

TUGAS AKHIR

ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR

YANG TERJADI BANJIR ROB DI KELURAHAN

BANDENGAN KABUPATEN KENDAL

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan

Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Agung Semarang



Disusun Oleh :

Yoga Wahyu Pratama

Muhammad Yusran

30.2020.00.211

30.2020.00.139

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

SEMARANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR
YANG TERJADI BANJIR ROB DI KELURAHAN
BANDENGAN KABUPATEN KENDAL**



YOGA WAHYU PRATAMA

MUHAMMAD YUSRAN

NIM : 30202000211

NIM : 30202000139

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 14 Agustus 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA
NIDN: 0613026601

Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D
NIDN: 0612106701

Ir. Gata Dian Asfari, MT
NIDN: 0628055801



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor : 37 / A.2 / SA – T / VIII / 2024

Pada hari ini tanggal14 AGUSTUS 2024..... berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA
Jabatan Akademik : Guru Besar
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Yoga Wahyu Pratama
NIM : 30202000211

Muhammad Yusran
NIM : 30202000139

Judul : ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR YANG TERJADI BANJIR ROB DI KELURAHAN BANDENGAN KABUPATEN KENDAL Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukkan dosen pembimbing	07/03/2024	ACC
2	Seminar Proposal	16/07/2024	ACC
3	Pengumpulan Data	01/06/2024	ACC
4	Analisis Data	01/07/2024	ACC
5	Penyusunan Laporan	10/07/2024	ACC
6	Selesai Laporan	09/08/2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA

Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : YOGA WAHYU PRATAMA

NIM : 30202000211

NAMA : MUHAMMAD YUSRAN

NIM : 30202000139

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR YANG TERJADI BANJIR ROB DI KELURAHAN BANDENGAN KABUPATEN KENDAL”

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 14 Agustus 2024

Pembuat Pernyataan 1 Pembuat Pernyataan 2



YOGA WAHYU PRATAMA MUHAMMAD YUSRAN

30202000211

30202000139

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : YOGA WAHYU PRATAMA

NIM : 30202000211

NAMA : MUHAMMAD YUSRAN

NIM : 30202000139

JUDUL TUGAS AKHIR : "ANALISIS PASANG SURUT AIR LAUT DI WILAYAH PESISIR YANG TERJADI BANJIR ROB DI KELURAHAN BANDENGAN KABUPATEN KENDAL"

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 14 Agustus 2024

Pembuat Pernyataan 1

Pembuat Pernyataan 2



YOGA WAHYU PRATAMA

MUHAMMAD YUSRAN

30202000211

30202000139

MOTTO

QS ALI IMRAN : 110

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

“Stay young and invincible, because we know what just what we are”

(Stay Young by Oasis)

“Tidak ada mimpi yang gagal, yang ada hanyalah mimpi yang tertunda, cuma sekiranya kalau teman-teman merasa gagal dalam mencapai mimpi. Jangan khawatir mimpi-mimpi lain bisa diciptakan”

(Winda Basudara)



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Yoyok Purwanto dan Ibu Sri Wahyuni, serta adik saya Yovian Fajri Ramadhan dan keluarga besar saya yang sudah memberikan semangat, motivasi, dukungan materil, pendidikan mental. Terimakasih karena selalu menyayangi dengan setulus hati serta mengiringi langkah saya dengan doa-doa yang tiada henti.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Imam Slamet Wahyudi, DEA, dan Bapak Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Muhammad Yusran selaku rekan saya yang telah berjuang, bekerja keras bersama dan sabar dalam menyusun Tugas Akhir ini.
4. Partner ter the best saya Nazli Salsabila, terimakasih selama ini sudah memberikan semangat, memberikan kasih sayang tiada henti. Terimakasih telah menjadi seorang yang penyabar dalam menghadapi sikap penulis serta menjadi cahaya yang telah menemani dalam masa kelam penulis.
5. Teman-teman seperjuangan saya khususnya teman-teman HMJ*S periode 2021-2022 dan periode 2022-2023 yang selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungannya.
6. Teman-teman penghuni Kontrakan Brodie House, Em, Wira SH, Gus Agil, Brodi ST, Lek Adam, Azrul gendut, Wakmek, Dedy, yang sudah menemani dan mendengar keluh kesah saya.
7. Teman-teman Angkatan 2020 Fakultas Teknik dan ZZZ Ready Parah yang telah berjuang bersama selama masa-masa kuliah.

Yoga Wahyu Pratama

30202000211

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Ibu saya Banisah dan ayah saya Muhamad Subkhan serta kakak saya M. Firdy Hardiansyah serta adik saya Afiza Humaira Subkhan yang selalu mendukung saya dalam kondisi dan keadaan apapun. Yang selalu mendoakan saya setiap waktu. Yang selalu memberikan kasih dan sayangnya setiap hari. Yang selalu menemani saya di setiap langkah. Dan yang selalu memberikan saya arahan ketika tersat pada jalan yang salah.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Imam Slamet Wahyudi, DEA, dan Bapak Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D, selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Rekan tugas akhir saya, Yoga Wahyu Pratama, terimakasih telah bekerja sama dengan baik untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman satu kontrakan saya Wakmex, Gendut, Dedy, Lek Adam, Ngab Wira, Brodi, Kiting serta Agil, yang selalu mendukung saya.
5. Teman mahasiswa satu tongkrongan saya Cebol, Brenden, Bendot, Yoi Melon, Kuter, Inong serta Besek, yang selalu mendukung dan mendengarkan keluh kesah saya selama mengerjakan di tongkrongan.
6. Teman - teman dari HMJ*S periode 2021 – 2022 dan 2022 – 2023 serta teman-teman saya angkatan 2020 yang selalu memberikan hiburan dan menemani saya.
7. Mahasiswi bernama Florita Janu Ardila yang selalu memberikan saya semangat ketika mengerjakan tugas akhir ini. Terimakasih sudah menjadi rumah kedua saya setelah orang tua saya. Terimakasih untuk segala bentuk pemberian yang telah diberikan.
8. Dan terakhir untuk diri saya sendiri Muhammad Yusran yang sudah jauh melangkah sampai sejauh ini.

Muhammad Yusran

30202000139

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “analisis pasang surut air laut terhadap wilayah pesisir yang berpotensi terjadinya banjir rob di kecamatan bandengan kabupaten kendal” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung. Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Abdul Rochim, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA, selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Ir. M. Faiqun Niam, MT., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir;
6. Teman-teman angkatan 2020 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyesuaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI I	iv
PERNYATAAN KEASLIAN I	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN I	vii
PERSEMBAHAN II	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Lokasi Penelitian.....	4
1.6. Batasan Masalah.....	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Banjir Rob	7
2.1.1. Faktor yang mempengaruhi banjir rob	7
2.2. Kawasan pesisir	8
2.3. Daerah kepepesisiran.....	10
2.4. Pasang surut.....	11
2.5. Faktor yang mempengaruhi.....	11
2.6. Teori pasang surut.....	12

