, Risks, and Disasters* (1st ed.). Elsevier.
- Castelle, B., Scott, T., Brander, R. W., & McCarroll, R. J. (2016). Rip current types, circulation and hazard. *Earth-Science Reviews*, 163, 1–21.  
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.09.008>
- CERC. (1984). *Shore Protection Manual: Vols I & II*. Edisi ke 4. U.S. Army Coastal Engineering Applications.
- Danial, M. M. (2008). *Rekayasa Pantai*. Alfabeta.
- Detik News. (2020). 4 Wisatawan Tergulung Ombak Pantai Parangtritis Yogya, 1 Hilang. <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-5159429/4-wisatawan-tergulung-ombak-pantai-parangtritis-yogya-1-hilang>
- Duxbury, A. B., Sverdrup, K., & Duxbury, A. . (2002). *Fundamentals of Oceanography* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Fallon, K. M., Lai, Q., & Leatherman, S. P. (2018). Beachgoer's recognition of rip current hazard at Miami Beach, Florida. *Ocean & Coastal Management*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.011>
- Gallop, S. L., Bryan, K. R., Pitman, S. J., Ranasinghe, R., Sandwell, D. R., & Harrison, S. R. (2018). *Rip current circulation and surf zone retention on a double barred beach*. Elsevier.
- Google Earth. (2020). *Google Earth*. <https://earth.google.com>
- Hidayati, N. (2017). *Dinamika Pantai*. UB Press.

Karimpour, A., dan Chen, Q. (2016). *A Simplified Parametric Model for Fetch-Limited Peak Wave Frequency in Shallow Estuaries*. *Journal of Coastal Research*, 32(0), 954–965.

Kartikasari, Y. (2008). *Desain Dermaga General Cargo dan Trestle Tipe Deck on Pile di Pulau Kalukalukuang Provinsi Sulawesi Selatan*. Institut Teknologi Bandung.

Kaunang, J. A., Jasin, M. I., dan Mamoto, J. D. (2016). Analisis Karakteristik Gelombang Dan Pasang Surut Pada Pantai Kima Bajo Kabupaten Minahasa Utara.

Khoirunnisa, N., Rifai, A., & Hariyadi. (2013). Pemetaan zona rip current sebagai upaya peringatan dini untuk bahaya pantai. *Jurnal Oseanografi*, 2(2), 10.

Lallo, C. R. (2018). *Pesona Wisata Bahari Pantai Parangtritis Sebagai Wisata Unggulan Bantul Yogyakarta*. *Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarukmo Yogyakarta*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/dezm6>

Leatherman, S. B., & Leatherman, S. P. (2017). Techniques for Detecting and Measuring Rip Currents. *International Journal of Earth Science and Geophysics*, 3(1). <https://doi.org/10.35840/2631-5033/1814>

Masselink, G., Russel, P., Scott, T., Ganderton, P., & Miles, J. (2013). Dynamics of rip currents and implications for beach safety. *Coastal Processes Research Group*.

McCarroll, R. J., Castelle, B., Brander, R. W., & Scott, T. (2015). Modelling rip current flow and bather escape strategies across a transverse bar and rip channel morphology. *Geomorphology*, 246, 502–518. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.06.041>

Muntasib, E. H., Ulfah, M. M., Samosir, A., & Meilani, R. (2018). Potensi Bahaya Bagi Keselamatan Pengunjung di Kawasan Wisata Pantai Pangandaran Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(1), 15–25. <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.1.15-25>

Muzzaki, A. (2004). *Pemodelan Transport Sedimen Di Pantai Kedung Semat, Jepara, Jawa Tengah dengan Software Surface Water Modelling System (SMS)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Noor, D. (2014). *Pengantar Mitigasi Bencana Geologi (1st ed.)*. Deepublish.

