

**MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN**

SKRIPSI

Oleh:
INDAH ARUM CAHYANINGTIAS
NIM. 145080601111008



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN

SKRIPSI

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



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

SKRIPSI

MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN

Oleh :
INDAH ARUM CAHYANINGTIAS
NIM. 145080601111008

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 6 Juli 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1

Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D
NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal : 18 JUL 2018

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2

Awaluddin, S.Pi., M.Si
NIP. 19740314 200810 1 001

Tanggal : 18 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT
NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal : 18 JUL 2018



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Arum Cahyaningtias

NIM : 145080601111008

Program Studi : Ilmu Kelautan

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam laporan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri yang dibimbing oleh dosen pembimbing skripsi dan pembimbing lapang. Sepanjang pengetahuan saya tidak ada terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa laporan ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juni 2018

Indah Arum Cahyaningtias
NIM. 145080601111008

Judul : Model Spasial dan Temporal Genangan Banjir Rob
Menggunakan Sistem Informasi Geografis : Studi Kasus
di Pesisir Pekalongan

Nama Mahasiswa : Indah Arum Cahyaningtias

NIM : 145080601111008

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

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

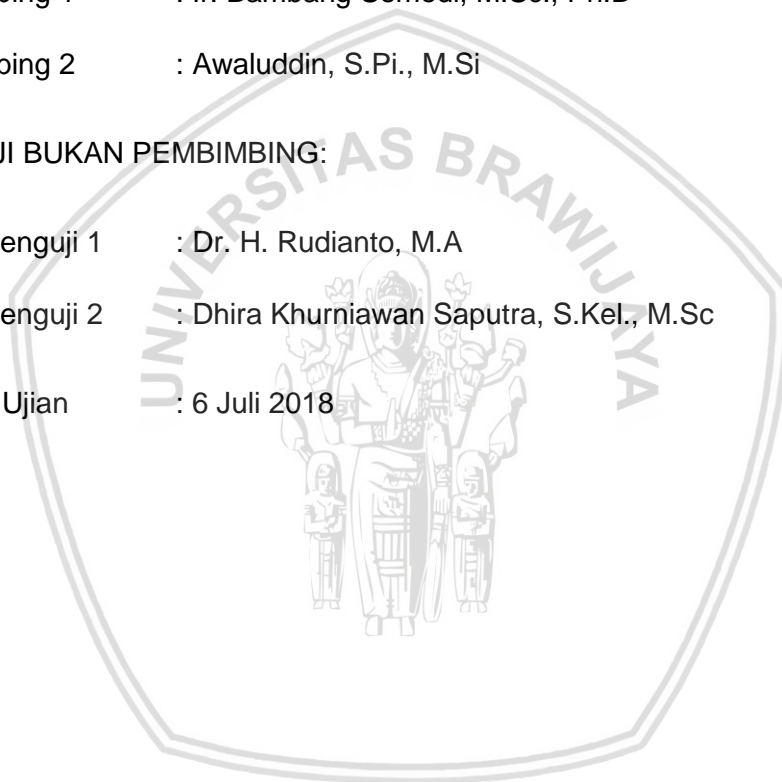
Pembimbing 2 : Awaluddin, S.Pi., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Dr. H. Rudianto, M.A

Dosen Penguji 2 : Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc

Tanggal Ujian : 6 Juli 2018

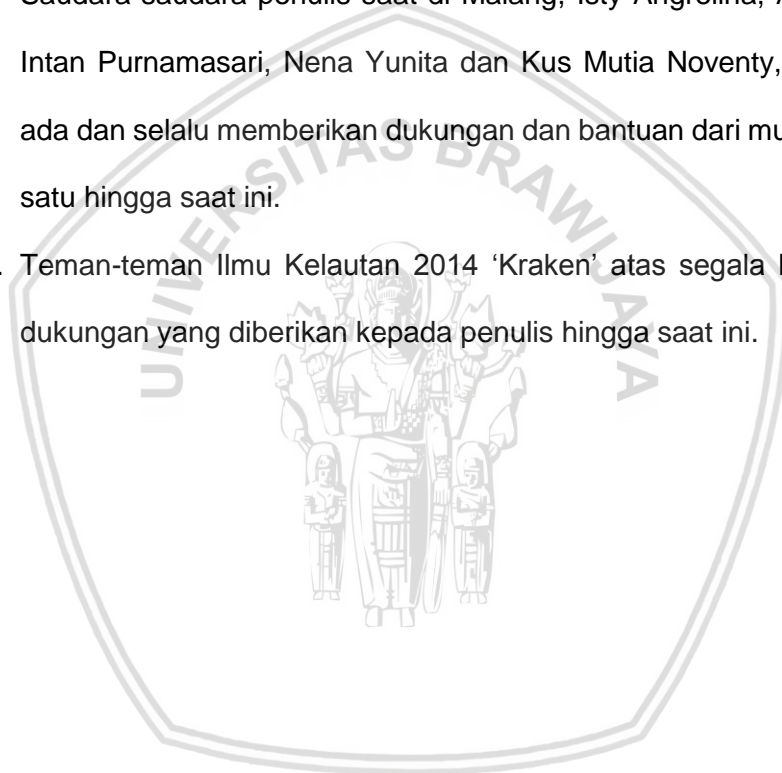


UCAPAN TERIMAKASIH

Atas terselesaikannya Laporan Akhir Skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan karunia-Nya kegiatan penelitian dan laporan akhir skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Kedua orangtua penulis, Ayah Nurcahyo Santoso dan Ibu Wastini yang selalu membimbing, menasihati, memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan lancar. Serta kepada kedua adik penulis, Anisa Yulia Maharani dan Muhammad Bintang Putra Santoso yang selalu ada dan senantiasa memberikan semangat dalam penulisan laporan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D selaku pembimbing pertama, yang selalu memberikan arahan dan bimbingan dari mulai penyusunan proposal hingga laporan ini terselesaikan.
4. Bapak Awaluddin, S.Pi., M.Si selaku pembimbing kedua, atas arahnya selama penulis melakukan penelitian skripsi dan penyusunan laporan di Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah, BPPT, Serpong.
5. Bapak Dr. H. Rudianto, M.A dan Bapak Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc selaku dosen penguji yang sudah meluangkan waktunya serta memberikan kritik dan saran untuk penulisan laporan skripsi ini.
6. Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah (PTPSW), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Serpong. Bapak Ir. Yudi Anantasena, M.Sc selaku Direktur PTPSW atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian skripsi di PTPSW, BPPT, Serpong.

7. Peneliti-peneliti Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah, BPPT terkhusus Ibu Nugraheni Setyaningrum, S.Si, yang telah banyak memberikan masukan melalui diskuis-diskusi selama proses penelitian di PTPSW, BPPT.
8. Sahabat terdekat penulis, Haniful Hakim yang selalu menjadi motivator terbaik sehingga penulis bisa tetap menjalankan penelitian ini dalam keadaan yang sangat baik.
9. Saudara-saudara penulis saat di Malang, Isty Angrelina, Audina Putri, Intan Purnamasari, Nena Yunita dan Kus Mutia Noventy, yang selalu ada dan selalu memberikan dukungan dan bantuan dari mulai semester satu hingga saat ini.
10. Teman-teman Ilmu Kelautan 2014 'Kraken' atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis hingga saat ini.



RINGKASAN

INDAH ARUM CAHYANINGTIAS. Skripsi dengan judul **Model Spasial Dan Temporal Genangan Banjir Rob Menggunakan Sistem Informasi Geografis : Studi Kasus Di Pesisir Pekalongan** (di bawah bimbingan **Bambang Semedi, dan Awaluddin**)

. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya temperatur udara oleh konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal dengan gas rumah kaca. Konsentrasi gas-gas tersebut terus bertambah di udara menyebabkan kenaikan muka air laut secara global. Naiknya muka air laut dapat menggenangi wilayah daratan pesisir yang elevasinya lebih rendah daripada muka air laut yang biasa dikenal dengan sebutan banjir pasang (rob). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah membuat model genangan banjir rob yang disebabkan oleh naiknya air laut ke daratan. Tujuan dibuatnya banjir rob adalah (1) Mengetahui tinggi genangan banjir rob (2) Mengetahui luas daerah yang terdampak banjir rob secara temporal (3) Mengetahui nilai akurasi model banjir rob dengan pengujian model menggunakan *Confusion Matrix*.

Pembuatan model banjir rob dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan batasan analisis berupa grid 200 x 200 m. Penelitian ini dilakukan menggunakan data ketinggian tanah (2014) dan data pasang surut tahun (2017). Data ketinggian tanah diperoleh dari citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dan data pasang surut diolah menggunakan metode *Admiralty* untuk mendapatkan nilai komponen harmonik pasang surut. Komponen harmonik pasang surut digunakan untuk mencari nilai elevasi muka air laut yaitu MSL, HHWL dan LLWL. Nilai elevasi yang digunakan sebagai skenario pembuatan model yaitu HHWL yang berarti pasang tertinggi yang pernah terjadi. Daratan yang berada lebih rendah dibandingkan nilai HHWL akan terkena dampak banjir rob. Tinggi genangan dihitung berdasarkan selisish antara HHWL dengan ketinggian tanah.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa model banjir rob secara temporal pada tahun 2017 yang menjelaskan bahwa tinggi banjir rob yang menggenangi pesisir Pekalongan berkisar antara 0,001 – 1,94 m yang terbagi menjadi 10 kelas. Terdapat 4 kecamatan pesisir Pekalongan yang terdampak banjir rob yaitu Siwalan, Wonokerto, Tirto dan Pekalongan Utara. Kecamatan yang terdampak banjir rob paling luas yaitu Wonokerto dengan total mencapai 448,26 ha pada bulan Mei dan November, sedangkan kecamatan terendah yaitu Tirto. Berdasarkan pengujian model menggunakan *Confusion Matrix* didapatkan nilai akurasi model ini sebesar 44,44%.

Kata Kunci: Banjir Rob, Model Spasial, Model Temporal, Pasang Surut, Kenaikan Muka Air Laut

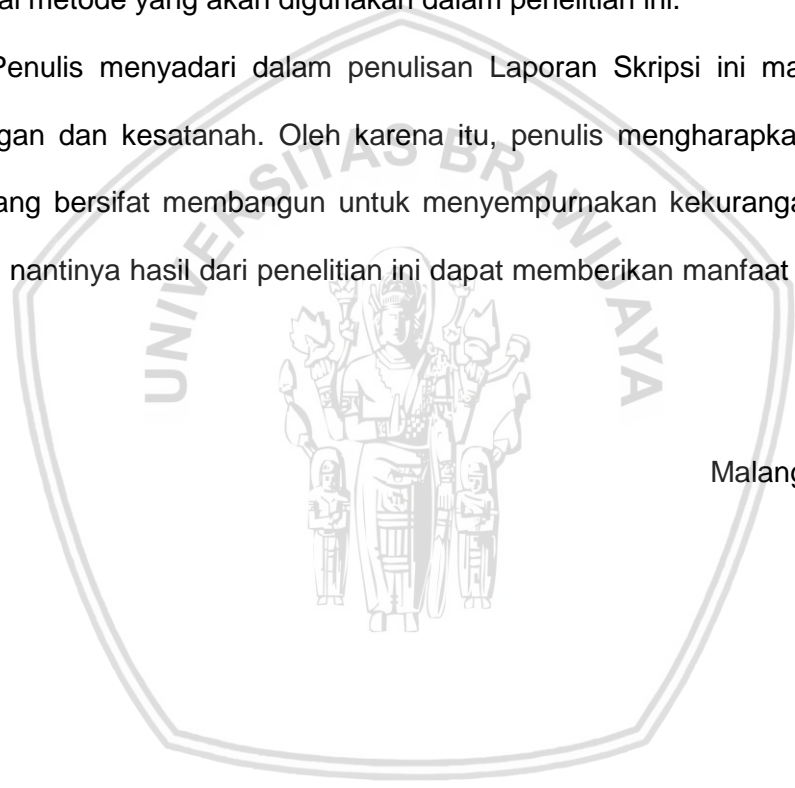
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul 'Model Spasial dan Temporal Genagan Banjir Rob Menggunakan Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus di Pesisir Pekalongan' dengan baik dan lancar. Usulan Skripsi ini berisi uraian mengenai latar belakang dan penjelasan mengenai metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesatanah. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan kekurangan tersebut. Semoga nantinya hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2018

Penulis



DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Banjir Rob	5
2.2 Dampak Banjir Rob	6
2.3 Pasang Surut	7
2.3.1 Jenis Pasang Surut	8
2.3.2 Tipe Pasang Surut.....	9
2.3.3 Elevasi Muka Air laut	10
2.4 Sistem Informasi Geografis	11
2.4.1 Komponen Sistem Informasi Geografi	11
2.5 Penelitian Terdahulu	13
3. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Skema Kerja Penelitian	18
3.4 Pengumpulan Data.....	19
3.4.1 Pengumpulan Data Primer	19
3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	21
3.5 Pengolahan Data.....	21
3.5.1 Ketinggian Tanah	22
3.5.2 Pasang Surut.....	23
3.5.3 Peta Genangan Banjir Rob.....	25
3.5.4 Klasifikasi Data Peta Genangan Banjir Rob.....	26
3.6 Analisis Data	28
3.7 Pengujian Model Genangan Banjir Rob.....	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2 Ketinggian Tanah	31



4.3 Pasang Surut	34
4.4 Peta Genangan Banjir Rob.....	37
4.4.1 Analisis Berdasarkan Tinggi Genangan.....	44
4.4.2 Analisis Berdasarkan Administrasi.....	47
4.4.3 Analisis Tinggi dan Lama Genangan Berdasarkan Wawancara....	50
4.4.4 Pengujian Model Genangan Banjir Rob.....	54
5. PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	63



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3. Daftar Alat.....	17
Tabel 4. Daftar Bahan.....	17
Tabel 5. Model Confusion Matrix	29
Tabel 6. Luas Klasifikasi Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan	33
Tabel 7. Nilai Formzahl Perairan Pekalongan	35
Tabel 8. Komponen Harmonik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April .	35
Tabel 9. Hasil Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob	44
Tabel 10. Pengujian Model Menggunakan Confusion Matrix	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pemukiman Tergenang Banjir Rob	6
Gambar 2. Proses Terjadinya Pasang Surut Air Laut.....	7
Gambar 3. Jenis-Jenis Pasang Surut Air Laut	8
Gambar 4. Tipe Pasang Surut Air Laut	10
Gambar 5. Komponen Sisten Informasi Geografis	12
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 7. Skema Kerja Penelitian.....	18
Gambar 8. Titik Sampel Observasi Lapang.....	19
Gambar 9. Model Genangan Banjir Rob	22
Gambar 10. Tahapan Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob.....	26
Gambar 11. Peta Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan.....	31
Gambar 12. Grafik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April 2017	34
Gambar 13. Grafik Nilai Elevasi Muka Air Laut Perairan Pekalongan 2017.....	36
Gambar 14. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Januari.....	38
Gambar 15. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Februari	38
Gambar 16. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Maret	39
Gambar 17. Peta Genangan Banjir Rob Bulan April	39
Gambar 18. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Mei.....	40
Gambar 19. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juni	40
Gambar 20. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juli	41
Gambar 21. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Agustus.....	41
Gambar 22. Peta Genangan Banjir Rob Bulan September	42
Gambar 23. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Oktober	42
Gambar 24. Peta Genangan Banjir Rob Bulan November	43
Gambar 25. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Desember	43



Gambar 26. Sawah yang Tergenang dan Beralih Fungsi Menjadi Tambak..... 46

Gambar 27. Banjir rob di pesisir Pekalongan (a) Siwalan (b) Wonokerto (c) Tirto
 (d) Pekalongan Utara 48

Gambar 28. Grafik Luas Genangan Banjir Rob Berdasarkan Kecamatan..... 49

Gambar 29. Grafik Total Luas Wilayah yang Terkena Dampak Banjir Rob 50

Gambar 30. Sarana Jalan Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob 52

Gambar 31. Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob Hingga Satu Minggu 53

Gambar 32. Rumah yang Sudah Ditinggalkan Penghuninya 54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pasang Surut Perairan Pekalongan Tahun 2017	63
Lampiran 2. Hasil Observasi Lapang	69
Lampiran 3. Dokumentasi Observasi Lapang	71
Lampiran 4. Hasil Analisis Luas Genangan Setiap Kecamatan Tahun 2017	79
Lampiran 5. Total Luas Wilayah yang Terkena Dampak Banjir Rob	80
Lampiran 6. Luas Genangan Berdasarkan Tinggi Genangan Setiap Bulan	81



**MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN**

SKRIPSI

**Oleh:
INDAH ARUM CAHYANINGTIAS
NIM. 145080601111008**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN

SKRIPSI

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



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

SKRIPSI

MODEL SPASIAL DAN TEMPORAL GENANGAN BANJIR ROB
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS : STUDI KASUS DI
PESISIR PEKALONGAN

Oleh :
INDAH ARUM CAHYANINGTIAS
NIM. 145080601111008

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 6 Juli 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

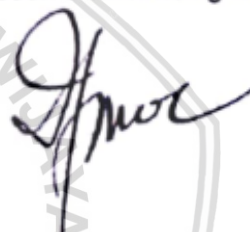
Dosen Pembimbing 1



Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D
NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal : 18 JUL 2018

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2



Awaluddin, S.Pi., M.Si
NIP. 19740314 200810 1 001

Tanggal : 18 JUL 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK



Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S.Pi., MT
NIP. 19780717 200502 1 004

Tanggal : 18 JUL 2018

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indah Arum Cahyaningtias

NIM : 145080601111008

Program Studi : Ilmu Kelautan

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam laporan skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri yang dibimbing oleh dosen pembimbing skripsi dan pembimbing lapang. Sepanjang pengetahuan saya tidak ada terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa laporan ini adalah hasil plagiasi, maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juni 2018

Indah Arum Cahyaningtias
NIM. 145080601111008

Judul : Model Spasial dan Temporal Genangan Banjir Rob
Menggunakan Sistem Informasi Geografis : Studi Kasus
di Pesisir Pekalongan

Nama Mahasiswa : Indah Arum Cahyaningtias

NIM : 145080601111008

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

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

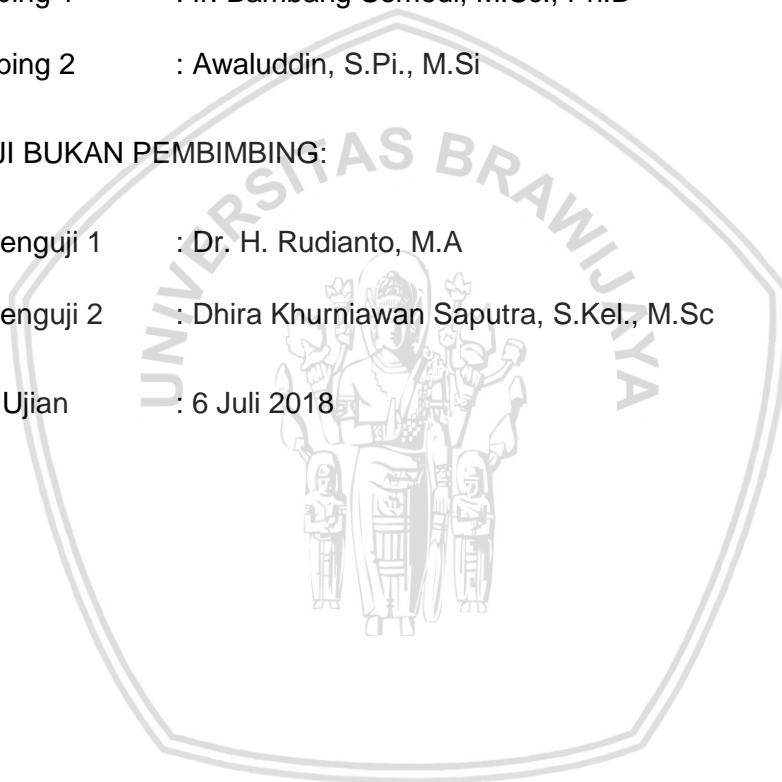
Pembimbing 2 : Awaluddin, S.Pi., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Dr. H. Rudianto, M.A

Dosen Penguji 2 : Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc

Tanggal Ujian : 6 Juli 2018

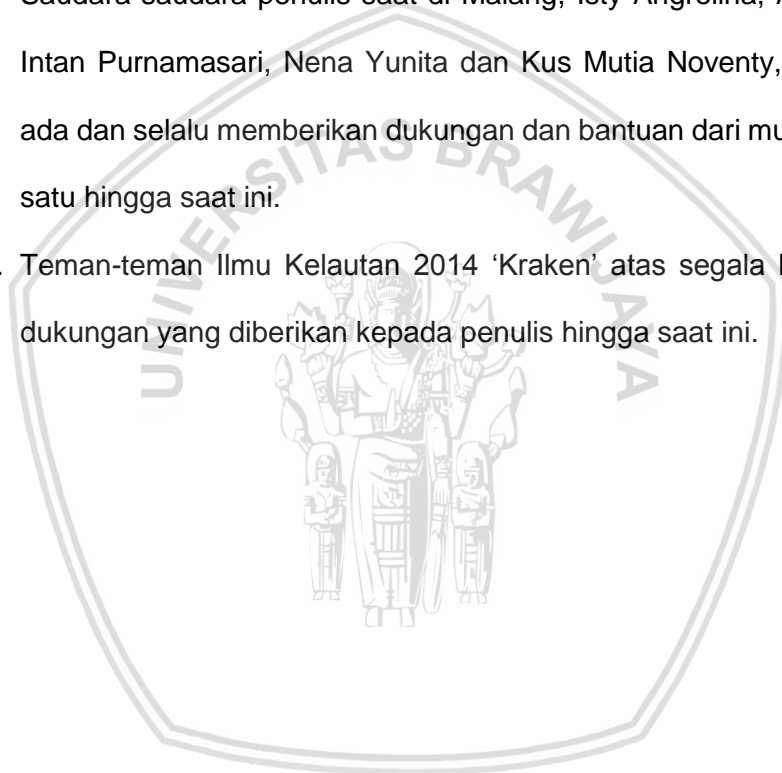


UCAPAN TERIMAKASIH

Atas terselesaikannya Laporan Akhir Skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan karunia-Nya kegiatan penelitian dan laporan akhir skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Kedua orangtua penulis, Ayah Nurcahyo Santoso dan Ibu Wastini yang selalu membimbing, menasihati, memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan lancar. Serta kepada kedua adik penulis, Anisa Yulia Maharani dan Muhammad Bintang Putra Santoso yang selalu ada dan senantiasa memberikan semangat dalam penulisan laporan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc., Ph.D selaku pembimbing pertama, yang selalu memberikan arahan dan bimbingan dari mulai penyusunan proposal hingga laporan ini terselesaikan.
4. Bapak Awaluddin, S.Pi., M.Si selaku pembimbing kedua, atas arahnya selama penulis melakukan penelitian skripsi dan penyusunan laporan di Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah, BPPT, Serpong.
5. Bapak Dr. H. Rudianto, M.A dan Bapak Dhira Khurniawan Saputra, S.Kel., M.Sc selaku dosen penguji yang sudah meluangkan waktunya serta memberikan kritik dan saran untuk penulisan laporan skripsi ini.
6. Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah (PTPSW), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Serpong. Bapak Ir. Yudi Anantasena, M.Sc selaku Direktur PTPSW atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan penelitian skripsi di PTPSW, BPPT, Serpong.