2.7. Jenis pasang surut	15
2.8. Metode Pasang Surut Admiralty.....	16
2.9. Kawasan rumah tinggal tinggal di kawasan pesisir	16
2.10. Komponen sanitasi rumah.....	17
2.11. Struktur bangunan rumah tinggal.....	19
2.12. Kondisi elevasi rumah tinggal.....	25
2.13. Kerugian akibat banjir rob.....	25
2.14. Tesis Sebelumnya	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Metode Persiapan.....	31
3.2. Metode Pengumpulan Data	31
3.3. Metode Penelitian	32
3.4. Alir Penelitian.....	33
BAB IV HASIL PENELITIAN	34
4.1. Pasang Surut Air Laut	34
4.1.1. Data Pasang Surut	34
4.1.2. Ketinggian Maksimal	44
4.2. Identifikasi Kerusakan Rumah Tinggal	44
4.2.1. Umur Bangunan	44
4.2.2. Jenis Bangunan	45
4.2.3. Tingkat Kerusakan	46
4.3. Identifikasi Genangan	48
4.3.1. Frekuensi Banjir Rob	48
4.3.2. Lama Genangan	49
4.3.3. Tinggi dan Luas Genangan	49
4.3.4. Elevasi air banjir rob	52
BAB V Kesimpulan dan Saran	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi.....	5
Gambar 2.1 Pembagian zona pesisir berdasarkan kedalamannya.....	10
Gambar 2.2 Gaya pembangkit pasang surut	12
Gambar 2.3 Sistem Matahari-Bulan-Bumi	13
Gambar 2.4 Arah gaya sentrifugal dan gaya gravitasi bulan	14
Gambar 2.5 Desain Rumah Kawasan Pesisir.....	17
Gambar 4.1 Grafik Umur Bangunan	44
Gambar 4.2 Jenis Bangunan Rumah	45
Gambar 4.3 Grafik Bangunan Tempat Tinggal	46
Gambar 4.4 Kerusakan Fisik Komponen Struktur	47
Gambar 4.5 Frekuensi Genangan	48
Gambar 4.6 Lama Genangan	49
Gambar 4.7 Tinggi Genangan	50
Gambar 4.8 Genangan Rendah.....	50
Gambar 4.9 Genangan Sedang	51
Gambar 4.10 Genangan Tinggi	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Bangunan	25
Tabel 2.2 Tesis Sebelumnya	26
Tabel 4.1 Data Pasang Surut	35
Tabel 4.2 Skema II	36
Tabel 4.3 Skema III	37
Tabel 4.4 Tabel bantu mencari nilai x dan y	38
Tabel 4.5 Tabel bantu mencari nilai x dan y	39
Tabel 4.6 Skema IV	40
Tabel 4.7 Skema V, VI, dan VII	41
Tabel 4.8 Tabel bantu mencari nilai f, V dan u	41
Tabel 4.9 Mencari nilai V	42
Tabel 4.10 Menghitung nilai f	42
Tabel 4.11 Menghitung nilai u	42
Tabel 4.12 Hasil Akhir	42
Tabel 4.13 Elevasi air	43
Tabel 4.14 Kerusakan Fisik Struktur	47
Tabel 4.15 Kerusakan Fisik Arsitektur	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Bandengan 2014	58
Lampiran 2 Peta Bandengan 2015	59
Lampiran 3 Peta Bandengan 2016	60
Lampiran 4 Peta Bandengan 2017	61
Lampiran 5 Peta Bandengan 2018	62
Lampiran 6 Peta Bandengan 2019	63
Lampiran 7 Peta Bandengan 2020	64
Lampiran 8 Peta Bandengan 2021	65
Lampiran 9 Peta Bandengan 2022	66
Lampiran 10 Peta Bandengan 2023	67
Lampiran 11 Peta Bandengan 2024	68
Lampiran 12 Peta Kabupaten Kendal	69
Lampiran 13 Kuesioner	70
Lampiran 14 Hasil Akhir	71
Lampiran 15 Grafik Pasang Surut	72



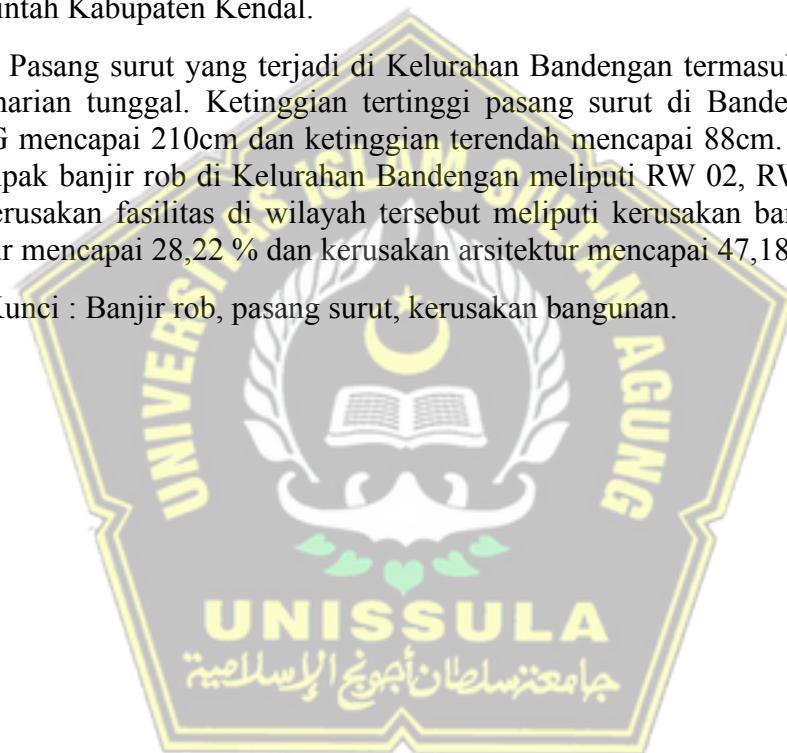
ABSTRAK

Gerakan naik turunnya air laut secara berkala disebabkan oleh gaya sentrifugal dan pengaruh gravitasi antara bumi, bulan, dan matahari disebut pasang surut air laut. Pemanasan global menyebabkan perubahan iklim juga berkontribusi kenaikan permukaan air laut. Kenaikan permukaan air laut menjadi faktor penyebab terjadinya banjir rob. Kerugian yang disebabkan oleh banjir rob termasuk kerusakan bangunan rumah secara struktur, arsitektur, serta infrastruktur pemukiman yang kumuh.

Untuk menentukan ketinggian banjir rob dilakukan dengan mengukur langsung dari permukaan jalan. Periode 1 Juni – 30 Juni 2024 untuk menentukan jenis pasang surut di Kelurahan Bandengan menggunakan metode admiralty. Data kerusakan bangunan di wilayah tersebut dengan data primer yang didapat dari Pemerintah Kabupaten Kendal.

Pasang surut yang terjadi di Kelurahan Bandengan termasuk jenis pasang surut harian tunggal. Ketinggian tertinggi pasang surut di Bandengan menurut BMKG mencapai 210cm dan ketinggian terendah mencapai 88cm. Wilayah yang terdampak banjir rob di Kelurahan Bandengan meliputi RW 02, RW 03, dan RW 04. Kerusakan fasilitas di wilayah tersebut meliputi kerusakan bangunan secara struktur mencapai 28,22 % dan kerusakan arsitektur mencapai 47,18 %.

Kata Kunci : Banjir rob, pasang surut, kerusakan bangunan.



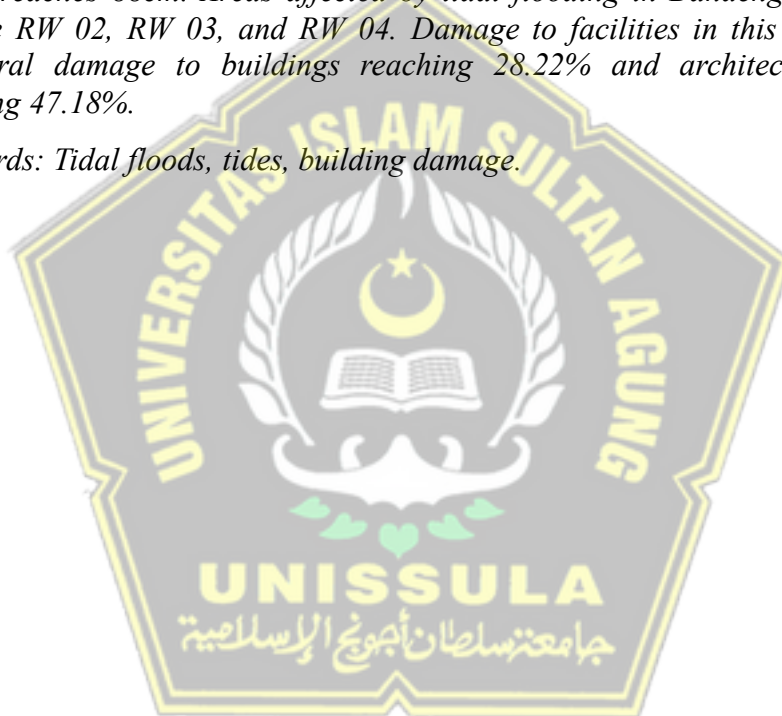
ABSTRACT

The periodic rise and fall of sea water caused by centrifugal force and the gravitational influence between the earth, moon and sun is called sea tide. Global warming causes climate change and also contributes to rising sea levels. Rising sea levels are a factor causing tidal floods. Losses caused by tidal floods include structural, architectural and slum residential infrastructure damage to houses.

To determine the height of the tidal flood, it is done by measuring directly from the road surface. The period 1 June – 30 June 2024 is to determine the type of tide in Bandengan Village using the admiralty method. Data on building damage in the area using primary data obtained from the Kendal Regency Government.

The tides that occur in Bandengan Village are a single daily tide. According to BMKG, the highest tidal height in Bandengan reaches 210cm and the lowest height reaches 88cm. Areas affected by tidal flooding in Bandengan Subdistrict include RW 02, RW 03, and RW 04. Damage to facilities in this area includes structural damage to buildings reaching 28.22% and architectural damage reaching 47.18%.