Ocean Pulse. (2020). *Rip Current: Arus Mematikan yang Terabaikan*. <https://oceanpulse.id/rip-current>

- Pangururan, I. P., Rochaddi, B., & Ismanto, A. (2015). Studi Rip Current di Pantai Selatan Yogyakarta. *Jurnal Oseanografi*, 4(4).
- Parauba, R., Jasin, M. I., dan Mamoto, J. D. (2016). Analisis Karakteristik Gelombang Pecah Di Pantai Niampak Utara.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisa Pengaruh Fenomena Idian Ocean Dipole (IOD) terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 7, 11.
- Roem, M., Laga, A., Listina, I., Rukmana, I., & Astriani, K. (2016). Parameter Oseanografi Fisika Perairan Pulau Derawan. *Jurnal Harpodon Borneo*, 9(2), 15.
- Santoso, K., Putra, I. D. N. N., dan Dharma, I. G. B. S. (2018). Studi Hindcasting Dalam Menentukan Karakteristik Gelombang dan Klasifikasi Zona Surf Di Pantai Uluwatu, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1).
- Setyawan, R., Setiyono, H., & Rochaddi, B. (2017). Studi Rip Current di Pantai Taman, Kabupaten Pacitan. *Jurnal Oseanografi*, 11.
- Short, A. D. (2007). Australian Rip Systems – Friend or Foe? *Journal of Coastal Research*, 50, 5.
- Suharyo, O. S., & Adrianto, D. (2018). Studi Hasil Running Model Arus Permukaan dengan Software Numerik Mike 21/3 (Guna Penentuan Lokasi Penempatan Stasiun Energi Arus Selat Lombok-Nusapenida). *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(1), 30–38. <https://doi.org/10.33086/atcsj.v1i1.8>
- Symonds, A. M., Vijverberg, T., Post, S., Van der Spek, B.-J., Henrotte, J., & Sokolewicz, M. (2017). Comparison Between MIKE 21 FM, Delft3D and Delft3D FM Flow Models of Western Port Bay, Australia. *Coastal Engineering Proceedings*, 35, 11. <https://doi.org/10.9753/icce.v35.currents.11>
- Talley, L. D., Pickard, G. L., Emery, W. J., & Swift, J. H. (2011). *Descriptive physical oceanography: an introduction* (6th ed.). Academic Press.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. Beta Offset.
- Wati, I. P., & Prasetyawan, I. B. (2016). Kajian Pengaruh Bangunan Pemecah gelombang Tipe Sambung Pantai terhadap Gelombang Laut di Pelabuhan Tapaktuan, Aceh Selatan. *Jurnal Oseanografi*, 5(4), 10.
- Widhiarno, F., dan Muliati, Y. (2016). Peramalan Gelombang di Perairan Kabupaten Indramayu dengan Pemodelan Numerik SWAN 41.01A. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(4).

Yananto, A., & Sibarani, R. M. (2016). Analisa Kejadian El Nino dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Curah Hujan di Wilayah Jabodetabek (Studi Kasus: Periode Puncak Musim Hujan Tahun 2015/2016). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(2), 65. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v17i2.541>

Zuidam, R. A. V. (1986). *Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis And Geomorphologic Mapping* (1st ed., Vol. 8). Smits Publisher.