7. Peneliti-peneliti Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah, BPPT terkhusus Ibu Nugraheni Setyaningrum, S.Si, yang telah banyak memberikan masukan melalui diskuis-diskusi selama proses penelitian di PTPSW, BPPT.
8. Sahabat terdekat penulis, Haniful Hakim yang selalu menjadi motivator terbaik sehingga penulis bisa tetap menjalankan penelitian ini dalam keadaan yang sangat baik.
9. Saudara-saudara penulis saat di Malang, Isty Angrelina, Audina Putri, Intan Purnamasari, Nena Yunita dan Kus Mutia Noventy, yang selalu ada dan selalu memberikan dukungan dan bantuan dari mulai semester satu hingga saat ini.
10. Teman-teman Ilmu Kelautan 2014 'Kraken' atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis hingga saat ini.



RINGKASAN

INDAH ARUM CAHYANINGTIAS. Skripsi dengan judul **Model Spasial Dan Temporal Genangan Banjir Rob Menggunakan Sistem Informasi Geografis : Studi Kasus Di Pesisir Pekalongan** (di bawah bimbingan **Bambang Semedi, dan Awaluddin**)

. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya temperatur udara oleh konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal dengan gas rumah kaca. Konsentrasi gas-gas tersebut terus bertambah di udara menyebabkan kenaikan muka air laut secara global. Naiknya muka air laut dapat menggenangi wilayah daratan pesisir yang elevasinya lebih rendah daripada muka air laut yang biasa dikenal dengan sebutan banjir pasang (rob). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah membuat model genangan banjir rob yang disebabkan oleh naiknya air laut ke daratan. Tujuan dibuatnya banjir rob adalah (1) Mengetahui tinggi genangan banjir rob (2) Mengetahui luas daerah yang terdampak banjir rob secara temporal (3) Mengetahui nilai akurasi model banjir rob dengan pengujian model menggunakan *Confusion Matrix*.

Pembuatan model banjir rob dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan batasan analisis berupa grid 200 x 200 m. Penelitian ini dilakukan menggunakan data ketinggian tanah (2014) dan data pasang surut tahun (2017). Data ketinggian tanah diperoleh dari citra SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dan data pasang surut diolah menggunakan metode *Admiralty* untuk mendapatkan nilai komponen harmonik pasang surut. Komponen harmonik pasang surut digunakan untuk mencari nilai elevasi muka air laut yaitu MSL, HHWL dan LLWL. Nilai elevasi yang digunakan sebagai skenario pembuatan model yaitu HHWL yang berarti pasang tertinggi yang pernah terjadi. Daratan yang berada lebih rendah dibandingkan nilai HHWL akan terkena dampak banjir rob. Tinggi genangan dihitung berdasarkan selisish antara HHWL dengan ketinggian tanah.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa model banjir rob secara temporal pada tahun 2017 yang menjelaskan bahwa tinggi banjir rob yang menggenangi pesisir Pekalongan berkisar antara 0,001 – 1,94 m yang terbagi menjadi 10 kelas. Terdapat 4 kecamatan pesisir Pekalongan yang terdampak banjir rob yaitu Siwalan, Wonokerto, Tirto dan Pekalongan Utara. Kecamatan yang terdampak banjir rob paling luas yaitu Wonokerto dengan total mencapai 448,26 ha pada bulan Mei dan November, sedangkan kecamatan terendah yaitu Tirto. Berdasarkan pengujian model menggunakan *Confusion Matrix* didapatkan nilai akurasi model ini sebesar 44,44%.

Kata Kunci: Banjir Rob, Model Spasial, Model Temporal, Pasang Surut, Kenaikan Muka Air Laut

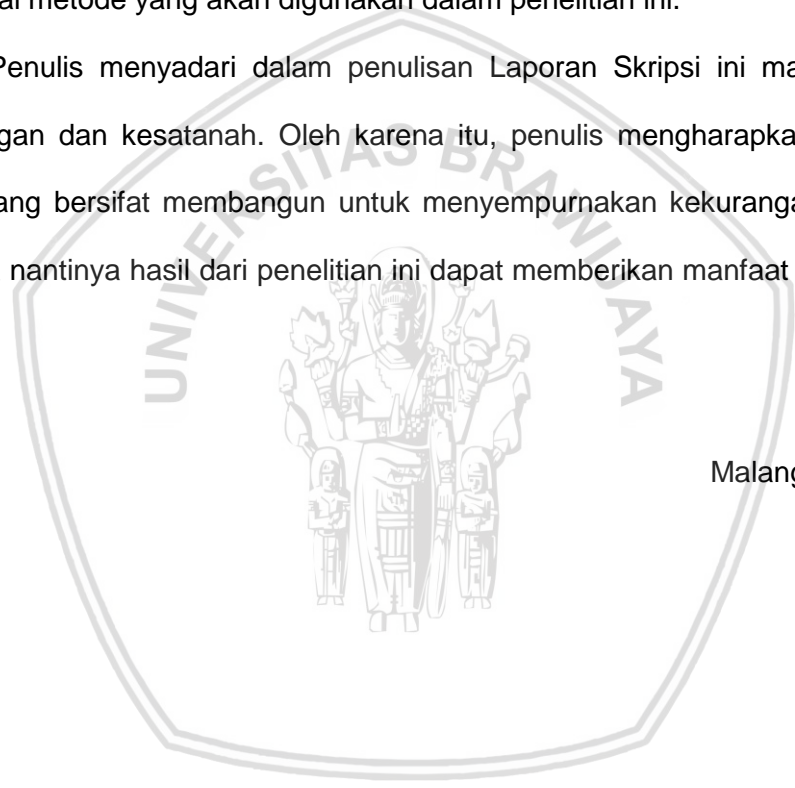
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul 'Model Spasial dan Temporal Genagan Banjir Rob Menggunakan Sistem Informasi Geografis: Studi Kasus di Pesisir Pekalongan' dengan baik dan lancar. Usulan Skripsi ini berisi uraian mengenai latar belakang dan penjelasan mengenai metode yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesatanah. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk menyempurnakan kekurangan tersebut. Semoga nantinya hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Malang, Juni 2018

Penulis



DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH	v
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Kegunaan.....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Banjir Rob	5
2.2 Dampak Banjir Rob	6
2.3 Pasang Surut	7
2.3.1 Jenis Pasang Surut	8
2.3.2 Tipe Pasang Surut.....	9
2.3.3 Elevasi Muka Air laut	10
2.4 Sistem Informasi Geografis	11
2.4.1 Komponen Sistem Informasi Geografi	11
2.5 Penelitian Terdahulu	13
3. METODE PENELITIAN	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Skema Kerja Penelitian	18
3.4 Pengumpulan Data.....	19
3.4.1 Pengumpulan Data Primer	19
3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	21
3.5 Pengolahan Data.....	21
3.5.1 Ketinggian Tanah	22
3.5.2 Pasang Surut.....	23
3.5.3 Peta Genangan Banjir Rob.....	25
3.5.4 Klasifikasi Data Peta Genangan Banjir Rob.....	26
3.6 Analisis Data	28
3.7 Pengujian Model Genangan Banjir Rob.....	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2 Ketinggian Tanah	31



4.3 Pasang Surut 34

4.4 Peta Genangan Banjir Rob..... 37

 4.4.1 Analisis Berdasarkan Tinggi Genangan..... 44

 4.4.2 Analisis Berdasarkan Administrasi..... 47

 4.4.3 Analisis Tinggi dan Lama Genangan Berdasarkan Wawancara... 50

 4.4.4 Pengujian Model Genangan Banjir Rob..... 54

5. PENUTUP 58

 5.1 Kesimpulan 58

 5.2 Saran 59

DAFTAR PUSTAKA..... 60

LAMPIRAN..... 63



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu	13
Tabel 3. Daftar Alat.....	17
Tabel 4. Daftar Bahan.....	17
Tabel 5. Model Confusion Matrix	29
Tabel 6. Luas Klasifikasi Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan	33
Tabel 7. Nilai Formzahl Perairan Pekalongan	35
Tabel 8. Komponen Harmonik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April .	35
Tabel 9. Hasil Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob	44
Tabel 10. Pengujian Model Menggunakan Confusion Matrix	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pemukiman Tergenang Banjir Rob	6
Gambar 2. Proses Terjadinya Pasang Surut Air Laut.....	7
Gambar 3. Jenis-Jenis Pasang Surut Air Laut	8
Gambar 4. Tipe Pasang Surut Air Laut	10
Gambar 5. Komponen Sisten Informasi Geografis	12
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 7. Skema Kerja Penelitian.....	18
Gambar 8. Titik Sampel Observasi Lapang.....	19
Gambar 9. Model Genangan Banjir Rob	22
Gambar 10. Tahapan Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob.....	26
Gambar 11. Peta Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan.....	31
Gambar 12. Grafik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April 2017	34
Gambar 13. Grafik Nilai Elevasi Muka Air Laut Perairan Pekalongan 2017.....	36
Gambar 14. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Januari.....	38
Gambar 15. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Februari	38
Gambar 16. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Maret	39
Gambar 17. Peta Genangan Banjir Rob Bulan April	39
Gambar 18. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Mei.....	40
Gambar 19. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juni	40
Gambar 20. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juli	41
Gambar 21. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Agustus.....	41
Gambar 22. Peta Genangan Banjir Rob Bulan September	42
Gambar 23. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Oktober	42
Gambar 24. Peta Genangan Banjir Rob Bulan November	43
Gambar 25. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Desember	43



Gambar 26. Sawah yang Tergenang dan Beralih Fungsi Menjadi Tambak..... 46

Gambar 27. Banjir rob di pesisir Pekalongan (a) Siwalan (b) Wonokerto (c) Tirto
 (d) Pekalongan Utara 48

Gambar 28. Grafik Luas Genangan Banjir Rob Berdasarkan Kecamatan..... 49

Gambar 29. Grafik Total Luas Wilayah yang Terkena Dampak Banjir Rob 50

Gambar 30. Sarana Jalan Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob 52

Gambar 31. Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob Hingga Satu Minggu 53

Gambar 32. Rumah yang Sudah Ditinggalkan Penghuninya 54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pasang Surut Perairan Pekalongan Tahun 2017	63
Lampiran 2. Hasil Observasi Lapang	69
Lampiran 3. Dokumentasi Observasi Lapang	71
Lampiran 4. Hasil Analisis Luas Genangan Setiap Kecamatan Tahun 2017	79
Lampiran 5. Total Luas Wilayah yang Terkena Dampak Banjir Rob	80
Lampiran 6. Luas Genangan Berdasarkan Tinggi Genangan Setiap Bulan	81



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Banjir Rob

Banjir rob atau yang biasa dikenal juga dengan banjir pasang merupakan suatu fenomena yang disebabkan oleh proses pasang surut air laut dan mengakibatkan adanya genangan pada wilayah yang peisisir dengan elevasi yang lebih rendah dibandingkan dengan permukaan air laut (Suryanti dan Aris, 2008). Genangan yang disebabkan air pasang tersebut bisa berlangsung selama beberapa hari atau bahkan selama seminggu penuh dengan ketinggian genangan yang berbeda-beda, seperti yang terjadi di Kota Pekalongan (Ali, 2010). Banjir rob yang melanda pesisir Kota Pekalongan bukan lagi bencana tahunan, tapi bisa dikatakan hampir setiap hari terjadi banjir rob. Terdapat beberapa 9 kelurahan dalam 2 kecamatan yang paling sering terdampak banjir rob yaitu Kecamatan Pekalongan Utara dan Kecamatan Pekalongan Barat.

Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab terjadinya bencana banjir rob, salah satunya adalah pasang air laut. Fenomena pemanasan global juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya banjir rob. Pemanasan global terjadi karena meningkatnya temperatur udara oleh konsentrasi gas-gas tertentu yang dikenal dengan gas rumah kaca. Konsentrasi gas-gas tersebut terus bertambah di udara menyebabkan kenaikan muka air laut secara global (Putra, 2012). Kenaikan muka air laut dapat menggenangi wilayah daratan pesisir yang elevasinya lebih rendah daripada muka air laut. Selain itu, terdapat juga beberapa penelitian yang menyatakan bahwa faktor utama pemicu bencana banjir rob adalah penurunan muka tanah (*land subsidence*) (Nugroho, 2013).

2.2 Dampak Banjir Rob

Fenomena banjir rob yang terjadi akan menimbulkan dampak yang negatif terhadap segala aspek kehidupan yang ada di pesisir. Banjir rob secara perlahan akan merubah fisik dari pesisir itu sendiri seperti penggunaan lahan. Hal tersebut secara tidak langsung akan memberi tekanan terhadap masyarakat yang tinggal di kawasan pesisir. Selain itu, dampak lainnya yaitu rusaknya infrastruktur publik serta sarana dan prasarana lingkungan seperti drainase, air bersih yang semakin minim dan sanitasi yang akhirnya akan memberikan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat pesisir (Putra, 2012).



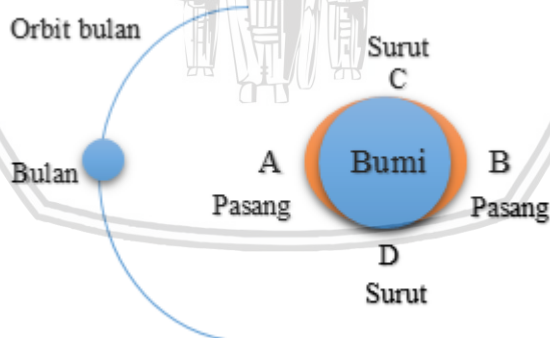
Gambar 1. Pemukiman Tergenang Banjir Rob

Dampak lain yang dijelaskan dalam penelitian Suryanti dan Marfai (2008), yaitu dengan adanya banjir rob, aktivitas dan kegiatan harian dari masyarakat pesisir seperti bekerja, sekolah bahkan pekerjaan rumah tangga tidak bisa dilakukan dengan normal. Masyarakat pesisir kesulitan untuk beraktivitas ataupun bekerja dikarenakan akses jalan yang biasa digunakan tertutup oleh genangan air pasang. Selain itu, banjir rob dapat menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan pesisir. Seperti contohnya penggunaan lahan tambak di pesisir yang lama kelamaan akan semakin sempit atau bahkan hilang tenggelam banjir

rob. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada kesejahteraan masyarakat pesisir, terutama masyarakat yang menggantungkan sumber mata pencahariannya dari kegiatan tersebut sehingga berdampak pada kondisi sosial dan ekonomi para petani tambak (Desmawan, 2012).

2.3 Pasang Surut

Pasang surut adalah suatu fenomena yang terjadi karena proses naik dan turunnya permukaan air laut dengan periode 12,4 jam atau 24,8 jam. Pasang surut merupakan kejadian yang cukup berpengaruh pada banyak hal seperti perubahan bentuk bumi dan atmosfer (Qhomariyah dan Yuwono, 2016). Selain itu pasang surut merupakan salah satu faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir rob di daratan. Menurut Surinati (2007), pasang surut merupakan salah satu fenomena alam yang dapat dilihat secara langsung di laut. Fenomena ini berupa gerakan air laut secara vertikal yang terjadi secara teratur dan terus menerus. Pasang surut disebabkan oleh gaya tarik menarik antara bumi, bulan dan matahari.



Gambar 2. Proses Terjadinya Pasang Surut Air Laut

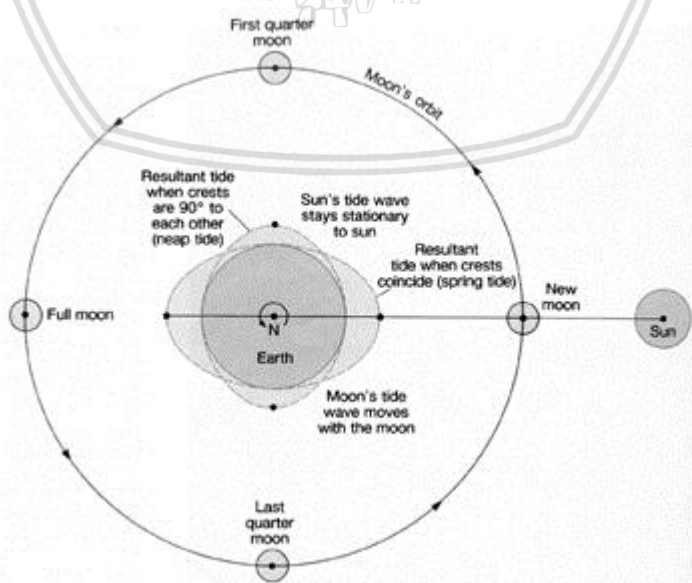
Kejadian pasang surut air laut sangat dipengaruhi oleh aktivitas bumi, bulan dan matahari. Pengaruh yang paling besar terhadap terjadinya pasang air laut adalah gaya tarik bulan terhadap bumi dibandingkan dengan gaya tarik matahari dengan bumi. Hal tersebut dikarenakan jarak antara bulan dengan

bumi lebih dekat daripada bumi dengan matahari walaupun massa matahari lebih besar dibandingkan bulan (Fadilah *et al.*, 2014). Pengaruh gaya tarik bulan dengan bumi terhadap pasang surut 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari dengan bumi (Mahatmawati *et al.*, 2009).

2.3.1 Jenis Pasang Surut

Menurut Musrifin (2011), jenis pasang surut dibagi menjadi dua berdasarkan posisi matahari dan bulan terhadap bumi yaitu:

1. Pasang surut purnama (*spring tide*) merupakan pasang surut yang terjadi ketika posisi bumi, bulan dan matahari berada pada satu garis lurus. Pada saat ini terjadi air pasang maksimum yang sangat tinggi dan air surut minimum yang sangat rendah. Sesuai dengan namanya, jenis pasang surut ini terjadi ketika bulan purnama atau bulan baru.
2. Pasang surut perbani (*neap tide*) merupakan pasang surut yang terjadi ketika posisi bumi, bulan dan matahari membentuk sudut tegak lurus. Pada saat ini terjadi air pasang maksimum yang rendah dan air surut minimum yang tinggi. Pasang surut jenis ini terjadi ketika bulan $\frac{1}{4}$ dan $\frac{3}{4}$.