Keywords: Tidal floods, tides, building damage.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gaya gravitasi tarik-menarik antara bumi, matahari, dan bulan menyebabkan pergerakan naik turun air laut, atau pasang surut secara periodik. Pergerakan menjauhi pusat putaran disebut gaya sentrifugal. Newton menyatakan bahwa ukuran dan jarak antar massa menentukan kekuatan gaya tarik menarik tersebut. Diketahui bahwa bulan lebih dekat ke bumi daripada matahari, meskipun matahari memiliki massa lebih besar. Oleh karena itu, terdapat gaya tarik-menarik yang lebih kuat antara bumi dan bulan dibandingkan antara bumi dan matahari. (Indrastuti,dkk. 2022).

Naiknya permukaan air laut akan dipengaruhi oleh perubahan iklim akibat pemanasan global, yang juga akan meningkatkan frekuensi dan intensitas badai. (Numberi, 2009). Globalisasi dan permasalahan yang belum masalah terselesaikan menjadi faktor penyebab munculnya banjir rob merupakan faktor yang turut menyebabkan munculnya banjir rob. Diantaranya adalah faktor manusia, faktor retensi daerah aliran sungai (DAS), faktor penghambat kemajuan pembangunan alur sungai, faktor yang mempengaruhi pembangunan tata wilayah dan sarana pembangunan dan prasarana (Maryono, 2005).

Pasang surut air laut merupakan salah satu unsur penyebab terjadinya banjir rob, atau menggenangnya air laut ke daratan.. Beberapa penyebab rob secara langsung atau tidak langsung termasuk pemompaan air tanah, beban di atas muka tanah, peningkatan permukaan air laut, tingginya sedimentasi, sistem persampahan, sistem drainase yang tidak sesuai, curah hujan, dan fenomena alam. Suhu udara dan air laut naik karena perubahan iklim (Patriana dan Satria, 2013). Menurut (Clark, 2008), kenaikan suhu menyebabkan pencairan es di beberapa wilayah Antartika dan Artik. Ini mengubah ketinggian massa air di permukaan laut. Kondisi ini berdampak luas pada ketinggian muka air laut, termasuk di daerah tropis. Kondisi di sekitar pantai atau pesisir dipengaruhi oleh peningkatan muka air laut ini (Ayyam et al., 2019). Kemudian permukaan air naik karena pasang atau rob.

Salah satu kabupaten di Jawa Tengah adalah Kabupaten Kendal. Kabupaten Kendal terletak antara 6°32' dan 7°24' Lintang Selatan dan 109°40' dan 110°18' Bujur Timur. Luas wilayah Kabupaten Kendal adalah 1.315,43 km², dimana 1.002,23 km² merupakan daratan dan 313,20 km² merupakan perairan. Kabupaten Kendal berbatasan langsung dengan Laut Jawa di sebelah utara berbatasan dengan Kota Semarang dan Kabupaten Semarang di sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Temanggung di sebelah selatan dan berbatasan dengan Kabupaten Batang di sebelah barat. Di wilayah Pantura Kabupaten Kendal, banjir rob menjadi masalah besar dalam beberapa tahun terakhir. Fenomena alam ini memiliki konsekuensi bagi pemerintah Kabupaten Kendal dan masyarakat yang terkena dampak secara langsung. Kerugian yang disebabkan oleh banjir rob termasuk kerusakan bangunan rumah dan properti lainnya. Kawasan yang terkena banjir rob menjadi permukiman kumuh karena infrastruktur dan fasilitas umum yang rusak serta perumahan yang rusak.

Di Kabupaten Kendal, banjir rob menyebabkan genangan di permukiman, ratusan hektar tambak gagal panen, kerusakan bangunan rumah, sanitasi yang buruk, sistem persampahan yang buruk, dan gangguan akses jalan. Meskipun upaya penanganan lokal telah dilakukan oleh pemerintah Provinsi Jawa Tengah dan Kabupaten Kendal, mereka belum terintegrasi dengan baik. (Susanti.dkk, 2020)

Salah satu daerah di Kabupaten Kendal yang sering mengalami bencana banjir rob adalah Kelurahan Bandengan. Banyak rumah di permukiman Kelurahan Bandengan tergenang oleh rob, menyebabkan kerugian langsung pada sektor rumah tangga. Sampai saat ini, banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui dampak kenaikan air laut dan cara menanganinya. Seperti yang terlihat di Kelurahan Bandengan Kabupaten Kendal, rob masih terjadi dan orang masih tinggal di sana.

Oleh karena itu, penelitian tentang pengukuran ketinggian dan luas diperlukan untuk menentukan luas dan tinggi yang disebabkan oleh rob pada wilayah Bandengan serta garis besar kebijakan yang akan dibuat untuk mengetahui perkembangan banjir. Metode untuk menghitung tinggi dan luas genangan yang disebabkan oleh air laut pasang atau banjir rob dapat dilakukan dengan memeriksa secara langsung dan menghitung kerusakan yang terjadi. Sangat penting untuk

mengukur luas yang disebabkan oleh kenaikan air laut pasang karena pengukuran ini dapat memberikan informasi tentang jenis kerusakan yang terjadi. Luas dan ketinggian akumulasi ini juga dapat dihitung untuk memberikan informasi dasar tentang cara menangani perumahan yang terkena dampak banjir dan rencana respons apa yang akan dilakukan dengan tepat. Dengan mengetahui seberapa luas wilayah yang disebabkan oleh banjir rob yang sering terjadi, diharapkan dapat membantu dalam penyusunan perencanaan wilayah atau kawasan, perencanaan dan pengembangan infrastruktur dan sarana prasarana dasar, perencanaan perumahan dan pemukiman, dan pengembangan ekonomi wilayah dalam upaya mengetahui perkembangan untuk beberapa tahun kedepan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kerusakan bangunan fisik rumah tinggal akibat banjir rob?
2. Bagaimana kondisi pasang surut air laut di Desa Bandengan?
3. Berapa tinggi dan luas genangan banjir rob?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengamati dan menganalisis tinggi pasang surut air laut.
2. Mendeskripsikan kerusakan bangunan rumah tinggal.
3. Mengidentifikasi berapa tinggi dan luas genangan banjir rob.

1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan bahwa penelitian ini akan bermanfaat kepada :

- a. Penulis, sebagai upaya untuk meningkatkan pengetahuan melalui studi kasus tentang estimasi luas genangan dan tinggi pasang surut air laut, serta mendeskripsikan kerusakan bangunan akibat banjir.
- b. Masyarakat, untuk memberikan informasi tentang:
 - Pertimbangan untuk membangun rumah di daerah yang rentan terhadap banjir.

- Banjir rob dapat menyebabkan kerusakan pada material bangunan rumah tinggal. Oleh karena itu, saat memilih material untuk bangunan, Anda harus mempertimbangkan kekuatan material tersebut.
 - Pertimbangkan apabila memilih lokasi untuk investasi perumahan di wilayah yang terkena dampak banjir rob.
 - Respon masyarakat dan kebijakan pemerintah untuk mencegah kerusakan akibat banjir rob.
- c. Orang-orang umum, sebagai bentuk umpan balik positif untuk pendidikan, masyarakat, dan pemerintah dalam upaya.
- d. Pemerintah, sebagai saran untuk bagaimana pemerintah menangani daerah kumuh yang disebabkan oleh banjir rob.

1.5. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kelurahan Bandengan, yang terletak di Kendal Kota, Kabupaten Kendal. Lokasi penelitian ini dipilih karena merupakan salah satu daerah pesisir pantai utara Provinsi Jawa Tengah yang paling rentan terhadap banjir rob, yang mengakibatkan kerugian langsung bagi rumah tangga yang disebabkan oleh banjir rob yang sering terjadi di kelurahan Bandengan Kendal Kota Kabupaten Kendal.

(https://maps.app.goo.gl/CrXewM6gza8NsMbr8?g_st=com.google.maps.preview.
copy)



Gambar 1.1 Peta Lokasi

1.6. Batasan Masalah

Penelitian ini terbatas pada masalah berikut :

- a. Lokasi penelitian adalah di Kelurahan Bandengan, Kecamatan Kota Kendal, Kabupaten Kendal.
- b. Luas dan tinggi genangan banjir, serta peta wilayah Desa Bandengan.
- c. Deskripsi pasang surut air laut.
- d. Kelengkapan fasilitas bangunan yang digunakan untuk mencapai tujuan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan.

1.7. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Latar belakang dan rumusan masalah yang didukung oleh fakta dan informasi terkait akan dijelaskan pada bab ini. Hal ini akan menjadi pembenaran dalam pemilihan studi kasus penelitian, yang kemudian digunakan untuk menetapkan ruang lingkup, tujuan, dan sasaran penelitian. Selain itu, terdapat sistematika penulisan yang secara berkala menjelaskan isi laporan ini, serta tujuan penelitian, manfaat, dan kendalanya.