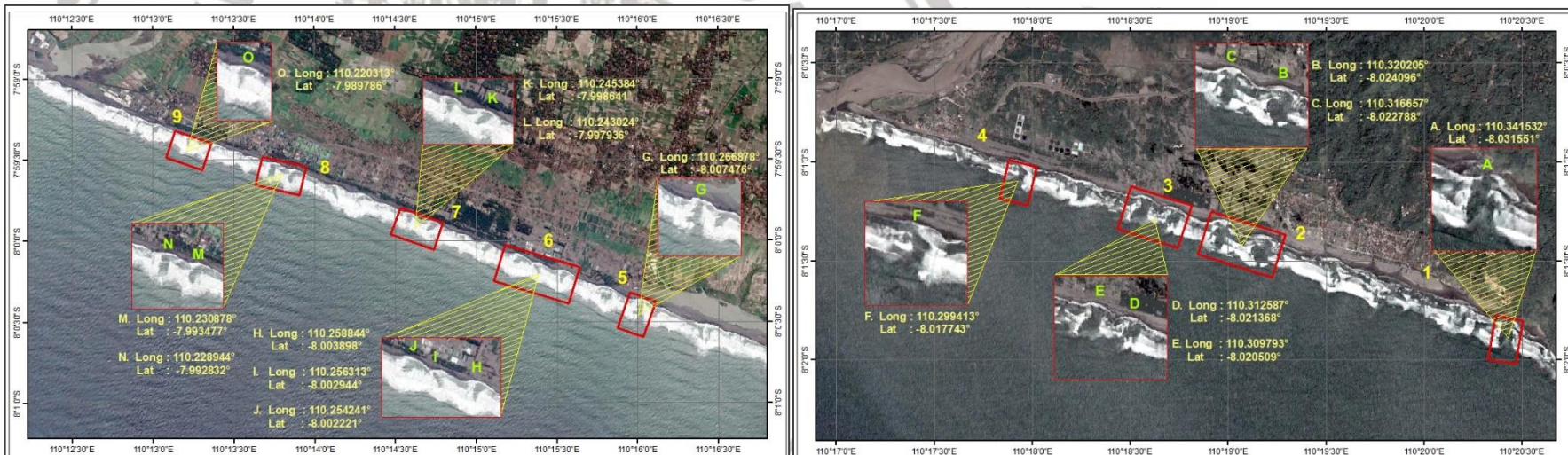
LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel fungsi d/L

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\frac{\tanh}{2\pi d/L}$	$\frac{\sinh}{2\pi d/L}$	$\frac{\cosh}{2\pi d/L}$	$K_s$	$K$	$\frac{4\pi d}{L}$	$\frac{\sinh}{4\pi d/L}$	$\frac{\cosh}{4\pi d/L}$	$n$
0.0020	0.01787	0.1123	0.1118	0.1125	1.0063	2.119	0.9937	0.2246	0.2265	1.025	0.9958
0.0021	0.01832	0.1151	0.1146	0.1154	1.0066	2.093	0.9934	0.2302	0.2322	1.027	0.9956
0.0022	0.01875	0.1178	0.1173	0.1181	1.0069	2.070	0.9931	0.2356	0.2378	1.028	0.9954
0.0023	0.01918	0.1205	0.1199	0.1208	1.0073	2.047	0.9928	0.2410	0.2433	1.029	0.9952
0.0024	0.01959	0.1231	0.1225	0.1234	1.0076	2.026	0.9925	0.2462	0.2487	1.030	0.9950
0.0025	0.02000	0.1256	0.1250	0.1260	1.0079	2.005	0.9922	0.2513	0.2539	1.032	0.9948
0.0026	0.02040	0.1282	0.1275	0.1285	1.0082	1.986	0.9918	0.2563	0.2591	1.033	0.9946
0.0027	0.02079	0.1306	0.1299	0.1310	1.0085	1.968	0.9915	0.2612	0.2642	1.034	0.9944
0.0028	0.02117	0.1330	0.1322	0.1334	1.0089	1.950	0.9912	0.2660	0.2692	1.036	0.9942
0.0029	0.02155	0.1354	0.1346	0.1358	1.0092	1.933	0.9909	0.2708	0.2741	1.037	0.9939
0.0030	0.02192	0.1377	0.1369	0.1382	1.0095	1.917	0.9906	0.2754	0.2789	1.038	0.9937
0.0031	0.02228	0.1400	0.1391	0.1405	1.0098	1.902	0.9903	0.2800	0.2837	1.039	0.9935
0.0032	0.02264	0.1423	0.1413	0.1428	1.0101	1.887	0.9900	0.2845	0.2884	1.041	0.9933
0.0033	0.02300	0.1445	0.1435	0.1450	1.0105	1.873	0.9897	0.2890	0.2930	1.042	0.9931
0.0034	0.02335	0.1467	0.1456	0.1472	1.0108	1.859	0.9893	0.2934	0.2976	1.043	0.9929



Lampiran 2. Peta hasil analisa visual Citra *Digital globe* 2 Januari 2021





Lampiran 3. Peta hasil analisa visual model tanggal 2 Januari 2021