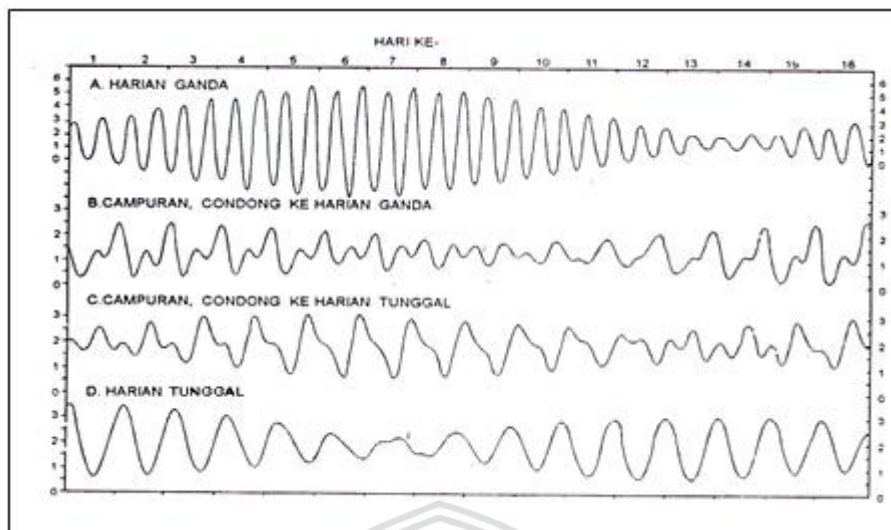


Gambar 3. Jenis-Jenis Pasang Surut Air Laut

2.3.2 Tipe Pasang Surut

Pasang surut air laut juga memiliki tipe yang berbeda-beda setiap daerahnya. Perbedaan tersebut disebabkan oleh frekuensi air pasang dengan surut pada setiap daerah berbeda-beda. Menurut Musrifin (2011), tipe-tipe pasang surut (Gambar 4) dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tides*) merupakan keadaan pada suatu perairan yang mengalami satu kali pasang dan satu kali surut dalam satu hari.
2. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tides*) merupakan keadaan pada suatu perairan yang mengalami dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari.
3. Pasang surut campuran (*mixed tides*) merupakan peralihan antara tunggal dan ganda yang dibagi lagi menjadi dua tipe campuran sebagai berikut:
 - a. Pasang surut campuran condong harian tunggal merupakan tipe pasang surut dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan bentuk gelombang pertama dan kedua berbeda. Bentuk grafiknya cenderung *diurnal* (Fadillah *et al.*, 2014).
 - b. Pasang surut campuran condong harian ganda merupakan tipe pasang surut dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan bentuk gelombang pertama dan kedua berbeda. Bentuk grafiknya cenderung *semi diurnal* (Fadillah *et al.*, 2014).



Gambar 4. Tipe Pasang Surut Air Laut

2.3.3 Elevasi Muka Air laut

Tinggi muka air rencana atau yang biasa disebut elevasi muka air laut adalah nilai yang dihitung dengan menjumlahkan berbagai parameter (komponen pasang surut). Nilai ini sangat penting bagi perencanaan kenaikan muka air laut setiap tahunnya karena pemanasan global, kenaikan muka air akibat gelombang dan perencanaan bangunan pantai (Fathonah *et al.*, 2016). Elevasi muka air laut dapat terus berubah setiap waktu sehingga diperlukan suatu nilai elevasi yang ditetapkan untuk perencanaan berdasarkan data pasang surut. Menurut Fadhilah *et al.*, (2014), elevasi muka air laut yang perlu ditetapkan antara lain:

1. Muka air tinggi (*high water level*) (HWL) merupakan air pasang tertinggi pada satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (*low water level*) (LWL) merupakan air surut terendah pada satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (*mean high water level*) (MHWL) merupakan rata-rata muka air tinggi (HWL) dalam periode 18,6 tahun.
4. Muka air rendah rerata (*mean low water level*) (MLWL) merupakan rata-rata muka air rendah (LWL) dalam periode 18,6 tahun.

5. Muka air laut rerata (*mean sea level*) (MSL) merupakan rata-rata muka air antara MHWL dan MLWL.
6. Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*) (HHWL) merupakan air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Muka air rendah terendah (*lowest low water level*) (LLWL) merupakan air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

2.4 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem informasi berbasis komputer yang berfungsi untuk menyimpan, mengelola serta menganalisis. SIG memiliki manfaat yaitu memberikan kemudahan bagi para pengguna untuk mengambil keputusan dari suatu kebijaksanaan yang harus ditentukan (Wibowo *et al.*, 2015). Data yang diolah pada SIG umumnya merupakan data yang memiliki informasi lokasi/keruangan (spasial) dan informasi deskriptif (atribut). Data tersebut terbagi menjadi dua kelompok data yaitu data dalam format raster dan vektor (Mudin *et al.*, 2015).

Teknologi ini mulai dikenalkan di Indonesia pada tahun 1980-an. Pada saat itu SIG mulai dimanfaatkan di berbagai instansi pemerintah. Hal tersebut karena SIG mampu mendukung penyebaran informasi dalam bentuk data atribut dan juga dalam bentuk peta (Hamidi, 2012). SIG memiliki kelebihan yang sangat mempermudah penggunaannya seperti memvisualisasikan data spasial disertai dengan atribut data tersebut. Selain itu, SIG juga mampu memodifikasi warna, ukuran dan symbol pada sebuah data. Sebuah *software* SIG diharuskan memiliki fungsi ataupun alat yang mampu melakukan proses penyimpanan, analisis, dan menampilkan data berupa informasi geografis (Novianti, 2009).

2.4.1 Komponen Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis adalah kumpulan komponen yang terdiri dari perangkat komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dibentuk

dengan baik untuk memperoleh, menyimpan, mengupdate, memanipulasi menganalisis, dan menampilkan seluruh bentuk informasi yang bereferensi geografi (Asnawati dan Galih, 2011). Menurut Sagita (2016), Sistem Informasi Geografis terdiri dari lima metode (Gambar 5) yaitu:

1. Perangkat keras (*hardware*) merupakan perangkat fisik bagian dari sistem komputer yang terdiri dari beberapa bagian yaitu untuk menginput data, mengolah data dan mencetak hasil proses.
2. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen untuk melakukan proses menyimpan, menganalisa, memvisualkan data-data.
3. Data, yang mendukung SIG dibagi menjadi dua jenis yaitu data yang menggambarkan suatu wilayah di permukaan bumi (data spasial) dan data berbentuk tabel yang berisi informasi yang dimiliki oleh obyek data spasial (data atribut).
4. Manusia, berperan sebagai perencana dan pengguna SIG yang memiliki tingkat spesialisasi secara teknik.
5. Metode, penggunaan metode dalam SIG berbeda-beda sesuai dengan permasalahan yang akan diselesaikan.



Gambar 5. Komponen Sisten Informasi Geografis

2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai model spasial genangan banjir rob yang pernah dilakukan memiliki keterkaitan baik dari tujuan, pendekatan yang digunakan ataupun hasil dari penelitian. Keterkaitan antar studi tersebut yang dijelaskan pada Tabel 1 akan digunakan sebagai bahan pertimbangan atau bahkan menjadi literatur acuan dalam penelitian ini.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Holli <i>et al</i>	2012	Pemodelan Genangan Banjir Pasang Air Laut di Kabupaten Sampang Menggunakan Citra Alos dan Sistem Informasi Geografis	Untuk memodelkan genangan yang disebabkan banjir pasang air laut dengan pendekatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG)	<ul style="list-style-type: none"> - Penginderaan Jauh - Sistem Informasi Geografis (SIG) 	<ul style="list-style-type: none"> - Model genangan rob dengan skenario genangan rob 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3 m - Luad genangan rob di beberapa kecamatan di Kabupaten Sampang
Marfai <i>et al</i>	2013	Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan	Untuk mengidentifikasi sebaran spasial spasial bahaya genangan rob di pesisir Pekalongan	<ul style="list-style-type: none"> - Iterasi - <i>Neighbourhood Operation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Peta pemodelan genangan rob 135 cm - Luas penggunaan tanah yang tergenang pada skenario tinggi genangan 135 cm

Nama Peneliti	Tahun	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
Wijaya	2017	Analisis Dinamika Pola Spasial Penggunaan Tanah Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan	Untuk mengidentifikasi pola spasial Kota Pekalongan berdasarkan parameter pendekatan <i>spacial metrick</i> terhadap dinamika perubahan penggunaan tanah	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Informasi Geografi (SIG) - <i>Logical Operator</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Dinamika perubahan penggunaan tanah 2003 – 2016 - Luas wilayah yang terdampak genangan rob di Kota Pekalongan
Maulana	2013	Pemodelan Spasial Untuk Prediksi Luas Genangan Banjir Pasang Laut Di Wilayah Kepesisiran Kota Jakarta	Untuk mengetahui wilayah yang berpotensi tergenang banjir pasang dan memprediksi luasan penggunaan tanah yang terkena dampak banjir pasang	- Iterasi	<ul style="list-style-type: none"> - Model genangan banjir rob dengan skenario 110, 150 dan 200 cm - Luas penggunaan tanah yang terdampak banjir pasang
Kasbullah dan Marfai	2014	Pemodelan Spasial Genangan Banjir Rob dan Penilaian Potensi Kerugian Pada Tanah Pertanian Sawah Padi Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah	Untuk memetakan daerah yang terkena dampak banjir rob dan mengetahui luasan pertanian sawah yang terkena dampak banjir rob	- Iterasi	<ul style="list-style-type: none"> - Model genangan rob dengan skenario 91 dan 135 cm - Banjir rob di Kabupaten melanda 3 kecamatan yaitu Tirto, Siwalan dan Wonokerto - Luas genangan skenario 91 cm pada sawah padi yaitu 388,11 ha dan pada skenario 135 cm yaitu 484,30 ha

3. METODE PENELITIAN

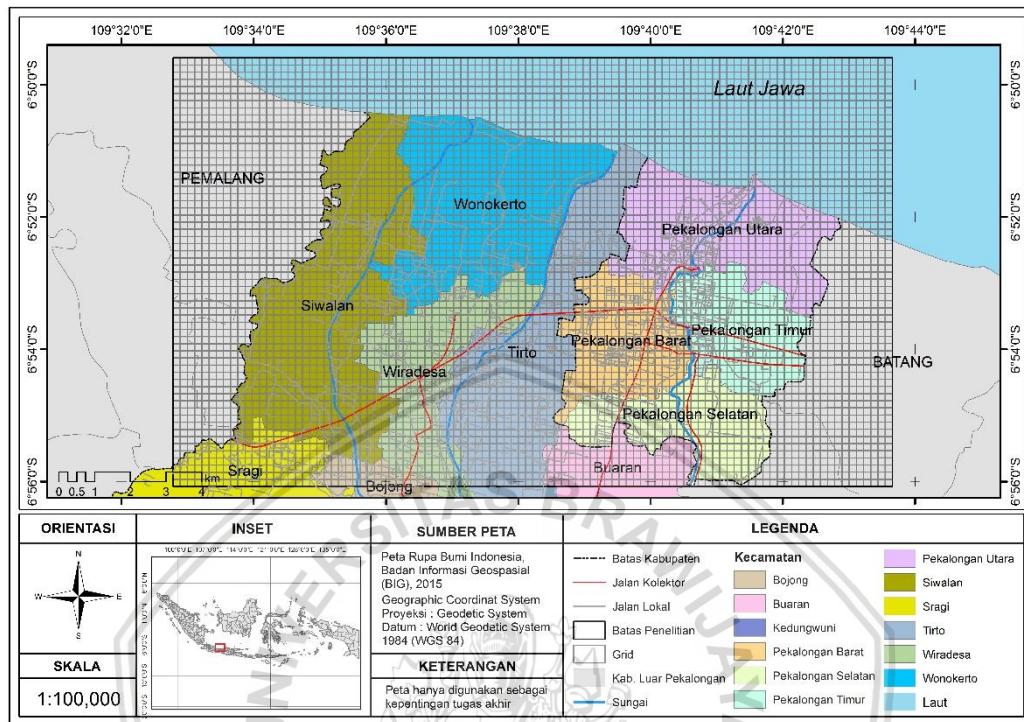
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yang pertama pengumpulan data sekunder, pengolahan data dan pengumpulan data primer. Tahapan pertama yaitu pengumpulan data sekunder dilakukan pada Desember 2017 – Februari 2018. Data sekunder yang dibutuhkan didapatkan dengan cara mengunduh pada *website* dan meminta data pada instansi yang akan dijelaskan secara detail pada Bab 3.4.2.

Tahapan kedua yaitu proses pengolahan data yang sebelumnya telah dikumpulkan untuk menghasilkan *output* berupa model genangan banjir rob. Tahap pengolahan data model genangan banjir rob dilaksanakan pada bulan Februari – April 2018. Proses pengolahan data penelitian ini bertempat di laboratorium Geomatika, Pusat Teknologi Pemanfaatan Sumberdaya Wilayah (PTPSW), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), Serpong. Tahap selanjutnya pada penelitian ini adalah mengumpulkan data primer yang didapatkan melalui observasi lapang dan wawancara. Pengumpulan data primer dilaksanakan pada tanggal 28 dan 29 April 2018 di lokasi penelitian. Data primer ini nantinya akan digunakan sebagai data validasi model yang telah dibuat.

Penelitian ini mengambil daerah pesisir Pekalongan, Jawa Tengah dikarenakan daerah ini termasuk dataran rendah yang mengalami pasang yang cukup tinggi. Hal tersebut menyebabkan lokasi ini sering mengalami kejadian banjir rob. Lokasi penelitian ini secara geografis memiliki koordinat $6^{\circ}56'4.39''$ - $6^{\circ}49'35.79''$ Lintang Selatan dan $109^{\circ}32'46.76''$ - $109^{\circ}43'39.41''$ Bujur Timur. Penelitian ini menggunakan batasan tersebut agar mencakup seluruh pesisir dari Kabupaten hingga Kota Pekalongan. Gambar 6 merupakan visualisasi dari lokasi

penelitian yaitu pesisir Pekalongan yang dibuat menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia Tahun 2015 dari Badan Informasi Geospasial.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan batasan analisis berupa grid. Grid yang digunakan memiliki interval 200 x 200 meter. Hal tersebut dikarenakan homogenitas data dalam satu grid tersebut diasumsikan pada radius 200 meter variasi data dalam satu grid masih sama. Penggunaan grid sebagai batasan analisis juga bertujuan untuk mempermudah proses analisis dan proses validasi.

3.2 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang dapat mempermudah pelaksanaan. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu beberapa perangkat keras dan perangkat lunak sedangkan bahan yang digunakan adalah data yang didapatkan dari beberapa sumber dan instansi. Berikut ini merupakan daftar alat (Tabel 2) dan daftar bahan (Tabel 3) yang dibutuhkan pada saat penelitian :

Tabel 2. Daftar Alat

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Laptop	Processor Intel Celeron, RAM 2 GB dan OS Windows 7 Ultimate 64-bit	Alat yang digunakan untuk mengolah data pembuatan model spasial banjir rob
2	Kamera	Resolusi: 13 <i>Megapixel</i>	Alat yang digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian
3	GPS Garmin 60 csx	-	Alat yang digunakan untuk menentukan titik koordinat
4	Tongkat Skala	-	Alat yang digunakan untuk mengukur ketinggian genangan banjir rob
5	Arc GIS 10.3	-	Berfungsi untuk mengolah dan menganalisis data
6	Global Mapper 15	-	Berfungsi untuk membuat batas boundary dan grid
7	Ms. Excel 2013	-	Berfungsi untuk mengolah dan menghitung nilai skor

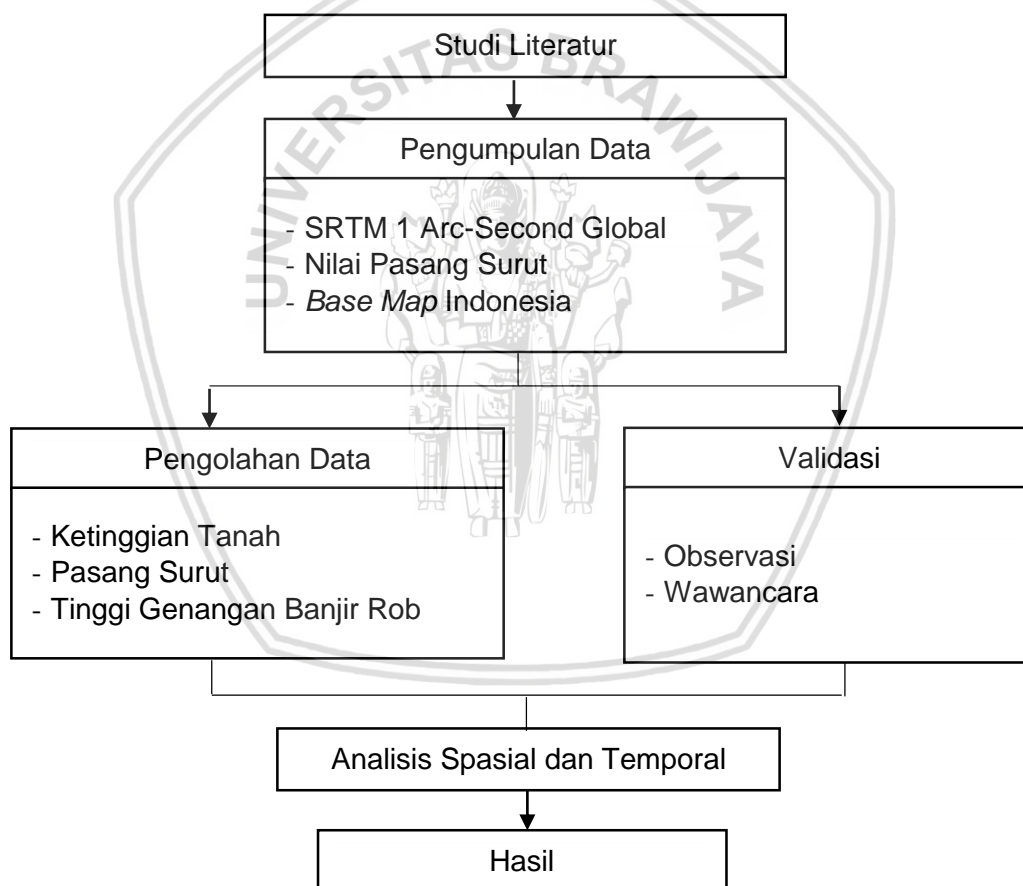
Tabel 3. Daftar Bahan

No	Bahan	Spesifikasi	Fungsi	Sumber
1	Landsat 8 OLI/TIRS	Resolusi spasial 30 m Tahun 2016	Data untuk mendapatkan tutupan tanah	U.S. Geological Survey (USGS) https://earthexplorer.usgs.gov/ .
2	SRTM 1 Arc-Second Global	Resolusi spasial 30 m Tahun 2014	Data untuk mendapatkan nilai ketinggian tanah	U.S. Geological Survey (USGS) https://earthexplorer.usgs.gov/ .
3	Nilai Tinggi Pasang Surut	Tahun 2017	Data untuk membuat model banjir rob	Badan Informasi Geospasial (BIG)
4	<i>Base Map</i> Indonesia	Resolusi spasial 1:25.000 Tahun 2010	Data yang digunakan sebagai batas atau dasar dari pengolahan	Badan Informasi Geospasial (BIG) http://www.big.go.id/peta-rbi-skala-1-25000

No	Bahan	Spesifikasi	Fungsi	Sumber
5	Form Observasi dan Wawancara	-	Bahan yang digunakan untuk mengisi data observasi dan wawancara	-

3.3 Skema Kerja Penelitian

Skema kerja penelitian (Gambar 7) tentang pembuatan model spasial genangan banjir rob di pesisir Pekalongan dapat dijelaskan dalam diagram alir berikut:



Gambar 7. Skema Kerja Penelitian

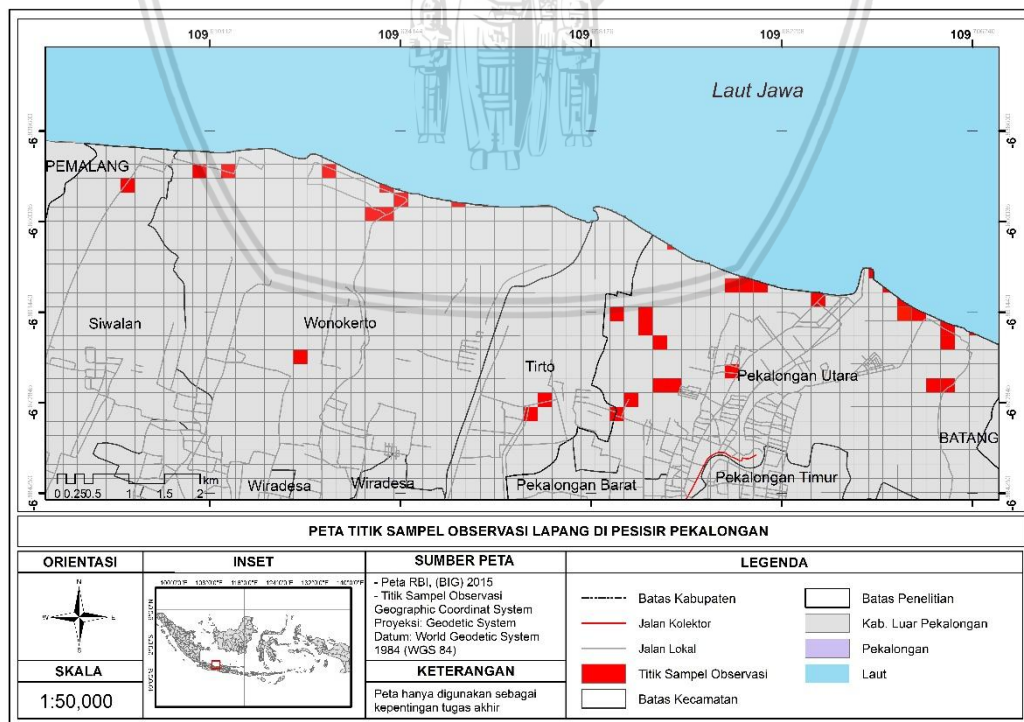
3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Pada penelitian ini, metode pengumpulan data primer menggunakan dua cara yaitu observasi dan wawancara. Kedua metode tersebut dilakukan guna mendapatkan informasi yang sebenarnya di lapangan.