Bab II Kajian Pustaka

Bab ini memberikan penjelasan tentang literatur yang relevan dengan topik penelitian. Ini mencakup studi teoritis dan publikasi yang membahas masalah-masalah dalam memahami, mengklasifikasikan, dan mengelola banjir.

Bab III Metode Penelitian

Metodologi penelitian kasus akan digunakan, dengan tujuan untuk mengkaji secara menyeluruh sejarah situasi dan menentukan penempatan dan ketinggian bangunan tempat tinggal melalui penelitian di lokasi..

Daftar Pustaka

Lampiran



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Banjir Rob

Banjir adalah ketika air dari sungai, danau, atau laut meluap dan menyebabkan genangan air di suatu tempat, yang dapat menyebabkan kerugian materi dan non- materi bagi manusia dan lingkungan (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2007). Banjir terjadi ketika aliran air melebihi kapasitasnya dan meluap dari badan air, menyebabkan air sungai melimpah di sekitarnya (Asdak, 1995). Banjir rob terjadi ketika air laut naik dan menggenangi daratan pantai saat air laut pasang (Yualelawati dan Syihab, 2008). Ketika air laut memasuki daratan saat pasang, ini disebut banjir rob atau banjir pasang.

Saat bulan purnama, tinggi air laut sering terjadi, mengakibatkan banjir rob karena gaya gravitasi bulan yang kuat terhadap bumi. Gaya gravitasi ini menyebabkan pergerakan air laut ke arah pantai lebih kuat daripada pada hari biasa. Banjir rob dapat terjadi kapan saja, terlepas dari musim hujan atau kemarau (Nurdik, 2018). Banjir rob di pesisir pantai bukan hanya terjadi saat musim hujan; genangan rob juga dapat terjadi pada musim kemarau. Banjir rob adalah banjir yang disebabkan oleh naiknya air laut selama pasang, yang dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan dan infrastruktur serta menghambat aktivitas masyarakat dan industri (BMKG, 2010). Genangan banjir memiliki banyak konsekuensi, termasuk perubahan fisik dan lingkungan, serta dampak pada manusia.

2.1.1. Faktor yang mempengaruhi banjir rob

Ada banyak faktor yang dapat memengaruhi genangan air laut di daratan. Menurut Hildaliyani (2011), beberapa faktor yang menyebabkan banjir rob (pasang) adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas manusia, seperti perubahan tata ruang, yang berdampak pada lingkungan alam. Deforestasi hutan bakau untuk pembangunan hunian, perubahan penggunaan lahan di wilayah lindung, penggunaan sungai dan saluran air untuk permukiman,

pengembangan area penahan banjir, dan perilaku masyarakat adalah beberapa contoh aktivitas manusia.

2. Faktor alami, kondisi iklim (angin, durasi dan intensitas curah hujan yang tinggi), karakteristik oseanografi (seperti pasang surut dan kenaikan permukaan laut), bentuk geomorfologi (seperti dataran rendah atau perbukitan, elevasi, kemiringan lereng, dan bentuk sungai), sifat geologi, dan situasi hidrologi (seperti siklus, hubungan antara hulu dan hilir, dan kecepatan aliran air).
3. Pengrusakan lingkungan seperti kehilangan tumbuhan penutup lahan di wilayah catchment, penurunan kedalaman sungai karena sedimentasi, penyempitan alur sungai, dan lainnya
4. Tanggul yang jebol membatasi daratan dan lautan.

Menurut Supriharjo (2013), berikut adalah komponen yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap bencana banjir rob:

1. Aspek fisik : persentase kerusakan jaringan jalan dan ketinggian kepadatan bangunan.
2. Aspek lingkungan: pasang surut air laut, curah hujan yang tinggi, geometris sungai, ketinggian tanah, jenis tanah, penggunaan lahan, dan penurunan muka tanah .
3. Aspek sosial : kepadatan penduduk yang tinggi, tingkat pertumbuhan penduduk, dan persentase orang tua dan balita.
4. Aspek ekonomi : jumlah rumah tangga yang miskin serta jumlah pekerja yang bekerja di sektor rentan, yang juga dikenal sebagai petani.

2.2. Kawasan pesisir

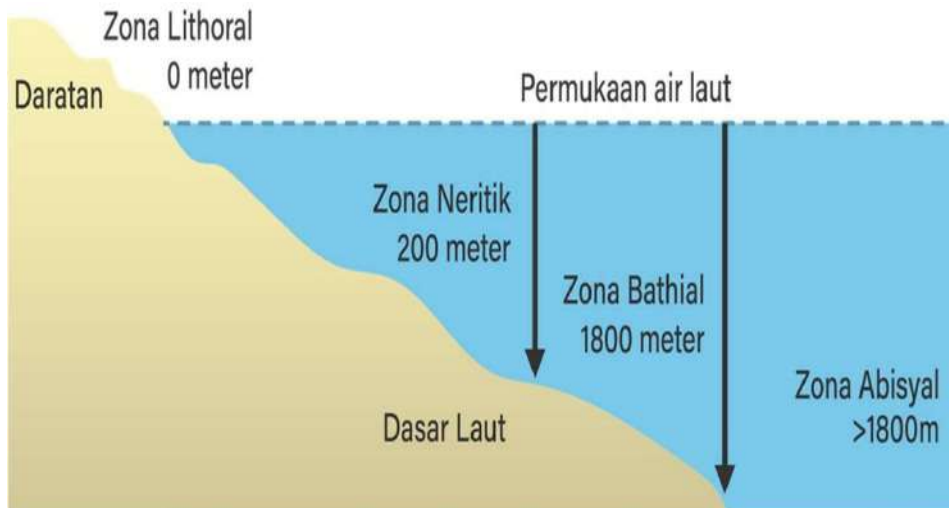
Wilayah pesisir memiliki peran penting dalam kehidupan manusia di Bumi. Karena wilayah peralihan darat dan laut memiliki ekosistem yang unik, dunia memperhatikan wilayah ini, terutama secara ekologis. Ketika terjadi interaksi antara darat dan laut, pesisir terdiri dari wilayah darat yang masih

dipengaruhi oleh proses alami dan aktivitas manusia di daratan dan wilayah laut yang masih dipengaruhi oleh sifat laut, seperti gelombang dan pasang surut. Selain itu, karena adanya hutan mangrove, pesisir juga berfungsi sebagai penghalang bagi gelombang besar air laut untuk masuk ke darat. Pada era orde baru, pemerintah pusat lebih banyak

bertanggung jawab atas pengaturan wilayah pesisir dan laut. Perairan pesisir, seperti yang ditunjukkan oleh Undang-Undang Nomor 27 tahun 2007, adalah laut yang berbatasan dengan daratan dan kurang lebih 12 mil laut dari garis pantai, serta perairan yang menghubungkan pantai dengan pulau-pulau. Kawasan pesisir adalah upaya untuk melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil serta ekosistemnya untuk memastikan keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungan sumber daya dengan tetap mempertahankan dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragaman. (Farodhiyah,dkk. 2016)

Berdasarkan kedalamannya, wilayah pesisir dapat dibagi menjadi empat wilayah, yaitu :

1. Zona Lithoral adalah area yang dekat dengan pantai. Saat air pasang tergenang dan air laut surut berubah menjadi daratan di daerah pesisir ini. Oleh karena itu, daerah serig ini juga disebut daerah pasang surut.
2. Zona Meritic adalah daerah laut dangkal yang terletak di antara batas pasang surut dan kedalaman 150 m. karena sinar matahari masih masuk ke daerah ini, banyak jenis kehidupan tumbuh dan hidup di sana.
3. Zona Bathyal adalah wilayah laut dengan kedalaman antara 150 dan 1800 meter. Kehidupan oragnismenya tidak sebanyak di wilayah Meritic karena sinar matahari tidak masuk ke sana.
4. Zona Abysal adalah bagian laut yang sangat dalam dengan kedalaman lebih dari 1800 meter. Suhunya sangat dingin, sehingga tidak ada tumbuh-tumbuhan dan hewan yang hidup di sana. Gambar 1 menunjukkan wilayah pesisir.



Gambar 2. 1 Pembagian zona pesisir berdasarkan kedalamannya

Sumber : (pipijacobquinn.blogspot.com).

2.3. Daerah kepebisiran

Daerah kepebisiran, juga dikenal sebagai "daerah pantai", adalah area yang terletak dari darat ke laut. Batasnya di darat adalah sejauh pengaruh laut masuk ke darat dan batasnya di laut adalah sejauh pengaruh laut masuk ke darat (Sunarto, 2001). Daerah kepebisiran (*coastal area*) dimulai dari zona pecah gelombang (*breakers zone*), pantai (*shore*), dan rata-ran pasang-surut (*tidal flat*). Daerah ini dapat berupa rawa payau (*saltmarsh*) atau rata-ran lumpur (*mud flat*). Sampai daerah-daerah ini secara morfogenesis pembentukannya masih dipengaruhi oleh aktivitas laut (Gunawan dkk, 2005). Beting gisik, gumuk pasir, laguna, dan dataran alluvial kepebisiran adalah wilayah yang dipengaruhi oleh aktivitas laut. Daerah pantai terdiri dari pesisir, pantai, dan perairan laut di dekat pantai. Jika daerah pesisir (*coastal area*) adalah area yang membentang dari darat hingga laut, dan batas di darat sejauh pengaruh laut masuk ke darat dan batas di laut sejauh pengaruh laut masuk ke laut, maka pesisir (*coast*) adalah area yang membentang di darat saja. Pantai, di sisi lain, adalah jalur yang membatasi antara pesisir dan laut (Sunarto, 2001). Daerah kepebisiran (*coastal area*) terdiri dari pesisir dan pantai, dan dipengaruhi oleh aktivitas lingkungan fisik darat dan laut.

2.4. Pasang surut

Pasang surut adalah naik turunnya air laut secara teratur (gerakan vertikal) yang disebabkan oleh gaya sentrifugal dan gravitasi (tarikan) antara bumi, matahari, dan bulan. Gaya sentrifugal adalah gerak menjauhi pusat putaran. Menurut Newton, besar kecilnya gaya tarik menarik ini bergantung pada jarak dan besar kecilnya antar massa. Diketahui massa Matahari lebih besar dibandingkan Bulan, namun diketahui juga jarak Bulan lebih dekat dengan Bumi. Hal ini membuat gaya gravitasi antara Bumi dan Bulan lebih efektif dibandingkan gaya gravitasi antara Bumi dan Matahari (Indrastuti, Nelson Chen, 2022).

Pasang surut adalah salah satu fenomena laut yang selalu terjadi. Pergerakan naik turun permukaan air laut yang terjadi secara berkala disebut pasang surut. Hal ini disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik-menarik yang dimiliki oleh benda-benda di langit, terutama matahari, bumi, dan bulan (Nontji, 2007). Proses biologis seperti zonasi tanaman dan konsumsi burung, ikan, dan makhluk laut lainnya dipengaruhi oleh pasang surut. Ini juga mempengaruhi perendaman dan pengeringan permukaan daratan di zona intertidal (Davidson & Arnott, 2010). Semua kegiatan di laut, seperti pelayaran, nelayan, dan bongkar muat kapal, bergantung pada pasang surut air laut. Selain itu, pola pendistribusian material tersuspensi dan sirkulasi air laut dipengaruhi oleh pasang surut (Kusmanto et al., 2016).

2.5. Faktor yang mempengaruhi

Gaya tarik menarik antara Bumi, bulan, dan matahari menyebabkan gaya pembangkit pasang surut. Sistem bumi-bulan bereda bersama di sekitar sumbu perputaran bersama, atau sumbu revolusi umum, karena gaya tarik menarik antara keduanya. Pusat berat sistem bumi-bulan berada di bumi, 1718 km di bawah permukaan bumi. Ini dikenal sebagai sumbu perputaran bersama, juga dikenal sebagai sumbu revolusi umum. Selama peredaran, setiap titik di Bumi beredar di sekitar pusat orbitnya dalam bentuk lingkaran dengan jari-jari yang sebanding dengan jari-jari revolusi pusat massa Bumi sekeliling sumbu perputaran bersama.

Jarak antara pusat massa Bumi dan sumbu perputaran bersama adalah sama dengan jari-jari ini. Ini berdasarkan asumsi bahwa laut melingkari Bumi secara merata. Namun, ada pulau dan benua di permukaan Bumi. Selain itu, dasar laut tidak rata karena terdiri dari palung yang dalam, perairan dangkal, selat, teluk, gunung bawah laut, dan banyak lagi. Keadaan ini dapat menyebabkan variasi pada pasang surut yang berbeda di mana saja. (Dwi Joko Winarno, 2012)



Gambar 2. 2 Gaya pembangkit pasang surut

(Sumber : jom.unri.ac.id)

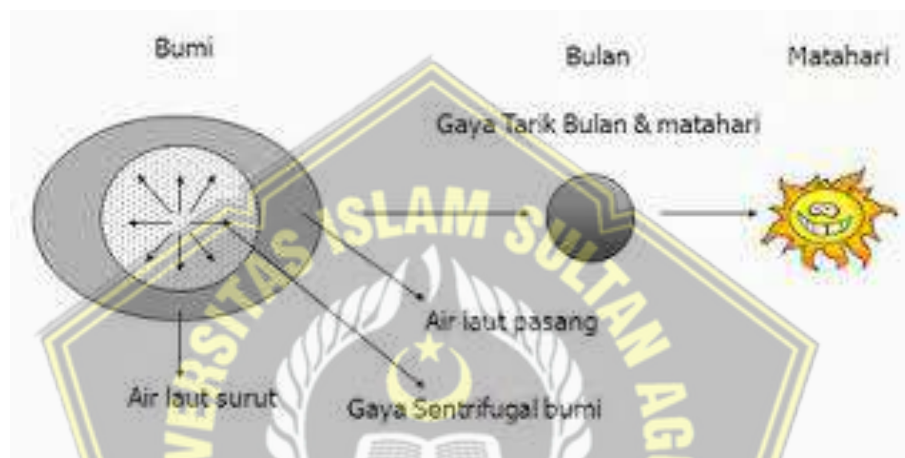
2.6. Teori pasang surut

Naik turun permukaan air laut disebabkan oleh gaya gravitasi benda-benda langit yaitu bulan dan matahari. Perubahan posisi benda langit secara teratur sehingga besar pasang surut juga berubah secara teratur.

a. Teori Keseimbangan

equilibrium theory, juga dikenal sebagai teori keseimbangan, memberikan penjelasan kualitatif tentang karakteristik pasang surut. Dalam teori ini dijelaskan bahwa, dalam kondisi bumi ideal, pengaruh permukaan laut sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut. Teori ini menganggap bumi ideal berbentuk bulat sempurna dengan distribusi massa air yang sama

di seluruh permukaannya, mengabaikan efek kelembapan (inertia). Selain itu, kedalaman laut dan densitas antara naik dan turunnya evaluasi permukaan laut setara dengan gaya pembangkit pasang surut, juga dikenal sebagai gaya pembangkit pasang surut. Gaya pembangkit pasang surut adalah hasil dari gaya gravitasi bulan dan gaya sentrifugal bumi. Hubungan antara laut, massa air yang naik, bulan, dan matahari dibahas dalam teori ini. Di dua lokasi, gaya pembangkit pasang surut akan menghasilkan air tinggi dan air rendah.



Gambar 2. 3 Sistem Matahari-Bulan-Bumi

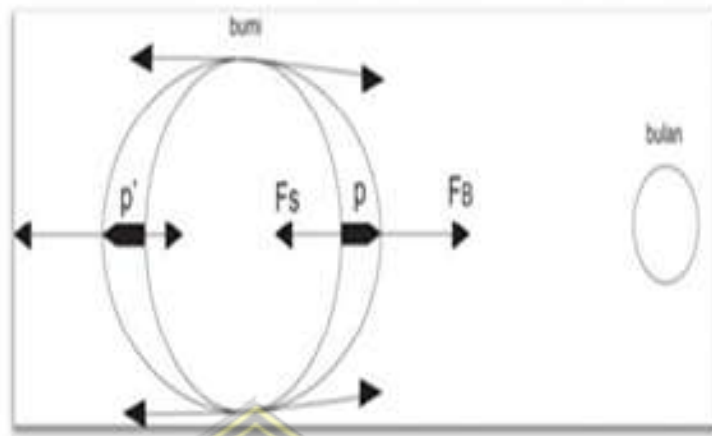
(Sumber : Digilab Unila)

Menurut teori ini untuk memicu gaya pembangkit pasang surut perlu adanya pendekatan dengan pemisahan pergerakan system bumi-bulan-matahari menjadi 2 sistem, yaitu :

1. System bumi-bulan-matahari

Pada sistem ini, gaya pembangkit adalah gaya sentrifugal bulan-bumi (F_s) dan gaya gravitasi bulan (F_B). (F_s) bekerja di persekutuan bulan pusat bumi dengan titik massa sekitar setengah jari-jari bumi dari titik pusat bumi. Besar (F_B) didasarkan pada jarak pusat massa titik partikel air di permukaan bumi ke pusat massa bulan. Gaya pembangkit pasang

surut di sepanjang permukaan Bumi dihasilkan oleh hasil (F_s) dan (F_B) (Asma'ul Husna, 2013).