- Observasi

Menurut Djaelani (2013), observasi merupakan metode yang pengambilan data dengan cara mengamati perilaku, kejadian ataupun kegiatan yang dilakukan orang atau sekelompok orang yang diteliti sehingga peneliti dapat merasakan kejadian atau fenomena yang sebenarnya sesuai pengertian dari subjek atau objek yang diteliti. Pada penelitian ini berarti observasi yaitu melakukan pengamatan langsung pada lokasi penelitian untuk mengetahui wilayah yang tergenang banjir rob. Observasi lapang dilakukan dengan mengamati kondisi pada daerah di setiap titik sampel yang mewakili setiap grid.



Gambar 8. Titik Sampel Observasi Lapang



Jumlah titik sampel pada penelitian ini yaitu 36 titik yang menyebar di seluruh pesisir Kabupaten Pekalongan dan Kota Pekalongan. Penentuan titik tersebut berdasarkan distribusi spasial tinggi genangan banjir rob bulan April pada model yang telah dibuat dengan ketentuan setiap kelas ketinggian diambil 3 titik kecuali pada kelas 'Tidak tergenang' diambil 9 kelas dikarenakan distribusi yang lebih banyak dibandingkan kelas lainnya. Informasi yang diambil pada saat observasi yaitu tinggi genangan banjir rob apabila titik tersebut terdapat genangan.

- Wawancara

Wawancara merupakan suatu metode yang digunakan dalam sebuah penelitian untuk mengumpulkan data primer dengan peneliti sebagai pewawancara dan partisipan sebagai narasumber (Johnson dan Christensen (2014), dalam Gumilang (2016)). Menurut Rachmawati (2007), menjelaskan bahwa jenis wawancara dibagi menjadi 3 yaitu Wawancara Tidak Berstruktur, Wawancara Semi Berstruktur dan Wawancara Berstruktur atau Berstandard

Pada penelitian ini, jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara semi berstruktur. Jenis wawancara ini yaitu peneliti memiliki pedoman isu wawancara tetapi pertanyaan yang diajukan pada setiap narasumber belum tentu sama tergantung pada proses wawancara dan jawaban yang diberikan. Metode ini digunakan agar peneliti mampu mengembangkan pertanyaan dari isu.

Wawancara yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kejadian dan hal-hal yang berhubungan dengan banjir rob yang pernah terjadi di lokasi penelitian. Data yang dikumpulkan pada wawancara ini yaitu intensitas, durasi, dan rata-rata tinggi genangan banjir rob. Pada wawancara ini, informasi mengenai history terjadinya banjir rob dari tahun ke tahun. Hal tersebut tentunya akan mendapatkan informasi mengenai waktu kejadian banjir rob secara temporal.

3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

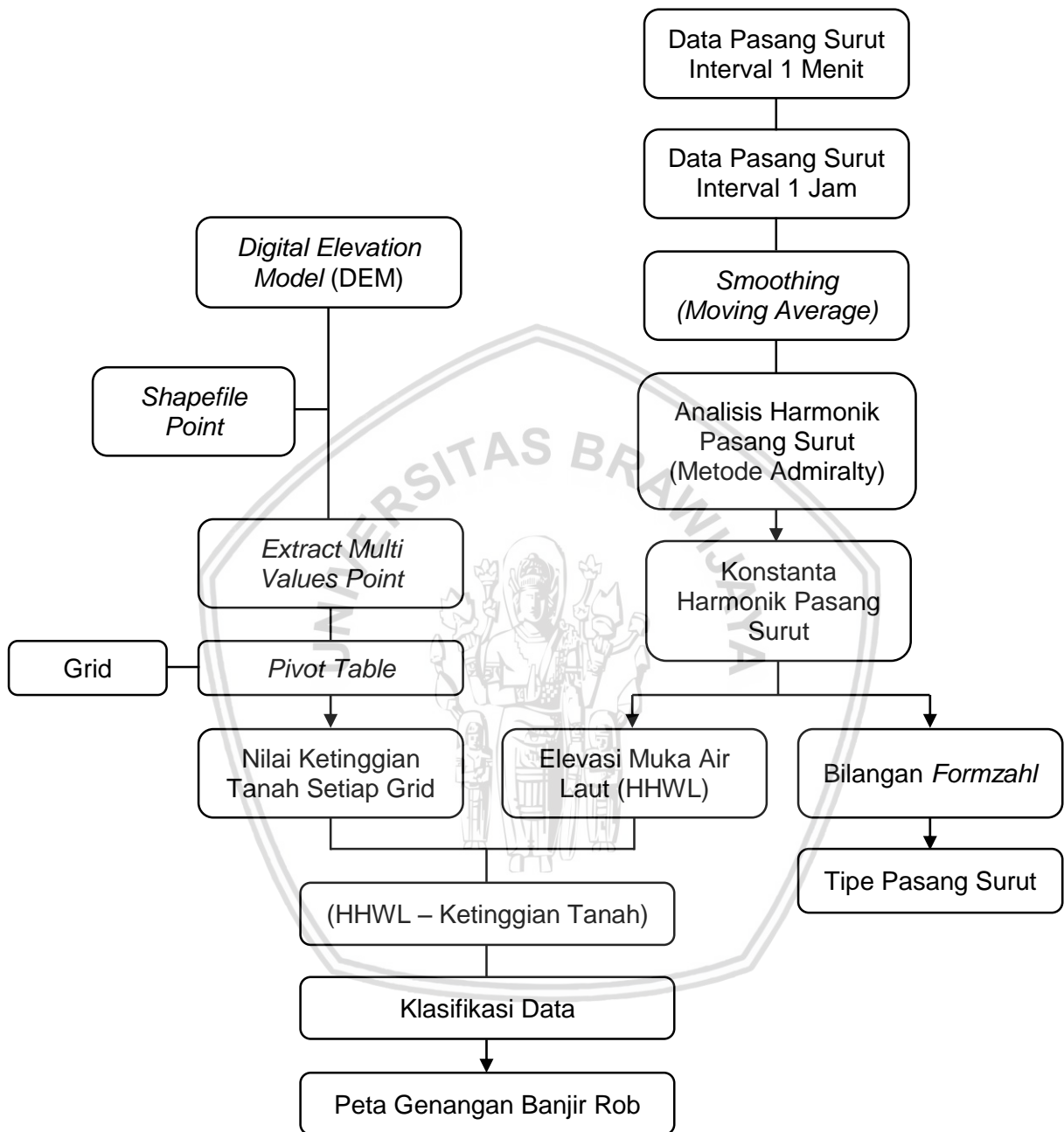
Metode pengumpulan data sekunder pada penelitian ini yaitu dengan cara mengumpulkan dari beberapa sumber. Pada penelitian ini data yang digunakan ada yang bersumber dari instansi maupun dari citra satelit. Data yang digunakan untuk proses pembuatan model banjir rob antara lain:

1. Data ketinggian tanah yang berasal dari data *Digital Elevation Model* (DEM) yang didapatkan dengan cara mengunduhnya pada *website* <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Data DEM yang digunakan pada penelitian ini adalah SRTM 1 *Arc-Second Global* Tahun 2014 yang memiliki resolusi spasial 30 m.
2. Data pasang surut air laut tahun 2017 diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan titik lokasi pengamatan berada di Kota Pekalongan.
3. Data *base map* Indonesia didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (BIG) yang dapat diunduh melalui *website* resmi yaitu <http://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/download/perwilayah/>. dengan skala 1 : 25.000.

3.5 Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan selanjutnya akan diproses untuk mendapatkan parameter pengolahan model banjir rob. Parameter yang pertama yaitu ketinggian tanah yang berasal dari *Digital Elevation Model* (DEM) dan parameter yang kedua adalah nilai pasang tertinggi untuk setiap bulannya pada tahun 2017 yang berasal dari pengolahan data pasang surut milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Pengolahan data dilakukan menggunakan beberapa *software* antara lain Global Mapper 15, ArcGIS 10.3 dan Ms.Excel 2013. Berikut ini

merupakan tahapan pengolahan data pembuatan model genangan banjir rob yang disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Model Genangan Banjir Rob

3.5.1 Ketinggian Tanah

Pembuatan model banjir rob membutuhkan data ketinggian tanah yang pada penelitian ini didapatkan dari data DEM. Menurut Wijaya (2017), DEM merupakan model dari permukaan bumi yang dibuat untuk mempresentasikan ketinggian

suatu wilayah yang berbentuk digital. Pengolahan data DEM dilakukan pada *software* Arc GIS 10.3 dengan cara mengambil informasi ketinggian pada setiap pixelnya. Tahap awal ekstraksi nilai ketinggian tanah dari DEM dengan cara membuat *shapefile point* pada setiap pixel yang kemudian akan digunakan sebagai media untuk meletakkan informasi ketinggian tanah pada setiap pixelnya. Hal tersebut dilakukan agar mendapatkan nilai ketinggian tanah sesuai dengan yang dibutuhkan pada penelitian. Proses ekstraksi nilai DEM menggunakan *tool/ Extract Multi Values Point*. Nilai ketinggian tersebut kemudian akan dirata-ratakan berdasarkan grid pada *software* Ms. Excel menggunakan menu *Pivot Table*. Nilai akhir ketinggian yang didapatkan dari setiap grid akan digunakan sebagai parameter pembuatan model banjir rob.

3.5.2 Pasang Surut

Data pasang surut diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) pada stasiun pengamatan Kota Pekalongan. BIG menyediakan data pasang surut Kota Pekalongan pada periode bulan Januari – Desember tahun 2017. Data pasang surut yang disediakan BIG memiliki interval perekaman yaitu 1 menit sehingga data tersebut perlu dirata-ratakan karena data yang dibutuhkan untuk analisis adalah data pasang surut dengan interval perekaman 1 jam.

Proses mencari nilai pasang surut dengan interval 1 jam menggunakan *software* MySQL. Nilai pasang surut rata-rata yang sudah dihitung kemudian akan di *smoothing* untuk mendapatkan hasil data pasang surut yang lebih baik. Hal tersebut juga dikarenakan data pasang surut tersebut masih berbentuk raw data sehingga masih banyak *noise* yang perlu dihilangkan. Proses *smoothing* ini dilakukan secara manual menggunakan metode *Moving Average* pada Ms.Excel 2013. *Moving Average* (rata-rata bergerak) merupakan suatu metode untuk

memperhalus data melalui penjumlahan dan pencarian rata-rata dari beberapa waktu yang berdekatan (Subagyo, 1986 *dalam* Biri *et al.*, 2013).

Data pasang surut yang telah di *smoothing* selanjutnya akan diolah untuk analisis harmonik pasang surut. Analisis harmonik pasang surut merupakan suatu proses pengolahan data yang bertujuan untuk mencari nilai amplitudo dari data pasang surut dan juga untuk mendapatkan beda fase konstanta harmonik pasang surut (Khasanah dkk, 2017). Pada penelitian ini analisis harmonik pasang surut menggunakan metode *Admiralty*. Proses analisis menggunakan metode *Admiralty* dihitung dengan tabel pada *software* Ms. Excel dengan beberapa skema perhitungan. Tahap perhitungan ini akan menghasilkan nilai konstanta harmonik pasang surut. Nilai konstanta harmonik tersebut selanjutnya digunakan untuk mencari bilangan *Formzahl* sebagai nilai yang akan menunjukkan tipe pasang surut pada perairan pesisir Kota Pekalongan. Rumus yang digunakan untuk menghitung bilangan *Formzahl* yaitu:

$$F = \frac{A(K1) + A(O1)}{A(M2) + A(S2)}$$

Keterangan:

- F : Bilangan *Formzahl*
 A(K1) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik K1
 A(O1) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik O1
 A(M2) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik M2
 A(S2) : Nilai Amplitudo konstanta harmonik S2

Tipe pasang surut diklasifikasikan berdasarkan bilangan *Formzahl* seperti berikut ini:

1. $F \leq 0,25$: Pasang surut harian ganda (*semi-diurnal*)
2. $0,25 < F \leq 1,50$: Pasang surut campuran condong ke harian ganda

3. $1,50 < F \leq 3,00$: Pasang surut campuran condong ke harian tunggal
4. $F > 3,00$: Pasang surut harian tunggal (*diurnal*)

Pada penelitian ini dibutuhkan juga nilai elevasi muka air laut yang akan digunakan sebagai skenario pembuatan model banjir rob pada setiap bulannya. Perhitungan elevasi muka air laut ditentukan menggunakan komponen harmonik pasang surut. Menurut Fadilah (2014), rumus yang digunakan dalam perhitungan elevasi muka air laut yaitu:

- a. MSL (*Mean Sea Level*) : S_0
- b. HHWL (*Highest High Water Level*) : $S_0 + Z_0$
- c. LLWL (*Lowest Low Water Level*) : $S_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + K_1 + O_1 + P_1 + M_4 + MS_4)$

3.5.3 Peta Genangan Banjir Rob

Sasaran utama dari penelitian ini adalah membuat model banjir rob di pesisir Pekalongan. Model tersebut akan digunakan untuk mengidentifikasi wilayah mana saja yang terdampak bencana banjir rob. Metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan model banjir rob yaitu menggunakan bantuan Sistem Informasi Geospasial (SIG). Pada penelitian ini, skenario yang digunakan untuk membuat model banjir rob adalah nilai HHWL: pada setiap bulan pada tahun 2017. Nilai HHWL ini digunakan sebagai skenario banjir rob dengan pertimbangan bahwa dengan nilai pasang tertinggi yang pernah terjadi (HHWL) sudah dapat mewakili dampak dari genangan pada setiap ketinggian pasang yang pernah terjadi di pesisir Pekalongan (Wijaya, 2017). Parameter lain yang digunakan untuk menyusun model banjir rob adalah ketinggian tanah. Daerah yang ketinggian tanahnya berada di bawah nilai pasang tertinggi pada setiap bulannya termasuk wilayah yang tergenang banjir rob. Rumus yang digunakan untuk mengetahui wilayah tergenang dan tinggi banjir rob menurut Wijaya (2017), sebagai berikut:

$$G = HHWL - T$$

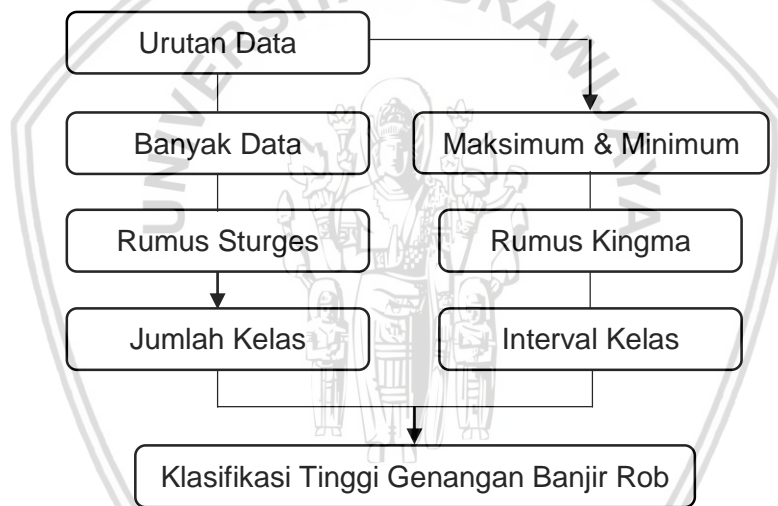
Keterangan:

G : tinggi genangan banjir rob

T : ketinggian tanah

3.5.4 Klasifikasi Data Peta Genangan Banjir Rob

Nilai selisih antara HHWL dengan ketinggian tanah merupakan nilai tinggi genangan banjir rob. Hasil selisih tersebut selanjutnya diklasifikasikan untuk mendapatkan nilai sebaran tinggi banjir rob. Proses penyusunan klasifikasi tinggi banjir rob dijelaskan pada Gambar 10.



Gambar 10. Tahapan Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob

Tahap penyusunan klasifikasi dimulai dengan mengurutkan data genangan banjir rob yang selanjutnya dapat dihitung banyaknya data. Jumlah data tersebut akan dijadikan nilai untuk menentukan jumlah klasifikasi berdasarkan data tinggi genangan banjir rob. Penentuan jumlah kelas untuk tinggi genangan banjir rob pada penelitian ini menggunakan rumus Sturges yaitu:

$$K = 1 + 3,33 \log N$$

Keterangan :

K : jumlah kelas yang akan di cari

N : jumlah data

Interval kelas dihitung dengan menggunakan rumus dari Kingma yang membutuhkan jumlah kelas, nilai maksimum dan minimum dari data. Nilai maksimum dan minimum dapat dicari setelah data diurutkan. Seluruh proses penentuan klasifikasi menggunakan Excel 2013. Rumus dari Kingma yang digunakan untuk menghitung interval kelas yaitu:

$$I = \frac{T - R}{K}$$

Keterangan :

I : interval Kelas

T : nilai Maksimum Data

R : nilai Minimum Data

K : jumlah Kelas

Hasil klasifikasi data tinggi genangan banjir rob yang disimpan dalam bentuk tabel pada Ms.Excel yang disusun berdasarkan grid. Proses selanjutnya adalah menampilkan hasil klasifikasi tersebut dalam bentuk spasial pada ArcGIS 10.3. Fungsi *Join* dimanfaatkan untuk membantu menggabungkan tabel klasifikasi kedalam *shapefile* grid. Fungsi *Join* ini akan bekerja apabila kedua tabel yang digabungkan mengandung *field* yang sama. *Field* tersebut berperan sebagai media penggabung sehingga informasi pada tabel satu dapat ditambahkan pada tabel lainnya (Wismarini, 2014).

3.6 Analisis Data

Tahapan selanjutnya setelah dilakukan pengolahan model genangan banjir rob adalah analisis data. Model yang telah dibuat kemudian dianalisis melalui dua aspek yaitu spasial dan temporal. Hal tersebut dikarenakan tinggi pasang tertinggi air laut setiap bulannya berbeda sehingga genangan banjir rob di daratan juga akan berbeda. Tinggi genangan yang berbeda pada setiap bulannya juga akan menunjukkan distribusi spasial genangan banjir rob yang berbeda oleh karena itu luas wilayah yang tergenang banjir rob pun akan mengalami perubahan.

Analisis ini dilakukan menggunakan *software* ArcGIS 10.3 dengan cara menghitung luas grid-grid berdasarkan klasifikasi ketinggian genangan banjir rob. Perhitungan luasan grid dilakukan dengan memanfaatkan *tool Calculate Geometry* yang berfungsi menghitung luas *field* pada *shapfile*. Grid-grid tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan batas administrasi kecamatan pesisir Pekalongan sehingga didapatkan luasan wilayah yang tergenang banjir rob pada setiap kecamatan. Perhitungan luas genangan banjir rob juga dilakukan pada model bulan-bulan lainnya untuk mendapatkan hasil analisis secara temporal. Hasil luas genangan rob pada setiap bulannya tentu akan menghasilkan nilai yang berbeda-beda sehingga akan menghasilkan distribusi spasial dan temporal seperti tujuan dari penelitian ini.

3.7 Pengujian Model Genangan Banjir Rob

Penelitian ini membutuhkan pengujian agar model yang telah dibuat memiliki nilai validitas yang bisa dijadikan acuan penelitian selanjutnya. Pengujian ini menggunakan dua data yaitu data primer hasil observasi lapangan (validasi) mengenai kondisi sebenarnya dan data hasil interpretasi model genangan banjir rob menggunakan SIG. Tahap pengujian penelitian ini menggunakan metode *Confusion Matrix*. Menurut Mayadewi dan Eli (2015), *Confusion Matrix* adalah

suatu metode untuk menghitung nilai *overall accuracy*, presisi dan *recall*. Metode ini membandingkan setiap kelas pada suatu data model yang sudah dilasifikasikan dan data sebenarnya yang ada di lapangan (Iswari, 2013).