Gambar 2. 4 Arah gaya sentrifugal dan gaya gravitasi bulan

(sumber : langitselatan.com)

2. Sistem Bumi-Matahari

Walaupun matahari lebih besar dari bulan, gravitasi matahari tidak memengaruhi pasang surut. Ini disebabkan oleh fakta bahwa bulan lebih dekat dengan bumi daripada matahari. Perbandingan gravitasi bulan dan matahari terhadap Bumi adalah sekitar $1''0,46$. Perbedaan gaya gravitasi ini menyebabkan dua pasang tinggi bertemu pada satu hari. Pasangan surut ganda harian, atau semi-diurnal, adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan dinamika pasang surut ini. Gaya sentrifugal sistem bumi-matahari adalah salah satu gaya yang menyebabkan pasang surut air laut. Meskipun bagian-bagiannya berbeda, sistem ini mirip dengan sistem Bumi-Bulan.

b. Teori Pasang Surut Dinamik

Teori pasang surut dinamis, juga dikenal sebagai teori pasang surut dinamis, berpendapat bahwa, meskipun kelautan homogen dianggap menutupi seluruh Bumi pada kedalaman yang konstan, gaya tarik periodik dapat menghasilkan gelombang dalam jangka waktu yang sesuai dengan

strukturnya. Dengan demikian, karakteristik laut lokal sangat memengaruhi bentuk pasang surut.

Laplace menciptakan teori ini. Menurut teori pasang surut dinamik ini, gaya tarik bulan dan gaya sentrifugal, kedalaman dan luas perairan, rotasi Bumi, dan efek gesekan dasar membentuk gelombang pasang surut. Dalam teori dinamis, gaya pembangkit pasang surut menghasilkan gelombang pasang surut, juga dikenal sebagai gelombang pasang surut, yang periodenya sebanding dengan gaya pembangkit pasang surut. Selain gaya pembangkit pasang surut, ada unsur lain yang harus dipertimbangkan saat gelombang muncul. Menurut Defant, ada beberapa faktor tambahan, seperti kedalaman perairan, luas perairan, gesekan dasar laut, dan efek rotasi bumi (gaya Coriolis). Selain itu juga, ada faktor lokal seperti topografi dasar laut, bentuk teluk, lebar selat, dan lainnya, yang menyebabkan berbagai tempat memiliki karakteristik pasang surut yang berbeda. (Asma'ul Husna, 2013)

2.7. Jenis pasang surut

Jenis pasang ada 4 (empat) jenis menurut (Indrastuti, Nelson Chen, 2022) :

- a. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide) pasang surut yang terjadi satu kali dalam satu hari. Pasang surut seperti ini terjadi di Selat Karimata
- b. Pasang surut harian tunggal (pasang semidiurnal) Pasang surut yang dua kali lebih tinggi dan dua kali lebih rendah dalam satu hari. Jenis pasang surut ini ditemukan mulai dari Selat Malaka hingga Laut Andaman.
- c. Pasang Surut campuran condong harian tunggal (air campuran, Super Diurnal) Peristiwa pasang surut yang terjadi satu kali pasang dan surut setiap hari, namun terkadang terjadi dua kali pasang surut dan urutan tidak menentu. Ketinggian ini banyak ditemukan di Selat Kalimantan dan pesisir utara Jawa Barat.
- d. Pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide, prevailing semi diurnal*).

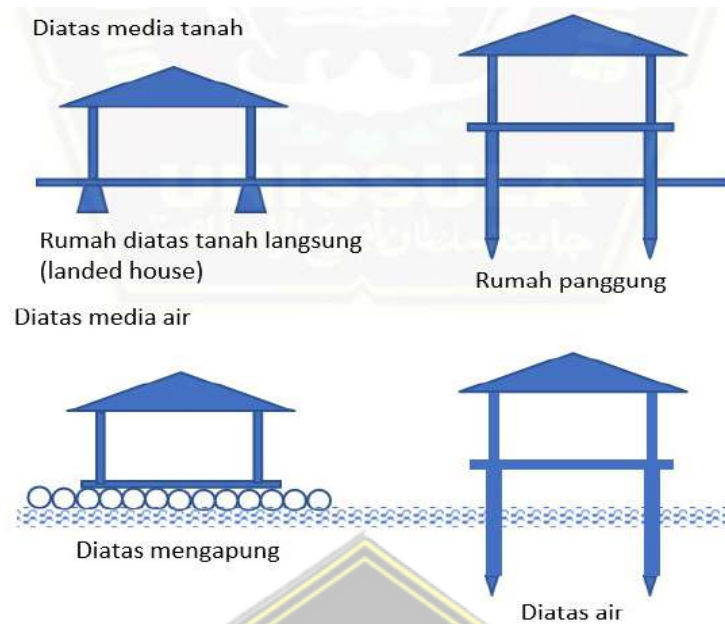
2.8. Metode Pasang Surut Admiralty

Metode Tabel pasang surut, yang dikembangkan pada awal abad ke-20, adalah dasar metode empiris yang dikenal sebagai Metode Admiralty. Metodologi ini hanya dapat menguraikan data pasang surut selama 7 atau 29 hari dengan pencatatan setiap 1 jam. Metode ini menghitung amplitude dan ketertinggalan fasa dari Sembilan komponen pasut serta muka laut rata-rata (MSL), yang biasanya dihitung dengan menggunakan titik bench tertentu yang digunakan sebagai acuan leveling di daerah penelitian. (Indrastuti, Nelson Chen, 2022)

2.9. Kawasan rumah tinggal tinggal di kawasan pesisir

Jika setiap keluarga ingin hidup dengan baik dan memiliki masa depan yang cerah, mereka harus memiliki rumah tinggal. Salah satu kebutuhan dasar manusia adalah perumahan dan pemukiman. Tujuannya adalah untuk mewujudkan perumahan dan pemukiman yang layak di lingkungan yang sehat, aman, serasi, dan teratur.

Salah satu faktor penting dalam mencapai rumah tinggal yang sehat adalah kondisi fisiknya. Ada berbagai jenis desain rumah pesisir Indonesia, termasuk rumah panggung dan rumah non-panggung. Menurut Wuryanti (2002), struktur dapat berada di atas tanah atau mengapung. Rumah panggung adalah jenis struktur dengan lantai yang terangkat dari tanah dan penompang dengan tiang. Salah satu alasan masyarakat untuk memilih struktur rumah panggung adalah untuk mengantisipasi bahaya yang berasal dari alam, seperti banjir rob yang datang secara tiba-tiba. Karena kayu mudah diperoleh dan dibongkar pasang, kayu adalah bahan utama yang digunakan untuk membuat rumah panggung. Namun, rumah non-panggung adalah jenis bangunan yang dibangun di atas tanah, di atas air, atau mengapung. Rumah apung adalah jenis struktur yang tidak menempel pada permukaan tanah. Rumah apung dapat dibuat dengan berbagai macam bahan, seperti drum, kayu, atau bambu. Biasanya digunakan di daerah perairan, seperti pemukiman nelayan.



Gambar 2. 5 Desain Rumah Kawasan Pesisir

(Wuranti, 2002)

2.10. Komponen sanitasi rumah

1. Air Bersih

Menurut Depkes RI, air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan dan dapat diminum apabila dimasak. Sedangkan syarat kesehatan air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990 sebagai berikut:

- a. Syarat fisik, antara lain tidak berbau, tidak berwarna, tidak berasa
- b. Syarat kimia, antara lain : Derajat keasaman (pH) antara 6,5-9,2; Tidak boleh ada zat kimia berbahaya (beracun); Unsur kimiawi yang diizinkan tidak boleh melebihi standar yang telah ditentukan; serta Unsur kimiawi yang disyaratkan mutlak harus ada dalam air. N0020x
- c. Syarat bakteriologis, antara lain : Tidak ada bakteri/virus kuman pathogen dalam air; Bakteri yang tidak berbahaya namun menjadi indikator pencemaran tinja (*Coliform bacteria*) harus negative
- d. Syarat radioaktivitas: Tidak ada zat radiasi yang berbahaya dalam air.