Tabel 4. Model Confusion Matrix

Kelas	Klasifikasi Berdasarkan Model		
	+	-	
Kondisi Sebenarnya	+	<i>True Positives (A)</i>	<i>False Negatives (B)</i>
	-	<i>False Positives (C)</i>	<i>True Negatives (D)</i>

Perhitungan uji model dengan *Confusion Matrix* yang disajikan pada Tabel 4, menggunakan beberapa istilah untuk representasi hasil klasifikasi yaitu sebagai berikut:

- *True Postives (A)* : Jumlah data positif yang benar
- *False Negatives (B)* : Jumlah data negatif yang salah
- *False Positives (C)* : Jumlah data positif yang salah
- *True Negatives (D)* : Jumlah data negatif yang benar

Hasil perhitungan dari nilai A,B,C,D tersebut akan diperoleh nilai akurasi untuk model yang telah dibuat. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *overall accuracy* yaitu:

$$Overall Accuracy = \frac{A + D}{A + B + C + D} \times 100\%$$

Rumus ini juga berlaku untuk pada klasifikasi dengan jumlah kelas yang lebih dari satu (*multi classification*). Konsep perhitungan nilai *overall accuracy* ini yaitu membandingkan antara data yang teridentifikasi benar dengan data keseluruhan sehingga diperoleh persentase yang menunjukkan keakuratan data model.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

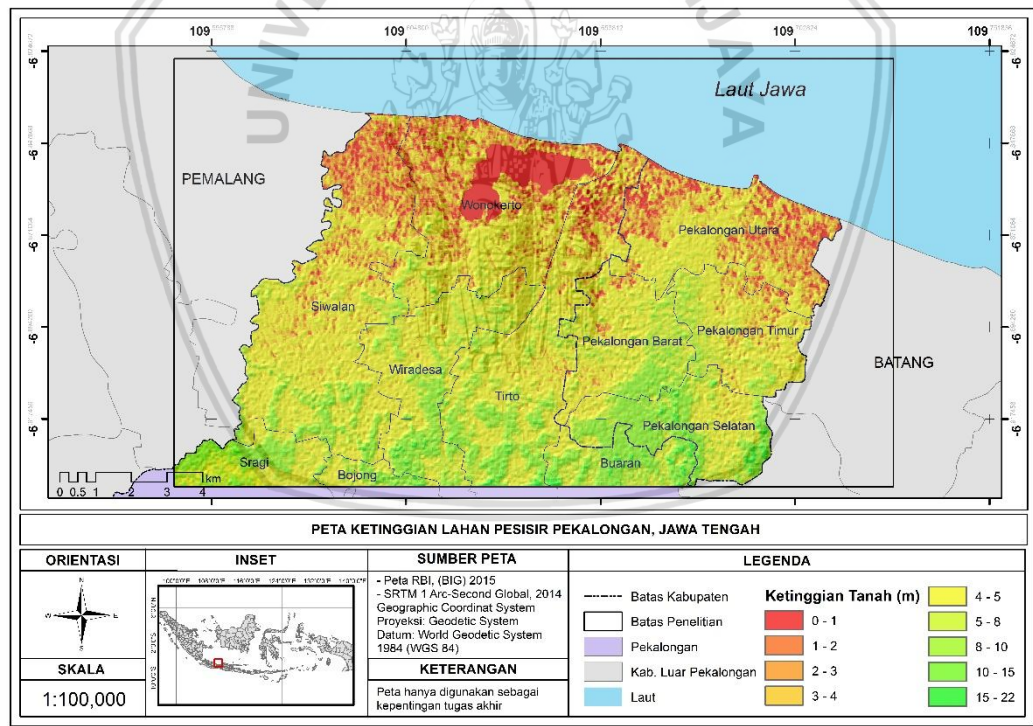
Pesisir Pekalongan terdiri dari dua wilayah administrasi yaitu Kota Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan. Kota Pekalongan membentang antara 6°50'42" – 6°55'44" Lintang Selatan dan 109°37'55" – 109°42'19" Bujur Timur yang merupakan salah satu kota pesisir Utara Pulau Jawa dan termasuk bagian dari Provinsi Jawa Tengah. Ditinjau dari ketinggian tanah yang berkisar antara 1 – 6 meter di atas permukaan air laut, Kota Pekalongan termasuk wilayah dataran rendah. Hal ini menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir rob di Kota Pekalongan. Kepala Dinas Pekerjaan Umum Kota Pekalongan juga menyampaikan, daratan pesisir terutama pemukiman yang lebih rendah dibandingkan dengan muka air laut dan sungai, sehingga ketika air pasang naik akan masuk ke daratan melalui sungai (Pemerintah Kota Pekalongan, 2016).

Menurut Tayubi (2017), kejadian banjir rob ini berdampak langsung pada pemukiman di kecamatan Pekalongan Utara dan Pekalongan Barat pada Desember 2017. Rumah warga yang terkena dampak banjir rob mencapai 8.756 dan menyebabkan kerusakan rumah dan perabot rumah. Walikota Pekalongan mengatakan luas wilayah yang terkena dampak banjir rob mencapai 1.363,13 ha. Tinggi genangan rob yang terjadi di Kota Pekalongan berkisar antara 10 – 100 cm (Susanto, 2018).

Kabupaten Pekalongan juga menjadi salah satu pesisir utara pulau Jawa yang terkena dampak banjir rob. Pada saat terjadi air pasang dan gelombang tinggi, wilayah yang berada di pesisir Kabupaten Pekalongan ikut tergenang banjir rob. Bahkan, pada beberapa wilayah banjir sudah mencapai ketinggian 1 m. Wilayah yang rawan tergenang banjir rob antara lain Wonokerto, Pecakaran dan Jeruksari (Bernandi, 2018).

4.2 Ketinggian Tanah

Hasil dari pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) didapatkan klasifikasi berupa ketinggian tanah. Data ini akan digunakan sebagai parameter untuk mendapatkan model ketinggian banjir rob. Penyajian parameter ketinggian tanah ini dibagi menjadi 10 kelas dengan mengklasifikasikan secara detail ketinggian tanah 1 – 5 meter pada 5 kelas pertama. Hal tersebut dikarenakan peneliti ingin mencari variasi pada ketinggian di bawah 5 meter di atas permukaan laut (mdpl) yang terdapat kemungkinan terkena dampak banjir rob. Pada Gambar 11 ditunjukkan bahwa wilayah penelitian berada di ketinggian antara 0 – 22 mdpl. Wilayah yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa memiliki ketinggian dibawah 4 mdpl yang ditunjukkan pada klasifikasi berwarna merah dan orange.



Gambar 11. Peta Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan

Berdasarkan hasil analisis didapatkan empat kecamatan yang berada pada wilayah yang paling rendah yaitu kecamatan Siwalan, Wonokerto dan Tirto untuk di Kabupaten Pekalongan sedangkan di Kota Pekalongan, yaitu kecamatan

Pekalongan Utara merupakan yang paling rendah. Hasil analisis dijelaskan pada Tabel 6 bahwa klasifikasi ketinggian tanah 0 – 1 mdpl di empat kecamatan tersebut memiliki luasan yang paling tinggi dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Pada kecamatan Wonokerto mencapai 511,3546 ha, pada kecamatan Pekalongan Utara yaitu 191,5918 ha, kecamatan Siwalan 127,8732 ha dan kecamatan Tirta seluas 73,6687 ha. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Kasbullah dan Muhammad (2014), bahwa ketiga kecamatan di Kabupaten Pekalongan tersebut berada pada ketinggian yang tergolong rendah sedangkan wilayah kecamatan Pekalongan Utara berada pada ketinggian yang lebih rendah dari Kabupaten Pekalongan.



Tabel 5. Luas Klasifikasi Ketinggian Tanah Pesisir Pekalongan

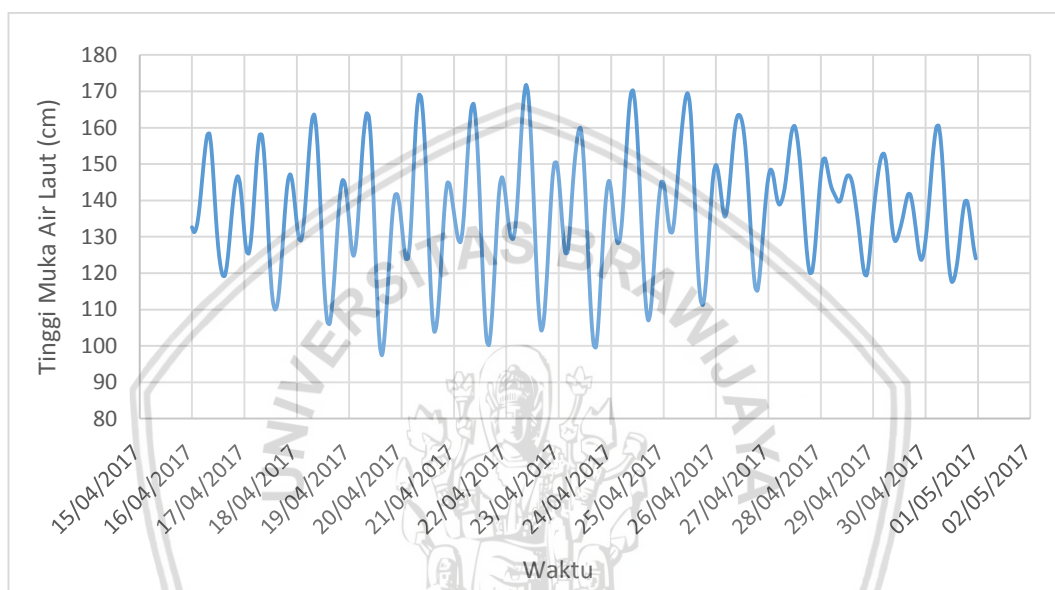
Kecamatan	Ketinggian Tanah (ha)									Total
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-8	8-10	10-15	15-22	
Bojong	0	0	0,0948	0,8534	4,5261	69,7888	40,4036	62,4816	4,4341	182,5824
Buaran	0	0	0	0,6165	3,2105	82,8635	113,1425	283,6495	39,9458	523,4283
Siwalan	127,8732	255,5342	343,5272	375,8189	369,0686	849,2082	253,6705	180,3242	1,3769	2756,4019
Sragi	0	0	0,1896	1,1379	6,8111	186,8086	159,7942	183,8129	2,4169	540,9712
Tirto	73,6687	97,6231	130,9213	154,3144	184,5622	699,9954	323,6193	281,3069	16,7055	1962,7168
Wiradesa	1,5968	6,5851	22,7711	54,4006	99,7476	558,5969	292,9692	241,4873	8,0708	1286,2254
Wonokerto	511,3546	289,4452	392,8926	316,866	200,6904	321,0392	62,5429	15,3808	0,0649	2110,2766
Pekalongan Barat	9,472	15,1056	37,3953	61,6667	92,4709	435,4781	246,7572	135,4004	0,3787	1034,1249
Pekalongan Selatan	0	0,7074	8,2602	22,7036	37,5247	293,6073	188,9073	419,5074	30,9729	1002,1908
Pekalongan Timur	11,704	36,4839	80,6094	115,8756	133,0769	382,5004	177,2308	33,5377	0	971,0187
Pekalongan Utara	191,5918	259,5824	296,8905	261,5037	189,1736	331,1274	20,2451	0,4101	0	1550,5246
Total	927,2611	961,0669	1313,552	1365,7573	1320,8626	4211,0138	1879,2826	1837,2988	104,3665	13920,4616

Keterangan

- Kabupaten Pekalongan
- Kota Pekalongan

4.3 Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut perairan Pekalongan menggunakan data tahun 2017 dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data hasil perekaman kemudian di *smoothing* untuk menghilangkan *noise* sehingga didapatkan data yang lebih normal dan siap dilakukan analisis selanjutnya. Grafik pasang surut perairan Pekalongan bulan April 2017 disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April 2017

Analisis pasang surut di perairan Pekalongan bertujuan untuk mengetahui tipe dan elevasi pasang surut yang akan dijadikan skenario untuk mendapatkan model genangan banjir rob. Analisis pasang surut dilakukan secara temporal menggunakan data perekaman pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2017 untuk mendapatkan elevasi setiap bulannya. Metode yang digunakan untuk analisis pasang surut pada penelitian ini adalah metode *Admiralty*.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Admiralty* didapatkan nilai *Formzahl* (F) pada perairan Pekalongan setiap bulannya yang ditunjukkan pada Tabel 6. Pada tabel tersebut dijelaskan bahwa nilai *Formzahl* setiap bulannya berbeda-beda namun jika dilihat kembali nilai-nilai tersebut masih termasuk dalam

satu klasifikasi pasang surut yaitu $0,25 < F < 1,50$ sehingga tipe pasang surut perairan Pekalongan dikategorikan campuran condong ke harian ganda. Hal tersebut berarti di perairan Pekalongan dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ketinggian yang berbeda-beda.

Tabel 6. Nilai *Formzahl* Perairan Pekalongan

Waktu	Formzahl
Januari	0,96
Februari	0,99
Maret	0,36
April	0,35
Mei	0,36
Juni	1,042
Juli	1,12
Agustus	0,26
September	1,04
Oktober	1,01
November	1,04
Desember	0,94

Pada penelitian ini, parameter lain yang dibutuhkan untuk mendapatkan model genangan banjir rob adalah elevasi muka air laut. Nilai elevasi muka air laut didapatkan dari perhitungan analisis komponen harmonik pasang surut menggunakan metode *Admiralty* sehingga didapatkan nilai amplitudo (A) dan keterlambatan fase (g°) tiap komponennya. Komponen harmonik pasang surut yang dihitung antara lain $S_0, M_2, S_2, N_2, K_1, O_1, M_4, MS_4, K_2,$ dan P_1 . Hasil analisis komponen harmonik pasang surut bulan April di perairan Pekalongan disajikan pada Tabel 7.

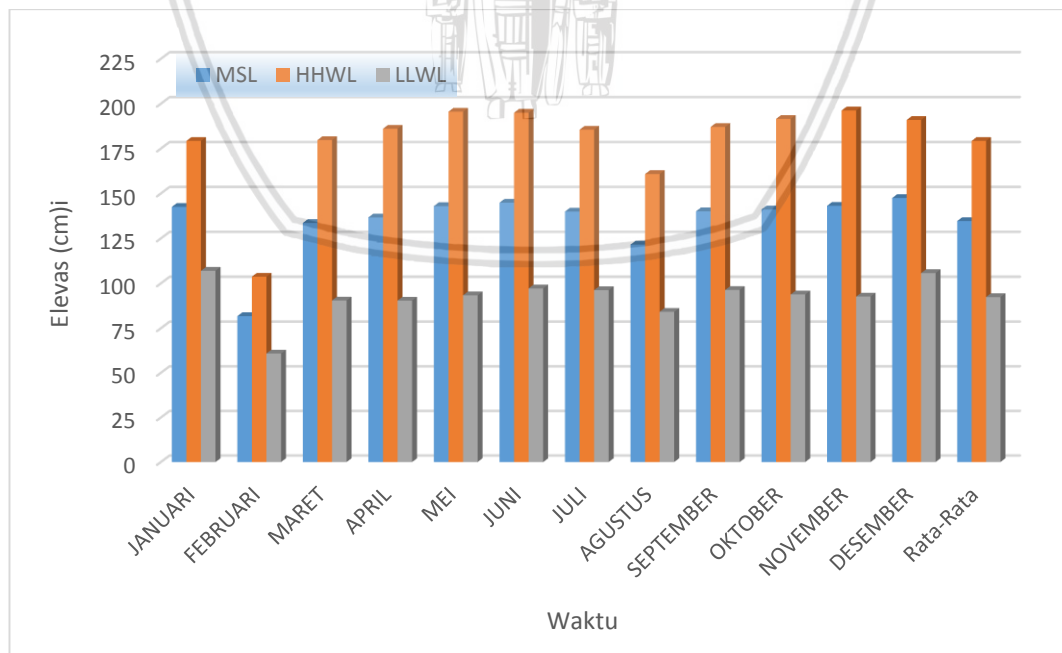
Tabel 7. Komponen Harmonik Pasang Surut Perairan Pekalongan Bulan April

	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	137	13	13	4	3	8	5	3	0	1
g		316	284	3	284	108	102	108	86	268



Nilai elevasi muka air laut yang didapatkan dari hasil perhitungan komponen harmonik pasang surut antara lain *Highest High Water Level* (HHWL), *Mean Sea Level* (MSL) dan *Lowest Low Water Level* (LLWL). Elevasi muka air laut juga dihitung setiap bulannya sehingga didapatkan nilai elevasi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini, elevasi yang digunakan untuk membuat model genangan banjir rob adalah HHWL.

Pada grafik yang disajikan Gambar 13 dapat dilihat bahwa elevasi muka air laut di perairan Pekalongan cukup bervariasi setiap bulannya. Pada bulan-bulan tertentu elevasi muka air laut cukup tinggi yang menjadi penyebab terjadinya banjir rob. Hasil yang didapat pada perhitungan elevasi muka air laut menunjukkan pada bulan Mei, Juni, November dan Desember terjadi pasang tertinggi pada tahun 2017 yaitu lebih dari 190 cm bahkan di bulan November mencapai 196 cm. Hal tersebut tentunya menyebabkan wilayah daratan akan tergenang air pasang yang masuk ke daratan mengingat banyak wilayah Pekalongan yang berada di bawah ketinggian 1 mdpl.



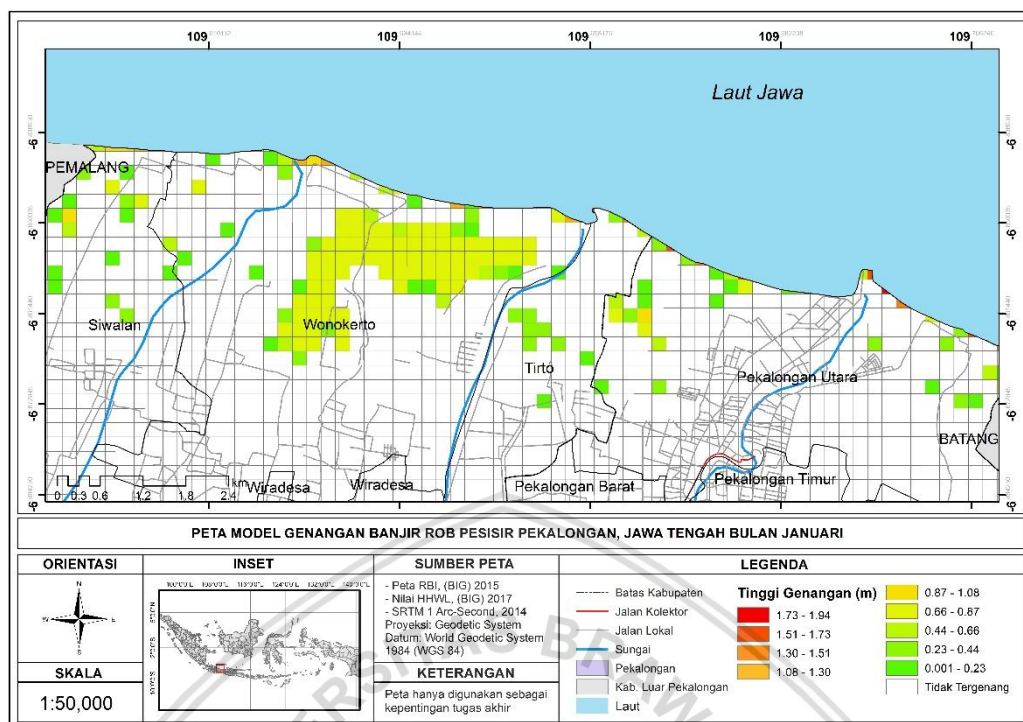
Gambar 13. Grafik Nilai Elevasi Muka Air Laut Perairan Pekalongan 2017



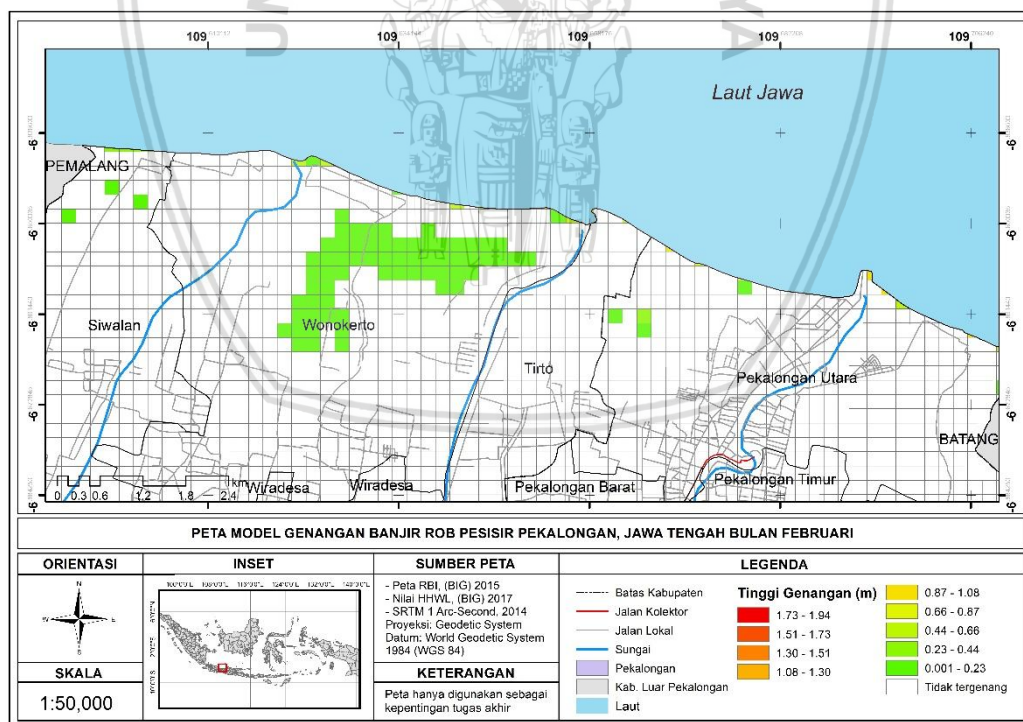
4.4 Peta Genangan Banjir Rob

Peta genangan banjir rob dibuat untuk melihat daerah-daerah yang terkena dampak pasang air laut. Peta genangan banjir rob dibuat berdasarkan dua parameter yaitu ketinggian tanah pesisir Pekalongan dan HHWL perairan Pekalongan tahun 2017. Prinsip pembuatan peta banjir rob adalah parameter ketinggian tanah yang berada lebih rendah dibandingkan muka air laut ketika pasang yang dalam penelitian ini digunakan nilai HHWL, maka daerah tersebut akan tergenang air pasang. Pembuatan model genangan banjir rob pada penelitian ini menggunakan sebuah asumsi bahwa tidak adanya bangunan pelindung pantai yang dapat menahan air pasang ataupun gelombang yang masuk ke daratan.

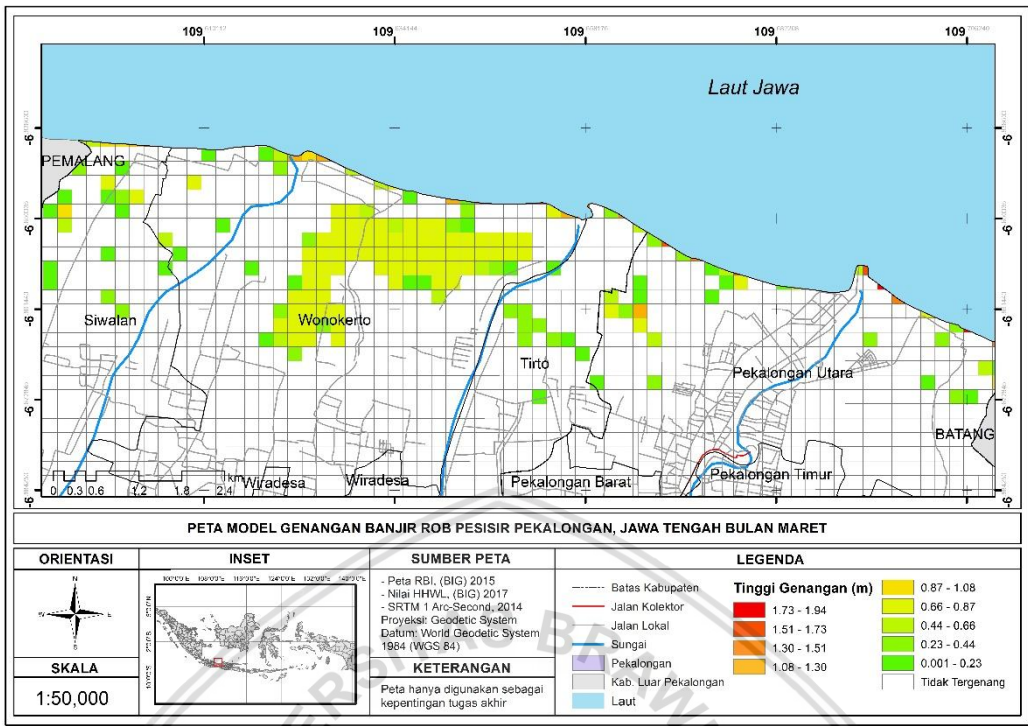
Peta banjir rob diklasifikasikan menjadi 10 kelas berdasarkan ketinggian genangan. Metode yang digunakan untuk membagi kelas genangan yaitu *Equal Interval*. *Equal Interval* merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengelompokkan data ke dalam *subrange* dengan interval yang sama (Crisana, 2014). Hasil dari pembuatan model untuk bulan Januari sampai Desember disajikan pada Gambar 14 sampai Gambar 25 secara berurutan. Pada peta dapat dilihat bahwa terdapat kesamaan antara bulan Januari sampai Desember yaitu sebaran genangan banjir rob menggenangi wilayah pesisir Pekalongan yang berbatasan langsung dengan laut. Kecamatan-kecamatan di Pekalongan yang terkena dampak banjir rob yaitu Siwalan, Wonokerto, Tirto dan Pekalongan Utara. Perbedaan yang terlihat dari peta setiap bulannya adalah tinggi genangan pada setiap gridnya. Hal tersebut dikarenakan tinggi pasang air laut yang berbeda-beda pada bulan Januari sampai Desember. Sebaran spasial genangan banjir rob paling sedikit ditunjukkan pada peta bulan Februari dengan HHWL 104 cm sedangkan sebaran tertinggi yaitu pada bulan Mei dan November dengan nilai HHWL 196 cm.



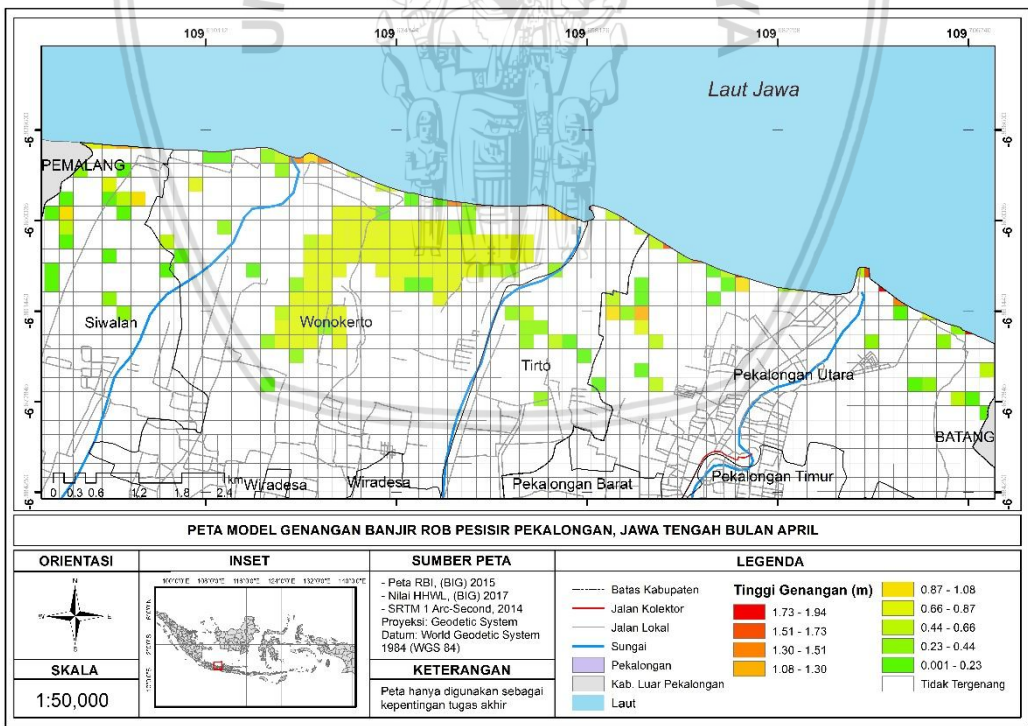
Gambar 14. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Januari



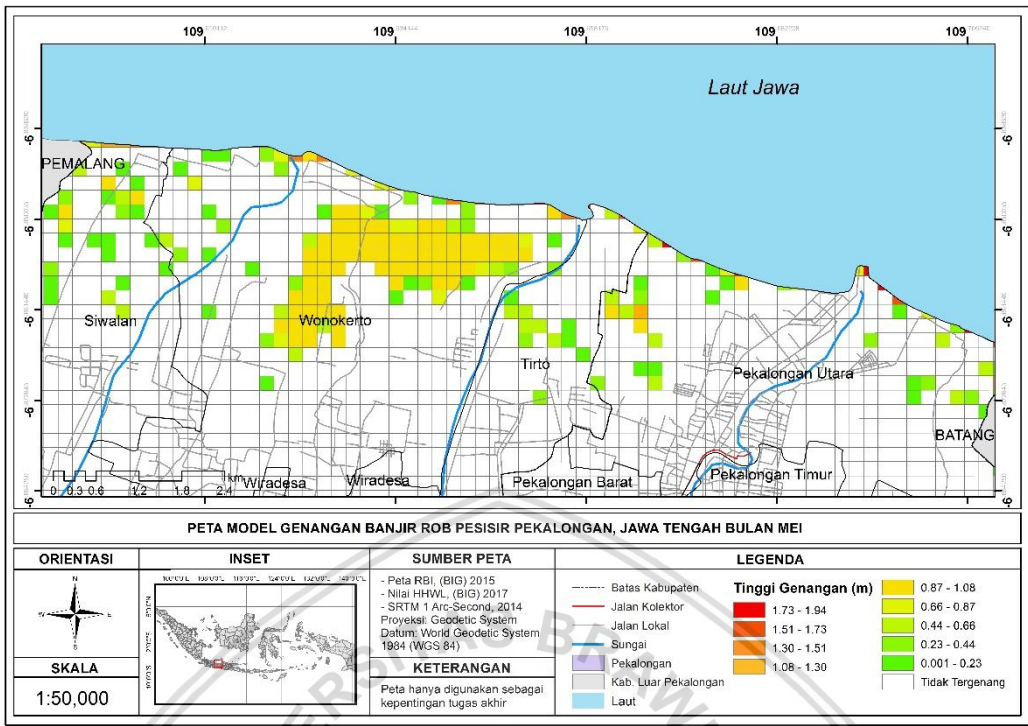
Gambar 15. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Februari



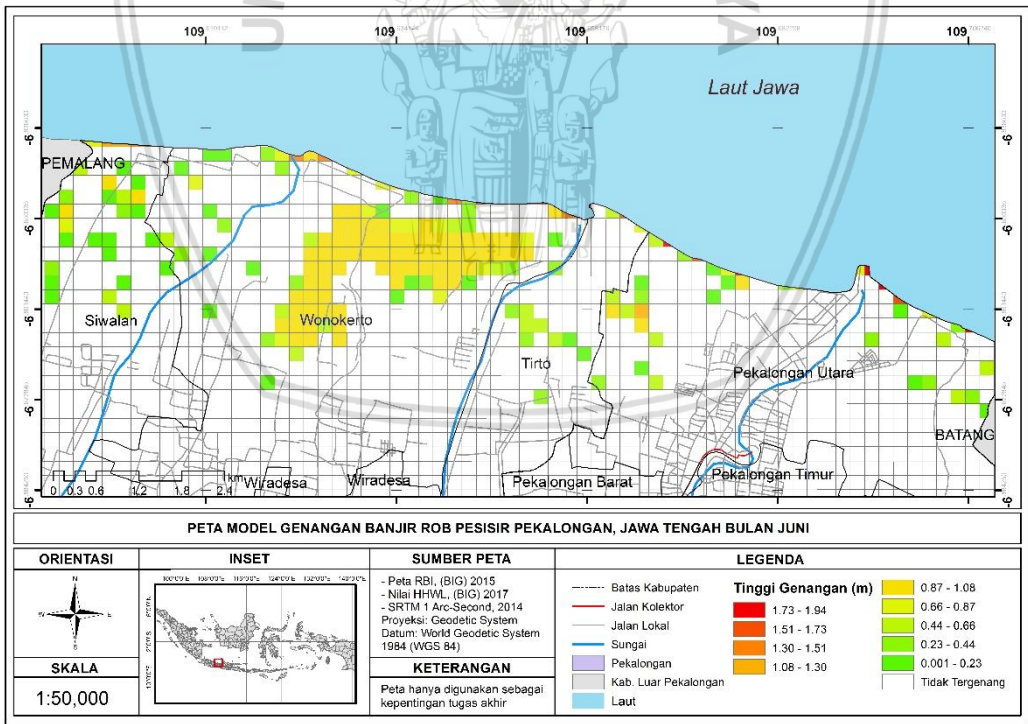
Gambar 16. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Maret



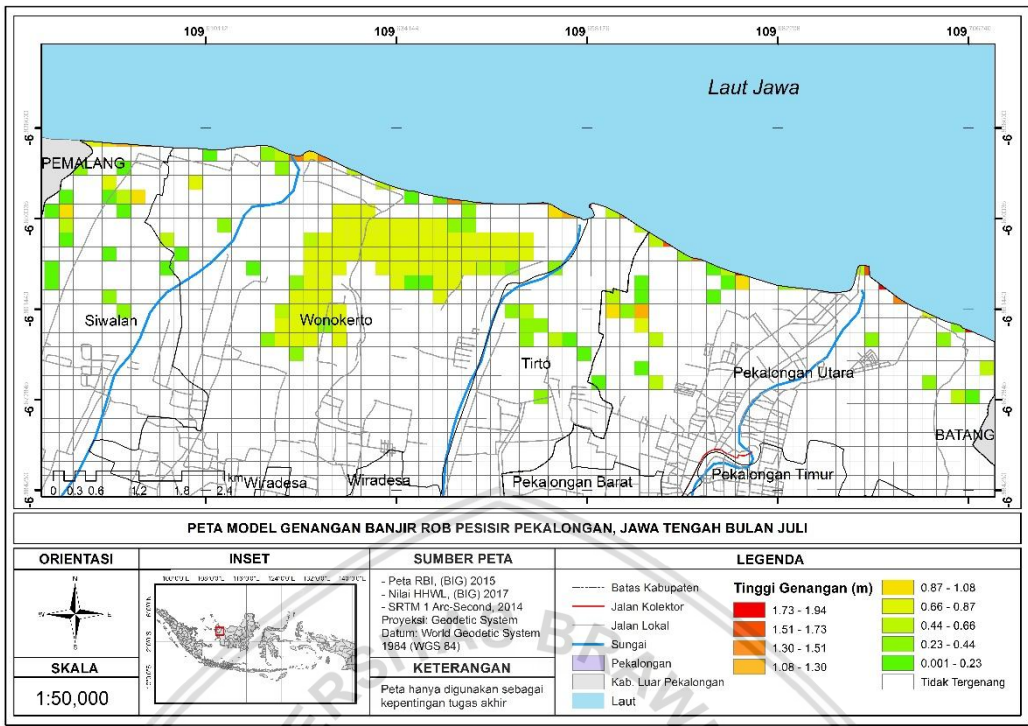
Gambar 17. Peta Genangan Banjir Rob Bulan April



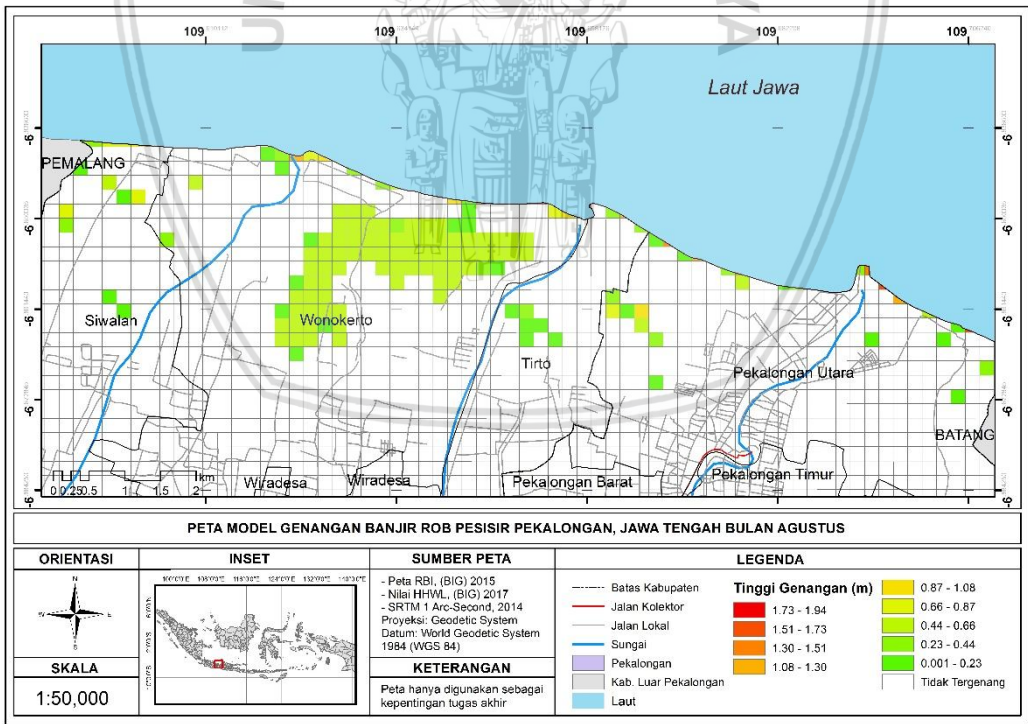
Gambar 18. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Mei



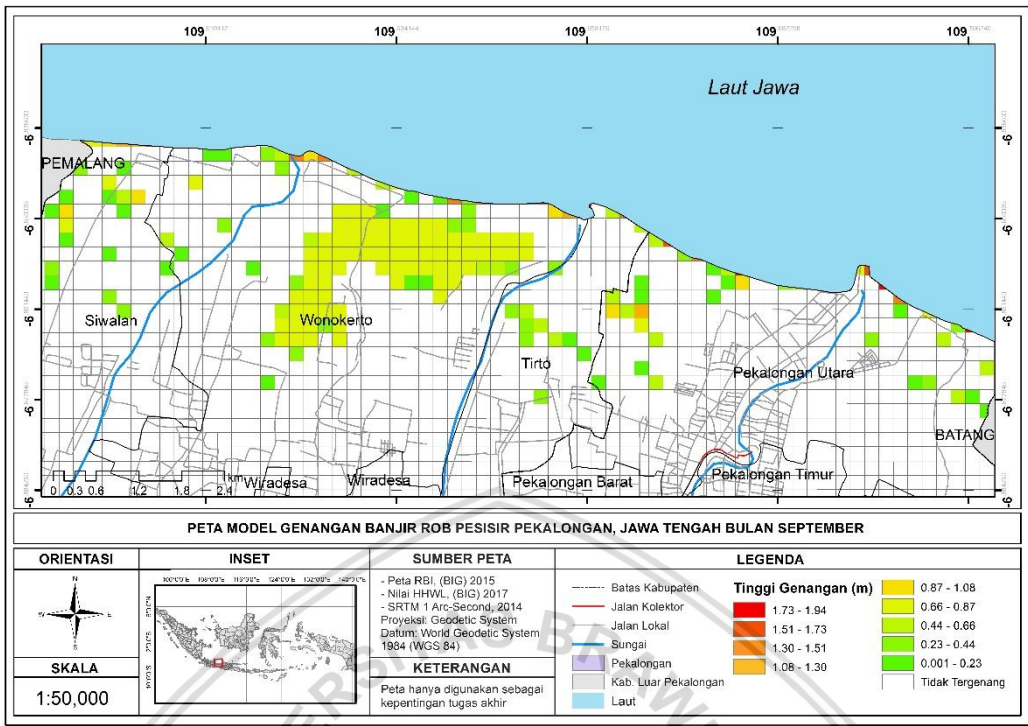
Gambar 19. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juni



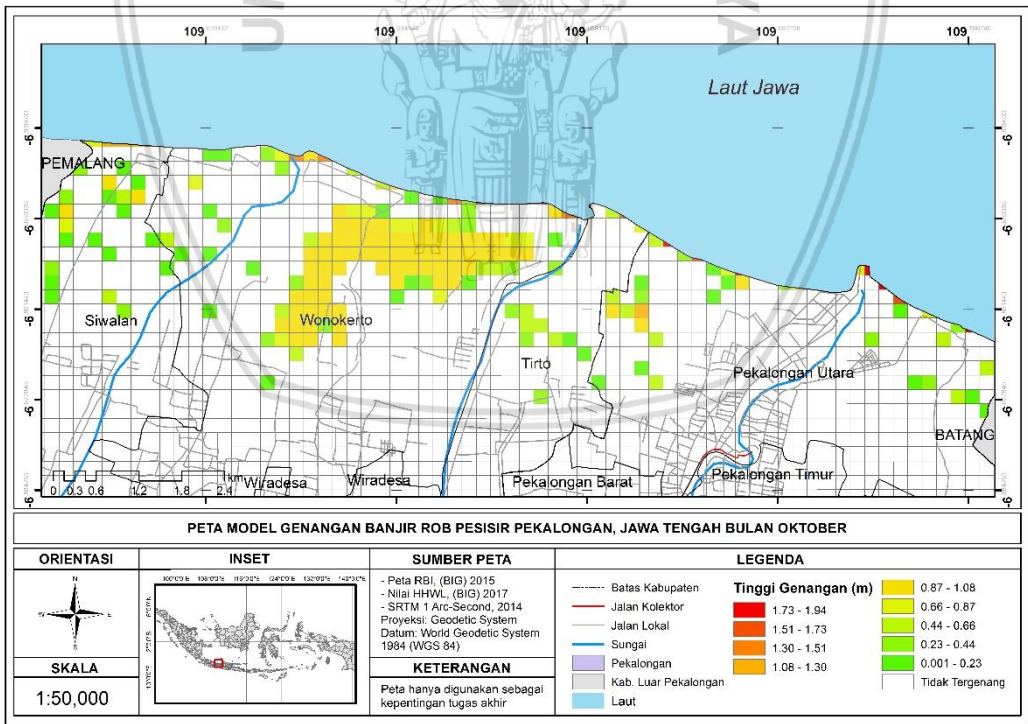
Gambar 20. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Juli