2. Jamban Sehat

Menurut Notoatmodjo (2007), jamban atau latrine merupakan tempat pembuangan kotoran manusia baik tinja maupun air seni. Kotoran manusia (feces) adalah sumber penyebaran berbagai macam penyakit seperti tifus, disentri, kolera, bermacam-macam cacing (gelang, kremi, tambang, pita), schistosomiasis dan sebagainya. Sedangkan menurut Suyono & Budiman (2011), beberapa penyakit yang dapat ditularkan melalui tinja manusia diantaranya kholera, disentri, tifus abdominalis, gastroenteritis, polio mielitis anterior akuta, hepatitis infeksiosa, cacingan, antraks, leptospirosis, skistosomiasis atau legionelosis. Sementara menurut Slamet (2009) tinja dan urin manusia berbahaya karena mengandung banyak kuman patogen, baik berbentuk virus (*Enterovirus*), bakteri (Coliform tinja, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholera*), protozoa (*E. Histolytica*) dan metazoa (*A. Lumbricoides*). Beberapa syarat jamban sehat (Notoatmodjo, 2007), antara lain :

- a. Tidak mengotori permukaan tanah di sekeliling jamban
- b. Tidak mengotori air permukaan di sekitarnya
- c. Tidak mengotori air tanah di sekitarnya
- d. Tidak terjangkau oleh serangga terutama lalat, kecoa dan binatang-binatang lainnya
- e. Tidak menimbulkan bau
- f. Mudah digunakan dan dipelihara
- g. Sederhana desainnya
- h. Murah
- i. Dapat diterima oleh pemakainya.

3. Tempat Sampah

Menurut Slamet (2009), hubungan sampah dengan kesehatan dapat dikelompokkan menjadi efek yang langsung dan tidak langsung. Efek langsung adalah efek yang disebabkan karena kontak langsung dengan sampah, sedangkan efek tidak langsung berupa penyakit bawaan vektor yang berkembang biak dalam sampah. Penyakit bawaan sampah sangat luas dan

dapat berupa penyakit menular, tidak menular, dapat juga berupa akibat kebakaran, keracunan dan lain- lain dimana penyebabnya dapat berupa bakteri, jamur, cacing dan zat kimia.

2.11. Struktur bangunan rumah tinggal

Rumah hunian yang layak dihuni harus memiliki struktur yang layak guna. Dengan kata lain bangunan rumah tinggal harus memiliki komponen struktur yang seharusnya yaitu struktur atas dan struktur bawah. Komponen tersebut harus ada untuk memberikan kelayakan serta kenyamanan bagi penghuni rumah. Bagian struktur bawah adalah pondasi, serta bagian struktur atas terdiri dari kolom, balok, plat lantai, dinding, serta atap. Komponen-komponen tersebut yang harus ada di dalam struktur bangunan, berikut penjelasannya :

2. Struktur Bawah

Struktur bawah pondasi merupakan bagian esensial dari suatu bangunan yang bertanggung jawab untuk mentransfer beban dari bangunan ke tanah di bawahnya. Deskripsi struktur bawah pondasi termasuk aspek-aspek berikut :

- a. Fungsi : Struktur bawah pondasi berfungsi untuk menopang bangunan di atasnya, mendistribusikan beban secara merata ke dalam tanah agar bangunan tidak merosot atau mengalami kerusakan struktural.
- b. Komponen Utama : Meliputi elemen-elemen seperti balok pondasi, tiap- tiap pondasi, dinding pondasi, dan lapisan isolasi. Balok pondasi berperan sebagai penghubung antara dinding bangunan dengan tanah, sedangkan tiap-tiap pondasi menopang bagian beban tertentu dari bangunan.
- c. Material Konstruksi : Struktur bawah pondasi umumnya dibangun dari material kuat seperti beton bertulang atau baja, yang mampu menahan beban vertikal dan lateral dari bangunan.
- d. Desain : Desain struktur bawah pondasi harus memperhitungkan

karakteristik tanah di lokasi bangunan, beban yang akan ditanggung oleh bangunan, serta faktor-faktor penunjang lainnya untuk memastikan pondasi kokoh dan stabil.

- e. Ketahanan Terhadap Beban : Struktur bawah pondasi harus dirancang agar dapat menahan beban vertikal bangunan, beban lateral seperti angin atau gempa bumi, serta mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan kondisi tanah.
- f. Proses Konstruksi : Proses pembangunan struktur bawah pondasi melibatkan tahapan seperti pembersihan area, pengeboran lubang pondasi, pengecoran balok pondasi, penanaman tiap-tiap pondasi (jika diperlukan), dan langkah-langkah pemadatan tanah di sekitar pondasi.

Struktur bawah pondasi merupakan landasan yang vital dalam pembangunan bangunan yang aman dan tahan lama. Kualitas dan kekuatan pondasi sangat berpengaruh terhadap stabilitas serta keberlangsungan bangunan dalam jangka panjang.

2. Struktur Atas

Seluruh potongan struktur di atas tanah disebut struktur atas bangunan.

Kolom, pelat, balok, dan dinding geser terdiri dari struktur atas ini, dan masing-masing memiliki peran penting. Berikut penjelasan dari tiap komponen struktur atas :

a. Kolom

Salah satu bagian bangunan yang sangat penting adalah kolom . Tempat paling berbahaya di mana bangunan dapat runtuh adalah di kolom. Kolom berfungsi untuk mentransfer beban bangunan ke pondasi. Kolom adalah struktur utama yang digunakan untuk meneruskan berat bangunan, beban hidup, dan beban hembusan angin. Untuk menjaga agar bangunan tidak mudah roboh, kolom yang baik sangat penting.

Kolom terbuat dari besi dan beton. Keduanya terdiri dari

campuran bahan yang tahan terhadap tarikan dan tekanan. Beton tahan tekanan dan tarikan. Dengan kombinasi kedua material ini, kolom atau potongan struktural seperti balok atau sloof dapat menahan gaya.

Kolom pendek adalah komponen struktur kolom yang memiliki nilai perbandingan antara panjang dan dimensi penampang melintangnya yang relatif kecil. Kapasitas pikul-beban kolom pendek tidak bergantung pada panjangnya, namun jika kolom pendek mengalami beban berlebihan, biasanya akan gagal karena material hancur. Oleh karena itu, kapasitas pikul-beban batas bergantung pada kekuatan material. Semakin panjang suatu elemen tekan, proporsi relatif elemen akan berubah hingga mencapai

keadaan yang dikenal sebagai elemen langsing. Perilaku elemen tekan pendek sangat berbeda dengan elemen langsing. Perilaku elemen tekan panjang terhadap beban tekan adalah bahwa meskipun bebannya lebih kecil, elemen tetap dapat mempertahankan bentuk liniernya. Element tiba-tiba tidak stabil dan berubah bentuk ketika beban mencapai nilai tertentu. Ada tiga faktor yang mempengaruhi beban pikuk (pcr), faktor tersebut ialah panjang kolom, kekakuan, dan kondisi ujung elemen.

b. Balok

Salah satu pekerjaan beton bertulang adalah balok. Balok adalah potongan struktur yang digunakan sebagai pengikat kolom lantai atas dan dudukan lantai. Fungsinya adalah untuk menjadi rangka penguat horizontal bangunan untuk beban. Balok juga beragam jenisnya, seperti :

- Balok sederhana adalah balok yang bertumpu pada kolom ujung-ujungnya. Ini memiliki satu ujung yang dapat bergerak bebas dan tidak memiliki momen tahan. Untuk balok sederhana, nilai semua reaksi pergeseran dan momen tidak tergantung pada

bentuk penampang material, seperti halnya struktur statis lainnya.

- Balok Kantilever, balok yang diproyeksikan, dan struktur kaku lainnya memiliki hanya satu ujung yang tetap.
- Balok teritisan, yang merupakan balok sederhana yang memanjang yang melewati kolom tumpuannya.
- Balok bentang tersuspensi adalah balok sederhana dengan teritisan dua bentang dan sambungan pin pada momen nol.
- Balok Kontinu adalah balok yang memanjang secara menerus melalui lebih dari dua kolom referensi untuk menghasilkan momen yang lebih kecil dan kekakuan yang lebih besar daripada serangkaian balok tidak menerus dengan beban yang sama.

Balok tidak hanya ada jenisnya, balok juga terbagi menjadi beberapa macam diantaranya yaitu :

- Balok kayu
- Balok baja
- Balok beton

c. Plat lantai

Plat lantai adalah lantai tingkat yang tidak terletak di atas tanah langsung. Balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan mendukung plat lantai ini. Ketebalan plat lantai ditentukan oleh :

- Besar lendutan yang diizinkan menentukan ketebalan plat lantai.
- Lebar bentangan atau jarak antara balok pendukung
- Bahan konstruksi dan plat lantai.