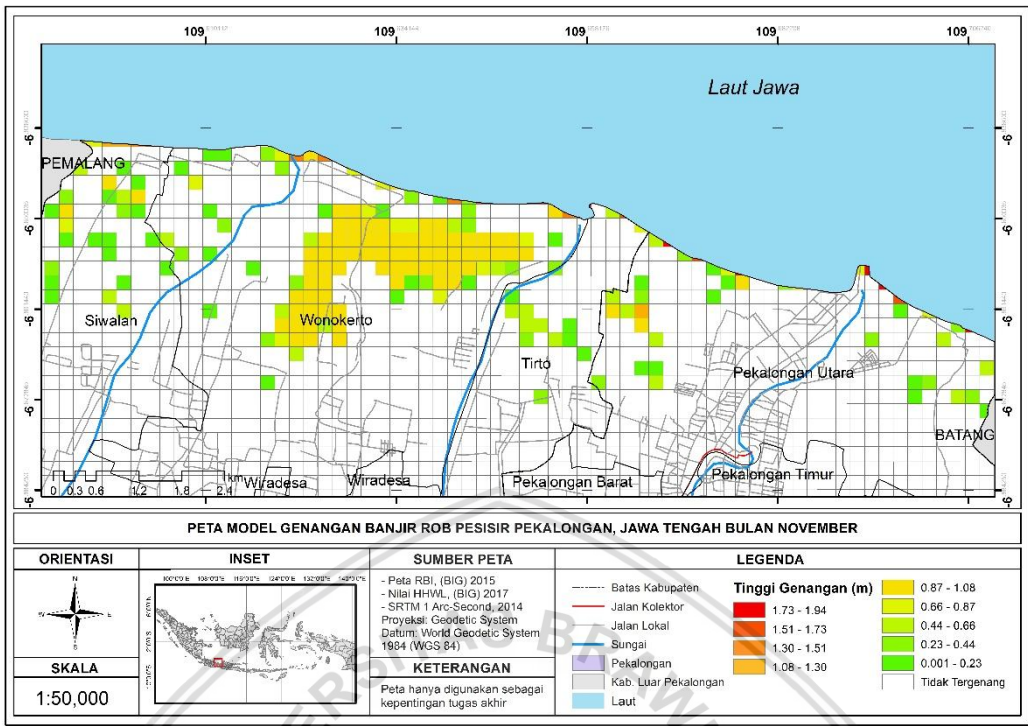
Gambar 21. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Agustus



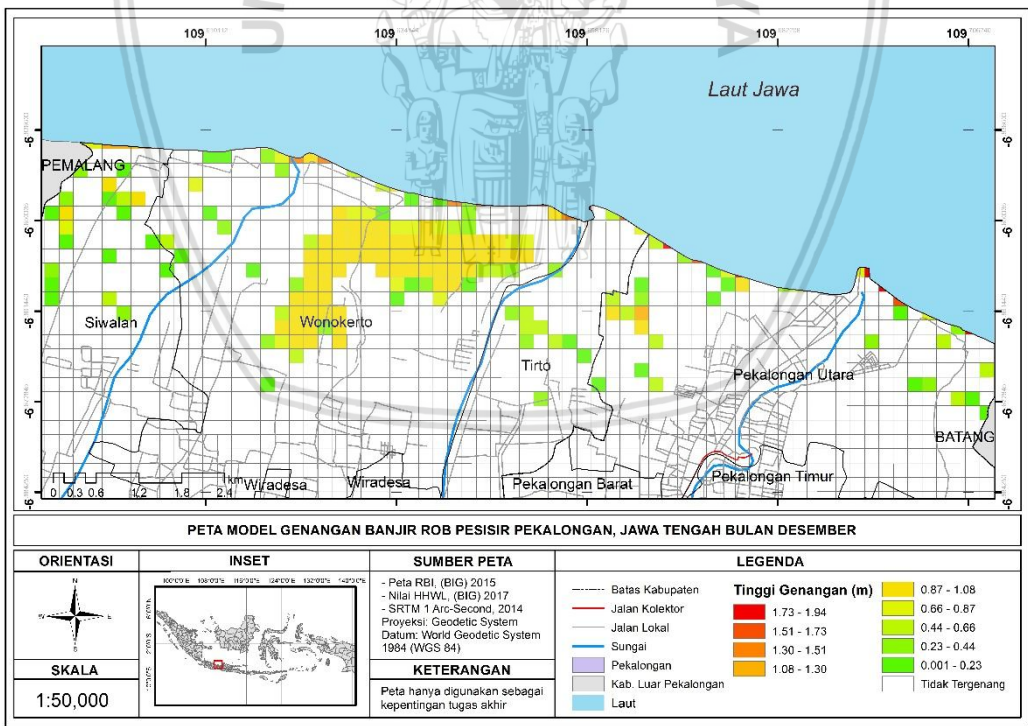
Gambar 22. Peta Genangan Banjir Rob Bulan September



Gambar 23. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Oktober



Gambar 24. Peta Genangan Banjir Rob Bulan November



Gambar 25. Peta Genangan Banjir Rob Bulan Desember

4.4.1 Analisis Berdasarkan Tinggi Genangan

Berdasarkan model yang telah dibuat didapatkan klasifikasi tinggi banjir rob yang menggenangi wilayah pesisir Pekalongan. Klasifikasi tinggi genangan dibagi menjadi 10 kelas seperti yang dijelaskan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Klasifikasi Tinggi Genangan Banjir Rob

Kelas	Tinggi Genangan (m)
1	1,724 – 1,940
2	1,509 – 1,724
3	1,293 – 1,509
4	1,078 – 1,293
5	0,862 – 1,078
6	0,647 – 0,862
7	0,432 – 0,647
8	0,216 – 0,432
9	0,001 – 0,216
10	Tidak Tergenang

Berdasarkan hasil perhitungan tinggi genangan banjir rob pada tahun 2017 (Tabel 9) didapatkan nilai genangan terendah yaitu 0,001 m atau 1 mm dan nilai genangan tertinggi mencapai 1,940 m. Tabel 10 menyajikan nilai genangan minimum dan maksimum tahun 2017. Tinggi genangan terendah sebesar 0,001 m terjadi pada bulan Mei dan bulan November. Tinggi genangan tertinggi mencapai 1,940 m juga terjadi pada bulan Mei dan November di tahun 2017.

Tabel 9. Tinggi Minimum dan Maksimum Genangan Banjir Rob

Bulan	Minimum	Maximum
Januari	0.01	1.77
Februari	0.02	1.02
Maret	0.004	1.78
April	0.003	1.84
Mei	0.001	1.94
Juni	0.01	1.93
Juli	0.013	1.83

Bulan	Minimum	Maximum
Agustus	0.018	1.59
September	0.013	1.85
Oktober	0.002	1.90
November	0.001	1.94
Desember	0.012	1.89
Tahun 2017	0,001	1,94

Berdasarkan analisis tersebut kemudian didapatkan juga tinggi genangan yang mendominasi di pesisir Pekalongan pada tahun 2017 yaitu 0,960 m. Nilai tersebut masuk pada kelas 5 yang berwarna kuning dan jika dilihat pada peta, kelas dengan warna kuning merupakan kelas yang mendominasi. Pada tabel 9 ditunjukkan bahwa tinggi genangan maksimum terjadi pada bulan Mei dan bulan November yaitu mencapai 1,94 m. Penyebabnya adalah tinggi HHWL pada bulan Mei dan November merupakan tinggi pasang tertinggi pada tahun 2017 yaitu 1,96 m. Hasil tersebut selaras dengan hasil wawancara pada warga yang menyatakan bahwa pada tahun 2017 puncak tertinggi terjadinya banjir rob adalah pada bulan April - Mei dan November - Desember. Pada bulan November - Desember tinggi banjir rob juga meningkat karena memasuki musim penghujan dimana debit air bertambah. Bahkan di beberapa wilayah yang berada dekat dengan sungai, juga merasakan dampak luapan air sungai sehingga tinggi genangan semakin meningkat. Hal ini selaras dengan penelitian Kasbullah dan Muhammad (2014), yang menyatakan bahwa ketika musim hujan ketinggian genangan banjir rob di pesisir Pekalongan mencapai maksimum 150 cm.

Angka tersebut cukup tinggi dan akan mengganggu aktivitas warga bahkan jika sampai menggenang terus menerus tanpa pernah surut kembali. Hal tersebut juga ditemukan pada saat observasi lapang dan wawancara kepada warga bahwa di kecamatan Wonokerto dan Pekalongan Utara terdapat wilayah yang semula dimanfaatkan sebagai sawah namun pada awal tahun akhir tahun 1990 sampai

awal tahun 2000 air laut masuk ke daratan dan tidak pernah surut lagi sehingga warga merubah fungsi sawah di wilayah tersebut menjadi tambak. Namun, air laut terus menerus naik dan saat ini tambak tersebut sudah tidak bisa lagi dimanfaatkan karena sudah tenggelam. Menurut warga setempat ketinggiannya lebih dari 1 m dan bisa terus naik (Gambar 26).



Gambar 26. Sawah yang Tergenang dan Beralih Fungsi Menjadi Tambak

Penelitian yang dilakukan Marfai *et al* (2013), menggunakan skenario tinggi genangan 135 cm. Angka tersebut didapatkan berdasarkan tinggi pasang tertinggi dan rata-rata kenaikan muka air laut sehingga didapatkan tinggi genangan maksimum. Sedangkan pada penelitian ini, tinggi genangan maksimum yaitu mencapai 1,94 m. Perbedaan tersebut disebabkan karena perbedaan sumber data pasang surut yang digunakan. Penelitian tersebut menggunakan data pasang surut yang disediakan oleh Dinas Kelautan dan Perikanan sedangkan penelitian ini menggunakan data Badan Informasi Geospasial (BIG). Penelitian tersebut juga tidak spesifik mencantumkan tinggi genangan yang terjadi pada setiap wilayah sehingga kurang efektif untuk dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan dan perencanaan pembangunan karena model hanya dibuat menggunakan satu skenario. Sedangkan setiap ketinggian banjir rob memiliki dampak yang berbeda-beda seperti apabila terdapat genangan di jalan dengan ketinggian 6 cm tidak akan mengganggu aktivitas dibandingkan dengan ketinggian 30 cm.

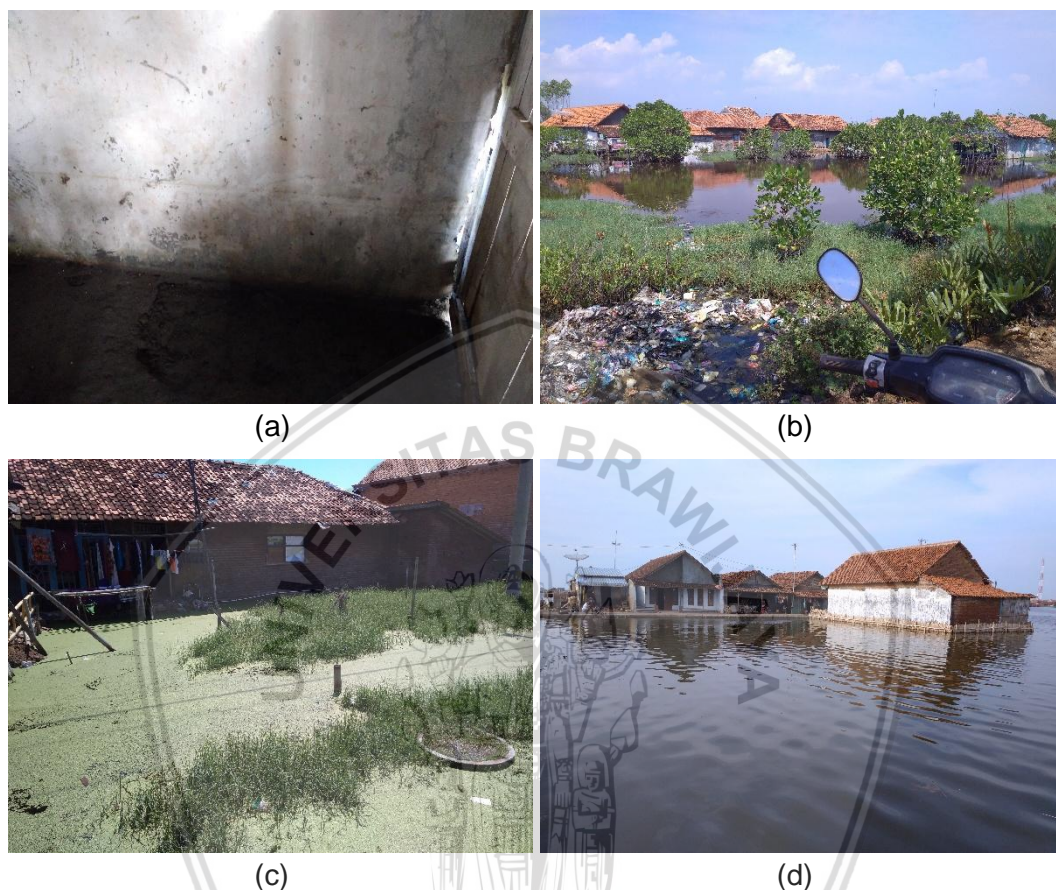
4.4.2 Analisis Berdasarkan Administrasi

Proses analisis juga dilakukan berdasarkan administrasi yaitu kecamatan-kecamatan yang ada di pesisir kabupaten maupun kota Pekalongan. Berdasarkan peta yang telah dibuat, diketahui bahwa terdapat empat kecamatan yang terkena dampak banjir rob yaitu kecamatan Siwalan, Tirto, Wonokerto dan Pekalongan Utara. Pada Gambar 28, disajikan grafik hasil perhitungan luasan wilayah yang terkena dampak banjir rob berdasarkan kecamatan. Berdasarkan Gambar 28, diketahui secara jelas bahwa seluruh bulan menunjukkan hasil yang sama yaitu wilayah kecamatan Wonokerto merupakan kecamatan yang paling luas tergenang oleh banjir rob namun dengan luasan yang berbeda-beda. Hal yang sama juga dilihat pada grafik bahwa wilayah yang terkena dampak banjir rob namun dengan luasan yang paling sedikit pada bulan Januari-Desember adalah kecamatan Tirto.

Keempat kecamatan tersebut berada pada ketinggian tanah yang cukup rendah dan berbatasan langsung dengan perairan Laut Jawa di sebelah utara. Hal itu menyebabkan wilayah tersebut merasakan langsung aktivitas pasang air laut sehingga sering mengalami kejadian banjir rob. Kecamatan Wonokerto terkena dampak banjir rob paling luas pada seluruh bulan. Penyebabnya, selain kecamatan Wonokerto berada pada ketinggian tanah yang rendah, kecamatan Wonokerto memiliki wilayah garis pantai yang paling panjang mencapai 5,8 m sehingga wilayah pesisir yang terkena dampak oleh naiknya air laut ketika pasang juga sangat luas.

Banjir rob yang menggenangi empat kecamatan tersebut tentunya berdampak pada banyak aspek seperti rusaknya sarana prasarana publik, rusaknya rumah warga, lingkungan yang menjadi tidak sehat dan meruginya petani tambak dan sawah. Kondisi rumah warga di empat kecamatan itu sangat memprihatinkan, bagi warga yang mempunyai biaya lebih, mereka meninggikan rumahnya sebagai bentuk adaptasi. Namun, banyak warga yang tidak mampu

akhirnya pasrah dengan keadaan rumah yang tergenang banjir rob. Berikut ini gambaran mengenai keadaan wilayah yang tergenang banjir rob di empat kecamatan pesisir Pekalongan (Gambar 27).

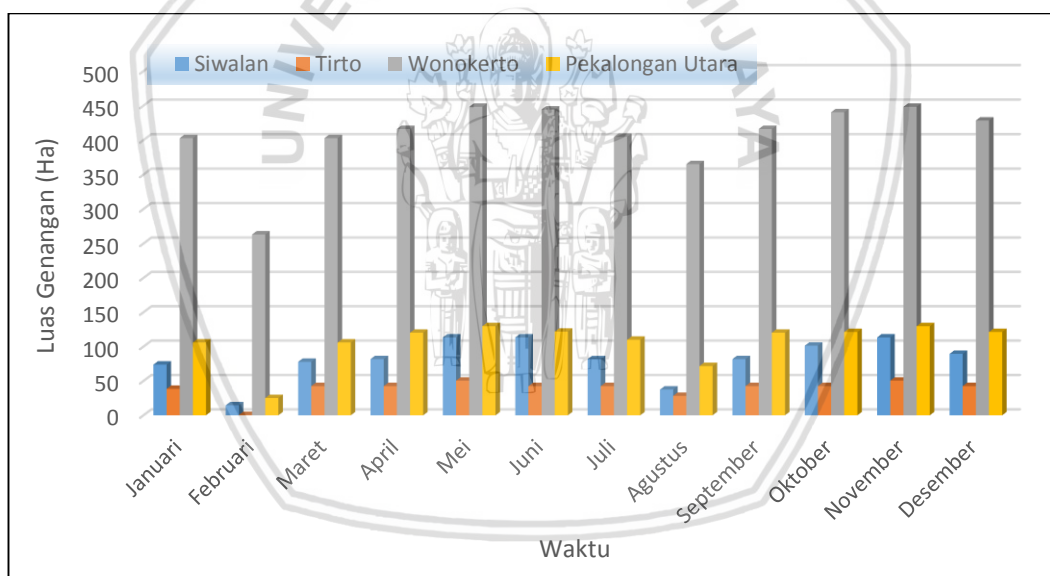


Gambar 27. Banjir rob di pesisir Pekalongan (a) Siwalan (b) Wonokerto (c) Tirto (d) Pekalongan Utara

Pada penelitian Kasbullah dan Muhammad (2014), dijelaskan bahwa hasil model yang dibuat, banjir rob di pesisir Kabupaten Pekalongan melanda tiga kecamatan yaitu Tirto, Wonokerto dan Siwalan. Namun, pada penelitian tersebut wilayah yang paling parah mengalami genangan banjir rob adalah kecamatan Tirto sedangkan pada penelitian ini kecamatan Wonokerto merupakan yang paling parah. Hal tersebut dikarenakan perbedaan data ketinggian tanah yang digunakan. Pada penelitian tersebut digunakan data ketinggian tanah berupa titik tinggi (*height spot*) sedangkan penelitian ini menggunakan data DEM yang

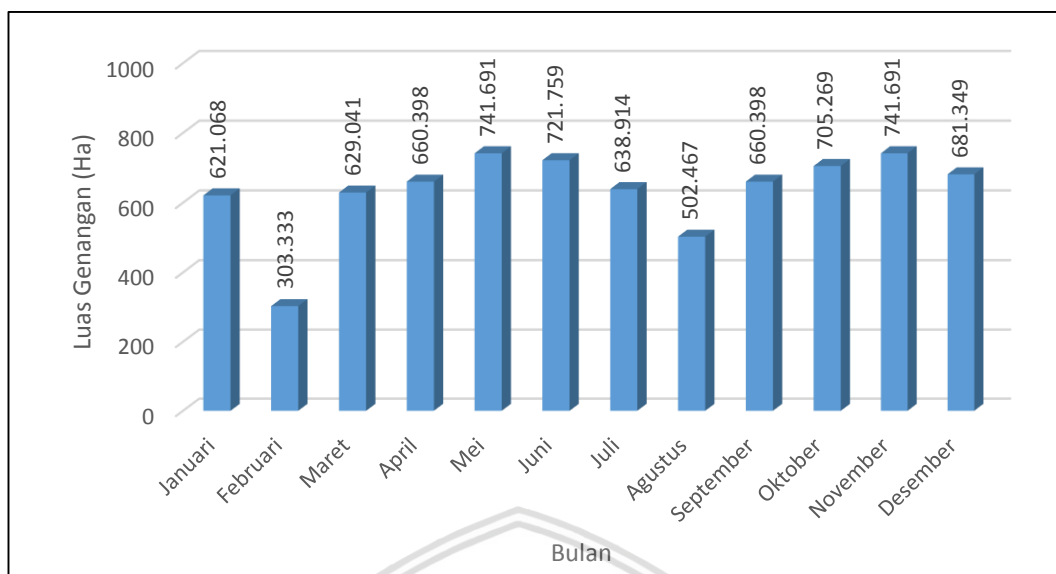
merupakan data model elevasi sehingga adanya bias yang dihasilkan pada hasil model genangan banjir rob.

Pada model yang telah dibuat di wilayah kota Pekalongan, banjir rob hanya melanda kecamatan Pekalongan Utara. Hal ini disebabkan karena seperti tiga kecamatan lainnya yaitu berbatasan langsung dengan utara Laut Jawa dan berada pada ketinggian yang relatif rendah. Hasil ini selaras dengan penelitian Marfai *et al* (2013), yang menyatakan bahwa area yang paling luas tergenang banjir rob adalah Pekalongan Utara. Banjir rob di Kota Pekalongan paling banyak menggenangi wilayah pemukiman dan sawah yang akan berdampak besar terhadap lingkungan, infrastruktur seperti jalan dan pemukiman warga yang rusak serta kualitas pangan akibat air laut yang menggenang.



Gambar 28. Grafik Luas Genangan Banjir Rob Berdasarkan Kecamatan

Genangan banjir rob di pesisir Pekalongan memiliki variasi ketinggian setiap bulannya tergantung dengan nilai HHWL. Perbedaan ketinggian tersebut tentunya akan menghasilkan luasan genangan yang berbeda juga pada setiap bulannya. Gambar 29 menunjukkan grafik total luas genangan pada bulan Januari - Desember tahun 2017.



Gambar 29. Grafik Total Luas Wilayah yang Terkena Dampak Banjir Rob

Grafik tersebut menjelaskan bahwa genangan banjir rob menyebar paling luas pada bulan Mei dan November yaitu mencapai 741,17 ha sedangkan pada bulan Februari, luas genangan yang diakibatkan banjir rob paling rendah seluas 303,3 ha. Hasil luas genangan banjir rob selaras dengan hasil tinggi genangan dimana luas genangan ini juga dipengaruhi oleh tinggi HHWL pada setiap bulannya, semakin tinggi HHWL maka semakin luas juga genangan yang terbentuk di daratan. Pada bulan Mei dan November HHWL mencapai tinggi maksimum sedangkan bulan Februari HHWL minimum pada tahun 2017.

4.4.3 Analisis Lama Genangan

Pada wawancara yang dilakukan dengan narasumber yaitu warga pesisir Pekalongan, didapatkan informasi mengenai tinggi genangan, lama genangan, dan intensitas kejadian banjir rob seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Wawancara

Kecamatan	Desa	Grid	Latitude	Longitude	Intensitas /bulan	Durasi*
Pekalongan Utara	Degayu	25_086	-6.870685°	109.701326°	± 4 hari	4 jam
		22_087	-6.865908°	109.703372°	± 4 hari	5 jam
		21_087	-6.863488°	109.703139°	± 4 hari	8 jam

Kecamatan	Desa	Grid	Latitude	Longitude	Intensitas /bulan	Durasi*
	Krapyak Lor	20_084	-6.861689°	109.697700°	± 4 hari	4 - 5 jam
		17_082	-6.856999°	109.693002°	± 3 hari	5 jam
	Panjang Wetan	18_072	-6.858091°	109.675945°	± 4 hari	1 hari
		17_073	-6.856993°	109.677004°	± 7 hari	4 - 5 jam
		23_073	-6.867812°	109.677490°	± 7 hari	2 hari
		18_077	-6.858880°	109.684649°	± 5 hari	5 jam
	Kandang Panjang	25_068	-6.870944°	109.668814°	± 5 hari	1 hari
Bandengan	25_067	-6.870964°	109.665278°	± 5 hari	10 jam	
Tirto	Jeruk Sari	27_058	-6.874232°	109.650189°	± 4 hari	4 jam
	Mulyorejo	26_059	-6.872484°	109.652377°	± 5 hari	6 jam
		27_058	-6.874232°	109.650189°	± 5 hari	4 - 5 hari
Wonokerto	Wonokerto Kulon	11_048	-6.845995°	109.632435°	± 3 hari	4 - 6 jam
		23_042	-6.867642°	109.621003°	± 4 hari	1 hari
		23_044	-6.866360°	109.624554°	± 3 hari	3 - 7 hari
	Semut	10_037	-6.843992°	109.613090°	± 5 hari	4 jam
		10_035	-6.843098°	109.609728°	± 7 hari	3 jam
	Tratebang	24_041	-6.869211°	109.619586°	± 7 hari	5 jam
Siwalan	Depok	09_031	-6.841755°	109.601711°	± 5 hari	4 jam

Keterangan:

* Durasi genangan banjir rob berdasarkan data wawancara

Menurut pernyataan warga tinggi genangan banjir rob yang biasa terjadi yaitu sebatas mata kaki (± 7 cm) hingga lutut orang dewasa (± 50 cm). Bahkan pada beberapa tempat ditemukan bekas genangan banjir rob mencapai 60 – 70 cm. Tinggi genangan tersebut tentunya sangat mengganggu aktivitas masyarakat di pesisir Pekalongan. Mulai dari sarana publik seperti jalan, sekolah dan universitas serta prasarana publik lainnya yang tergenang banjir rob (Gambar 30). Selain itu, kerugian juga di rasakan oleh petani yang sawahnya yang terendam air asin sehingga tanaman di dalamnya akan mati. Petani tambak juga terkena dampak negatif dari banjir rob yaitu air pasang yang masuk ke daratan dan

menggenangi kolam akan menyebabkan tambak meluap dan mengakibatkan hilangnya ikan-ikan di tambak. Hal tersebut tentunya akan menyebabkan kerugian yang sangat besar dan berpengaruh terhadap kesejahteraan petani.



Gambar 30. Sarana Jalan Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob

Banjir rob juga berdampak pada rumah-rumah warga dan menyebabkan lingkungan pemukiman menjadi tidak sehat. Pada salah satu rumah warga didapati bekas genangan banjir rob mencapai 42 cm. Berdasarkan hasil wawancara, biasanya banjir rob menggenangi wilayah pesisir Pekalongan berkisar antara 4 – 5 jam. Air laut naik dan masuk ke daratan pada sore hari sekitar pukul 5 sore dan kemudian terus naik hingga mulai surut sekitar pukul 10 malam. Hal ini terjadi kurang lebih 7 - 10 hari pada setiap bulan. Namun, di beberapa wilayah yang cukup jauh dari garis pantai seperti di Kecamatan Pekalongan Utara dan Wonokerto, genangan banjir rob biasanya surut dalam waktu kurang lebih 3 - 7 hari seperti pada Gambar 31. Durasi genangan yang sangat lama itu disebabkan tidak adanya akses air keluar atau kembali ke laut seperti sungai. Jadi, air laut yang masuk ke daratan terjebak dan butuh waktu lama untuk bisa surut kembali.

Hal ini sangat berdampak pada terganggunya kegiatan sehari-hari warga setempat.



Gambar 31. Pemukiman yang Tergenang Banjir Rob Hingga Satu Minggu

Adaptasi yang dilakukan oleh masyarakat setempat yaitu meninggikan rumah mereka yang semakin lama semakin tenggelam oleh air pasang. Bahkan ditemukan beberapa rumah yang sudah ditinggikan lebih dari setengah tinggi aslinya. Pada saat banjir rob datang, masyarakat berinisiatif untuk membuat tanggul sendiri di rumahnya agar air rob tidak menggenangi rumah. Namun, berbeda dengan masyarakat yang memiliki keterbatasan dalam ekonomi, mereka hanya bisa pasrah pada keadaan bahwa rumahnya tergenang banjir rob hampir setiap hari. Beberapa rumah pun sudah ditinggalkan penghuninya karena dirasa sudah tidak layak untuk dijadikan tempat tinggal (Gambar 32).



Gambar 32. Rumah yang Sudah Ditinggalkan Penghuninya

Banjir rob merupakan bencana yang bersifat temporal atau berlangsung terus menerus bahkan bertambah parah. Hal tersebut tentunya akan memberikan dampak negatif bagi pesisir baik pemukiman, sawah, tambak dan sarana publik. Mitigasi yang sebaiknya dilakukan untuk meminimalisir dampak dari kejadian banjir rob ini adalah dengan membangun tanggul di sepanjang garis pantai. Selain itu, sebaiknya Pemerintah dan masyarakat bekerjasama untuk melakukan mitigasi bencana seperti pembatasan pembangunan wilayah pesisir karena apabila wilayah pesisir mulai banyak dibangun pemukiman ataupun gedung-gedung tentunya akan menyebabkan pengambilan air tanah secara besar-besaran dan terjadi penurunan tanah sehingga memperparah kejadian banjir rob.

4.4.4 Pengujian Model Genangan Banjir Rob

Hasil model genangan banjir rob, didapatkan wilayah-wilayah yang tergenang maupun tidak tergenang. Model tersebut selanjutnya harus diuji apakah sesuai dengan keadaan sebenarnya atau tidak. Observasi lapang dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai keadaan di lapang berdasarkan titik-titik yang sudah ditentukan. Pada saat observasi didapatkan beberapa wilayah yang memang tergenang karena banjir rob, ada juga wilayah yang memang tergenang

setiap saat bukan karena banjir rob seperti tambak, dan wilayah yang tidak tergenang. Pada beberapa wilayah terdapat genangan akibat banjir rob yang sudah permanen dan tidak bisa surut. Berdasarkan hasil wawancara, hal tersebut dikarenakan wilayah-wilayah tersebut cukup jauh dari laut maupun sungai sehingga sulitnya air keluar dari wilayah tersebut.

Pengujian model menggunakan metode *Confusion Matrix* dengan membandingkan nilai klasifikasi pada model dengan hasil observasi lapang seperti yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengujian Model Menggunakan *Confusion Matrix*

Kelas	Peta Model Genangan Banjir Rob Bulan April										Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Kondisi Lapangan	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	4
	5	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	5
	9	0	0	0	0	0	1	1	0	2	4	8
	10	1	0	1	0	0	0	1	0	1	5	9
Total											36	

Nilai akurasi didapatkan antara informasi di lapangan yang diwakilkan oleh titik observasi yang berjumlah 36 titik dan model genangan banjir rob bulan April tahun 2017. Hasil validasi pada Tabel 10 selanjutnya dihitung menggunakan rumus *overall accuracy* untuk mendapatkan nilai akurasi keseluruhan. Berikut ini perhitungan nilai *overall accuracy*:



$$\begin{aligned} \text{Overall Accuracy} &= \frac{3 + 0 + 1 + 1 + 2 + 0 + 1 + 1 + 2 + 5}{36} \times 100\% \\ &= \frac{16}{36} \times 100\% \\ &= 44,44\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi menggunakan *Confusion Matrix* didapatkan nilai akurasi. Nilai *overall accuracy* yang didapatkan dari model ini yaitu sebesar 44,44%. Hasil akurasi yang rendah dalam penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain data ketinggian tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan data perekaman tahun 2014 sedangkan penelitian dilakukan pada tahun 2018 sehingga tentu saja terdapat kemungkinan perubahan yang terjadi pada kondisi lapang.

Alasan lain yang menyebabkan akurasi model rendah adalah kurangnya titik observasi dikarenakan banyak lokasi yang sudah tenggelam sehingga tidak dapat dijangkau. Kemungkinan lain adalah model dibuat untuk rata-rata satu bulan sedangkan genangan banjir rob bersifat sangat temporal, seperti pada saat observasi didapatkan ketinggian banjir rob pada pagi hari dengan malam hari sangat berbeda. Hal-hal tersebut tentunya akan sangat mempengaruhi hasil dari akurasi model genangan banjir rob.

Berdasarkan data yang digunakan pada penelitian ini yang menjadi salah satu penyebab nilai akurasi yang rendah adalah data ketinggian lahan (DEM). Data DEM yang digunakan yaitu SRTM, yang merupakan suatu data model yang diambil melalui RADAR. Kelebihan dari data SRTM adalah proses perekaman yang tidak terpengaruh oleh cuaca atau siang dan malam dikarenakan RADAR mampu menembus awan. Namun, yang menjadi kekurangannya adalah data SRTM dihitung pada ketinggian yang ada di atas tanah. Apabila tanah tersebut ditutupi oleh rumah maka tinggi yang direkam adalah tinggi rumah tersebut bukan tinggi tanah. Sehingga bias yang dihasilkan oleh data DEM SRTM cukup besar.

Sebelumnya pernah dilakukan penelitian mengenai pembuatan model banjir rob di Kota Pekalongan oleh Marfai *et al.*, (2013) dan di Kabupaten Pekalongan oleh Kasbullah dan Muhammad (2014), keduanya tidak melakukan pengujian dari model genangan banjir rob. Penelitian tersebut hanya melakukan analisis spasial dari model yang telah dibuat dan dampaknya pada penggunaan tanah tertentu. Penelitian ini menjadi modifikasi dari penelitian sebelumnya yaitu berupa pengujian model yang dibuat. Pengujian model tentunya akan sangat berpengaruh terhadap kelayakan suatu model untuk pemanfaatan selanjutnya. Apabila model dianggap tidak layak, maka peneliti dapat mengidentifikasi alasan yang menjadi penyebabnya dan dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya.

Pada penelitian ini menggunakan pengujian model menggunakan metode *Confusion Matrix*. Metode ini memiliki kelebihan yaitu proses perhitungan/pengujian yang sederhana hanya dengan membandingkan nilai kelas berdasarkan model dengan nilai kelas pada kondisi sebenarnya. Namun, kelemahan dari metode ini adalah membutuhkan jumlah titik sampel yang cukup banyak untuk mendapatkan nilai akurasi yang tinggi sehingga apabila dalam sebuah penelitian hanya memiliki titik sampel yang sedikit akan didapatkan nilai akurasi yang rendah.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada pembahasan sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tinggi banjir rob yang menggenangi pesisir Pekalongan sepanjang tahun 2017 yaitu berkisar antara 0,001 – 1,940 m. Tinggi genangan maksimum terjadi pada bulan Mei dan November dan tinggi yang mendominasi wilayah pesisir Pekalongan yaitu 0,960 m.
2. Terdapat 4 kecamatan di pesisir Pekalongan yang terdampak genangan banjir rob yaitu kecamatan Siwalan, Wonokerto, Tirto dan Pekalongan Utara. Kecamatan terluas yang terdampak yaitu kecamatan Wonokerto di tahun 2017 dengan luas tertinggi mencapai 448,26 ha pada bulan Mei dan November, sedangkan kecamatan yang paling rendah luas wilayah terdampaknya adalah Tirto. Selain wilayah pesisir yang relatif rendah dan berbatasan langsung dengan laut, hal tersebut dikarenakan kecamatan Wonokerto memiliki garis pantai terpanjang dibandingkan kecamatan lainnya dan Tirto memiliki garis pantai yang paling pendek.
3. Model yang telah diuji dengan metode *Confusion Matrix* menggunakan data observasi lapangan diperoleh nilai akurasi sebesar 44,44%. Nilai tersebut termasuk rendah untuk akurasi sebuah model. Hal ini disebabkan karena data ketinggian tanah yang digunakan adalah data citra dan waktu perekaman tahun 2014, selain itu kurangnya titik observasi dan genangan banjir rob yang bersifat sangat temporal sehingga dapat berubah sewaktu-waktu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Secara teknis sebaiknya data yang digunakan untuk mendapatkan nilai ketinggian tanah adalah data titik elevasi (*high spot*) atau data topografi dari LIDAR agar mendapatkan nilai yang lebih real.
2. Penambahan parameter kenaikan muka air laut, penurunan tanah dan *run off* sebagai salah satu jalur masuknya air pasang ke daratan.
3. Titik sampel observasi lapang sebaiknya ditambahkan untuk mendapatkan nilai akurasi yang lebih baik.
4. Penelitian lanjutan mengenai lama genangan banjir rob.

Sementara untuk aplikasi dari penelitian ini diharapkan dengan adanya model mengenai banjir rob di wilayah - wilayah pesisir diharapkan menjadi himbauan bagi masyarakat untuk dapat lebih tanggap terhadap bencana tersebut. Selain itu, model ini dapat dijadikan acuan untuk pemerintah dalam pencegahan dan penanggulangan bencana banjir rob.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad. 2010. *Kerugian Bangunan Perumahan Akibat Rob dan Arah Kebijakan Penanganannya di Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang*. Tesis. Universitas Diponegoro
- Arief L.N., Purnama B.S., Trias A. 2012. Pemetaan Risiko Bencana Banjir Rob Kota Semarang. *The 1st Conference on Geospatial Information Science and Engineering*. Teknik Geodesi. Universitas Diponegoro
- Asnawati dan Galih P.K. 2011. Sistem Informasi Geografis (SIG) Fasilitas-Fasilitas yang Ada di Kota Bengkulu Berbasis Web. *Jurnal Media Infotama* **7** (2)
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2017. Kabupaten Pekalongan Dalam Angka 2017. Kabupaten Pekalongan
- Badan Pusat Statistik Kota Pekalongan. 2017. Kota Pekalongan Dalam Angka 2017. Kota Pekalongan
- Bernardi, Robby. 2018. Gelombang tinggi, ribuan rumah di pekalongan terendam rob. <https://news.detik.com/jawatengah/>. Diakses pada 12 Juli 2018 pukul 10.18 AM
- Biri, R., Yohanes, A.R.L., Marline, S.P. 2013. Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Kota Palu. *Jurnal Ilmiah Sains* **13** (1)
- Crisana, C.N. 2014. *Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Analisis Perbandingan Metode Klasifikasi Autocorrelation Based Regioclassification (Acrc) dan Non-Acrc untuk Data Spasial*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor
- Desmawan, Bayu Trisna. 2012. *Adaptasi Masyarakat Kawasan Pesisir Terhadap Banjir Rob di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Pusat Studi Kependudukan dan Kebijakan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Djaelani, A.R. 2013. Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif. *Majalah Ilmiah Pawiyatan* **20** (1)

- Fadilah., Suripin., Dwi, P.S. 2014. Menentukan Tipe Pasang Surut dan Muka Air Rencana Perairan Laut Kabupaten Bengkulu Tengah Menggunakan Metode Admiralty. *Maspari Journal* **6** (1): 1-12
- Gumilang, G.S. 2016. Metode Penelitian Kualitatif dalam Bidang Bimbingan dan Konseling. *Jurnal Fokus Konseling* **2** (2): 144-159
- Hamidi. 2012. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Berbasis Web Penyebaran Dana Bantuan Operasional Sekolah. *Jurnal Masyarakat Informatika*. **2** (3)
- Hidayati, I.N. 2013. Pengaruh Ketinggian dalam Analisis Kemasuk-Akalan (Plausibility Function) untuk Optimalisasi Klasifikasi Penggunaan Lahan. Fakultas Geografi. UGM. *Globe* **15** (1): 1 - 11
- Holli, M., M. Zainuri., Firman, F.M. 2012. Pemodelan Genangan Banjir Pasang Air Laut di Kabupaten Sampang Menggunakan Citra Alos dan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Kelautan* **5** (1)
- Khasanah, I.U., S. Wirdinata dan Q. Guvil. 2017. Analisis Harmonik Pasang Surut untuk Menghitung Nilai Muka Surutan Peta (Chart Datum) Stasiun Pasut Sibolga. *Seminar Nasional Strategi Pengembangan Infrastruktur ke-3 (SPI-3)* **10** (17): 243-249
- Marfai, M.A., Djati M., Ahmah C., Fitria N., Hari P. 2013. Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob Berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan. *Jurnal Bumi Lestari* **13** (2): 244-256
- Marfai, M.A., Nursakti A.P., Taufik H., Anang W.N., Muammar G. 2011. Model Kerentanan Wilayah Pesisir Berdasarkan Perubahan Garis Pantai Dan Banjir Pasang. Percetakan Pohon Cahaya: Yogyakarta
- Mudin, Y., Pramana, I. 2015. Mapping of Tsunami Disaster Risk Based Spatial In Palu. *Jurnal Gravitasi* **14** (2)
- Novianti. 2009. Aplikasi Sistem Informasi Geografis Pendidikan Kota Depok Berbasis Web Menggunakan Quantum GIS. Universitas Gunadarma. Jakarta
- Nugroho, S.H. 2013. *Prediksi Luas Genangan Pasang Surut (Rob) Berdasarkan Analisis data Spasial di Kota Semarang, Indonesia*. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi* **40** (1): 71-78

- Pemerintah Kota Pekalongan. 2016. Pemkot telah siapkan upaya tangani rob. <https://pekalongankota.go.id/berita/>. Diakses pada 12 Juli 2018 pukul 10.30 AM
- Pratiwi, Marga R.I. 2012. *Dampak Dinamika Banjir Pasang (ROB) Terhadap Sistem Sosial Ekologis Kota Semarang (Studi Kasus di Kelurahan Tanjung Mas)*. Tesis. Institut Pertanian Bogor
- Putra, Dian Rasmana. 2012. *Identifikasi Dampak Banjir Genangan (Rob) Terhadap Lingkungan Permukiman di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Qhomariyah, L dan Yuwono. 2016. Analisa Hubungan antara Pasang Surut Air Laut dengan Sedimentasi yang Terbentuk (Studi Kasus : Dermaga Pelabuhan Petikemas Surabaya). *Jurnal Teknik* **5** (1)
- Sagita, S.M. 2016. Sistem Informasi Geografis Bencana Alam Banjir Jakarta Selatan. *Jurnal Faktor Exacta* **9** (4): 366-376
- Surinati, D. 2007. Pasang Surut dan Energinya. *Oseana* **32** (1): 15-22
- Suryanti, E.D dan Muh. Aris Marfai. 2008. Adaptasi Masyarakat Kawasan Pesisir Semarang Terhadap Bahaya Banjir Pasang. *Jurnal Kebencanaan Indonesia* **1** (5)
- Susanto, Budi. 2018. 1.363,13 hektar wilayah kota pekalongan terendam air rob. <http://jateng.tribunnews.com/>. Diakses pada 12 Juli 2018 pukul 10.24 AM
- Tayubi, Kuntoro. 2017. 8.756 rumah rusak akibat banjir rob di pekalongan. <http://jateng.metrotvnews.com/>. Diakses pada 12 Juli 2018 pukul 10.27 AM
- Wibowo, K.M., Indra K., Juju Jumadi. 2015. Sistem Informasi Geografis (SIG) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama* **11** (1)
- Wijaya, Ali. 2017. *Analisis Dinamika Pola Spasial Penggunaan Tanah Pada Wilayah Terdampak Kenaikan Muka Air Laut di Kota Pekalongan*. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Wismarini, T.D., Sunardi., Yunus, A. 2014. Metode Klasifikasi Spasial Sebagai Pendukung Informasi Kelas Pada Data Indikator Banjir. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamika* **19** (2): 120-136