Berdasarkan struktur agresinya, plat lantai dibedakan menjadi 4 bagian, yaitu :

- Plat kaku

Pelat kaku tipis memiliki ketegaran elastis (ketegangan fleksibel)

dan memikul beban dengan agresi dua dimensi, terutama dengan momen dalam (lentur dan puntir) dan gaya geser transversal, yang biasanya sama dengan balok. Dalam bidang teknik, "pelat kaku" adalah istilah untuk pelat.

- Membran

Membran yaitu pelat tipis yang tidak memiliki ketegaran elastis, memikul beban lateral melalui gaya geser aksial dan terpusat. Karena ketebalannya yang sangat tipis, aksi pemikul beban ini dapat mendekati jaringan kabel yang tegang. Ini karena daya tahan momennya dapat diabaikan.

- Plat fleksibel

Pelat yang terbuat dari adonan pelat dan membran yang kaku memiliki gaya aksial, gaya geser transversal dan terpusat, dan adonan agresi momen dalam untuk memikul beban luar. Industri ruang angkasa sering menggunakan struktur ini karena perbandingan berat dengan bebannya menguntungkan.

- Plat tebal

Pelat tebal memiliki kondisi tegangan dalam yang menyerupai kondisi kontinu tiga dimensi.

d. Dinding Geser

Dinding geser, juga dikenal sebagai (Shear Wall), ialah konstruksi balok kantilever tipis yang langsing vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral. Dinding geser persegi panjang, yang merupakan inti kotak tangga, elevator, atau shaft lainnya, biasanya berbentuk persegi panjang. Mereka juga biasanya ditempatkan di sekitar lift, tangga, atau shaft untuk menahan beban lateral tanpa mengganggu struktur bangunan.

Bangunan dengan dinding geser yang kaku akan menyerap sebagian besar beban gempa. Untuk bangunan tahan gempa,

perencanaan geser pada dinding struktur didasarkan pada gaya dalam yang terjadi tanggapan beban gempa. Namun, dalam penggunaan nyata, masih ada keraguan tentang keandalan hasil desain dinding geser yang didasarkan pada gagasan ini. Hal ini menyebabkan banyak proyek gedung tinggi di Indonesia masih membutuhkan konsep desain kapasitas untuk perencanaan dinding geser. Konsep desain kapasitas mengatakan bahwa efek geser dinding didasarkan pada momen maksimum yang paling mungkin terjadi di dasar dinding.

e. Atap

Atap suatu bangunan ialah bagian atasnya, yang melindungi penghuninya secara fisik dan metafisik. Faktor-faktor yang memengaruhi masalah atap termasuk luas area yang harus dilindungi, bentuk dan konstruksi yang dipilih, dan lapisan penutup. Atap adalah salah satu komponen paling penting di lingkungan tropis. Rangka atap dan penopang rangka terdiri dari struktur atap. Rangka atap dimaksudkan untuk menahan beban dari material penutup. Istilah "kuda-kuda" mengacu pada balok kayu atau baja yang disusun membentuk segitiga untuk menopang rangka atap. Atap juga memiliki fungsi diantaranya :

- Mengurangi dampak hembusan angin.
- Melindungi ruang bawah, manusia, dan benda di bawahnya dari pengaruh cuaca.
- Cahaya dan sinar matahari yang panas.
- Petir dan bunga api penerbangan.

2.12. Kondisi elevasi rumah tinggal

Tabel 2. 1 Komponen Bangunan

Komponen Bangunan	Bahan Bangunan
Pondasi	Pasangan batu kali, pasangan bata Pondasi tiang kayu atau tiang beton
Lantai	Ubin, plesteran, keramik, plywood atau kayu
Dinding	Papan kayu, plywood, asbes, bilik, pasangan bata, pasangan batako atau pasangan conblok
Langit-langit / plafon	Plywood atau asbes
Atap	Penutup atap bisa menggunakan seng, genteng, injuk atau sirap

2.13. Kerugian akibat banjir rob

Mungkin saja kita semua akan mengira bahwa faktor yang menyebabkan banjir itu tidak ada yang dirugikan. Namun penanganan banjir berbeda disetiap jenis banjir. Akibatnya, akan lebih baik jika kita saling mengetahui jenis banjir yang terjadi. Seperti banjir rob ini, kita dapat menganggap banjir rob berdasarkan karakteristiknya. Banjir rob memiliki beberapa karakteristik unik. Beberapa ciri banjir rob adalah sebagai berikut: mereka terjadi saat air laut sedang pasang; airnya tidak terlalu keruh; mereka tidak selalu terjadi saat musim penghujan; dan biasanya terjadi didaerah yang memiliki dataran lebih rendah daripada lautan. Itulah beberapa ciri banjir rob. Jadi, ketika ada banjir yang memiliki ciri-ciri yang disebutkan di atas, maka banjir tersebut mungkin merupakan jenis banjir rob. Namun demikian, banjir terjadi karena sejumlah faktor. Itu juga berlaku untuk banjir rob ini. Meskipun sebelumnya telah diketahui bahwa kondisi air laut yang pasang adalah penyebab banjir rob ini, namun dibalik pasangannya air laut tersebut pastilah ada sesuatu yang melatar belakangi banjir tersebut terjadi. (Willy Sahana, 2021)

Setiap bencana pasti berdampak buruk pada orang yang mengalaminya. Banjir rob adalah bencana. Oleh karena itu, tidak peduli seberapa banyak banjir rob ini, pasti akan berdampak buruk pada masyarakat yang mengalaminya. Apa konsekuensi yang ditimbulkan oleh banjir rob ini? Beberapa konsekuensi dari banjir rob yaitu :

- Kehilangan material.
- Kerusakan bangunan.
- Pencemaran lingkungan
- Penyebaran bibit penyakit.
- Kekurangan air bersih.

2.14. Tesis Sebelumnya

Tabel 2.2 Tesis Sebelumnya

No	Judul	Peneliti, Tahun	Metode	Hasil
1.	Tangible damage assessment akibat banjir rob sebagai model penganggulan bahaya masa mendatang	Andreas Hasiholan Hutahean, Chadefi Novita Sari H, Nadya Mazaya Puteri Campina, Illa Prihantini, M. Rifqi., 2014.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Loss of Earnings, dan Regresi Linier Berganda. Metode penarikan contoh menggunakan Multistage Random Sampling (MRS).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kerugian yang diterima masyarakat akibat banjir rob tahun 2013 adalah sebesar Rp100,060,460,120. Total biaya pencegahan yang dikeluarkan masyarakat untuk mengurangi resiko kerugian banjir

				adalah sebesar Rp232,409,941,860.
2.	Nilai kerugian bangunan rumah tinggal akibat banjir pasang di muara baru	Siti Nurfatimatul Farodhiyah, Nurul Chayati, Feril Hariati., 2016.	Menganalisa data primer dan sekunder.	Kerugian biaya investasi yang terjadi dari hasil survey di Muara Baru adalah kisaran 18% - 91,5% dari total biaya rumah. Kerugian bangunan fisik berkisar antara 7,13% - 34,19% dari fungsi fisik rumah secara utuh. Sedangkan dari nilai rata-rata kerugian fisik 11,23% untuk struktur, 2% untuk arsitektur, dan 6,72 untuk utilitas. Bahwa presentase ini lebih banyak terjadi karena struktur.
3.	Pengaruh genangan banjir rob terhadap dinamika social ekonomi masyarakat kelurahan	Nila Septiani Pratikni dan Wiwandari Handayani, 2014.	Penelitian ini menggunakan metode campuran yaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan teknis	Kondisi genangan yang semakin tinggi dan waktu genangan yang lama berpengaruh terhadap aktivitas social ekonomi masyarakat.

	bandarharjo, semarang		analisa deskriptif dan analisa tabulasi silang.	Peningkatan angka perpindahan penduduk karena waktu genangan yang semakin lama, kondisi kesehatan masyarakat yang semakin menurun, aktivitas terganggu, dan pendapatan tidak stabil.
4.	Kerugian bangunan perumahan akibat rob dan arah kebijakan penanganannya di kelurahan bandarharjo kota semarang	Muhammad Ali L4D008044, 2010.	Metode pengukuran kerugian dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian akibat banjir air laut pasang. Yaitu dengan melihat kondisi fisik bangunan dan mengidentifikasi kerusakan serta kerugian yang terjadi dikalikan dengan indeks harga bangunan setempat.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerugian yang dialami akibat kenaikan air laut pasang atau rob pada kelurahan bandarharjo cukup besar yaitu sebesar lebih dari 16 Milyar.

5.	Analisi kerugian akibat banjir di Bandar Lampung	Dirwansyah Sesunan, 2014	Metode ECLAC, merupakan metode perhitungan yang digunakan dalam suatu bencana dan metode ini pertama kali ada pada saat terjadinya bencana di kawasan Amerika Latin dan Karibia pada awal 1970-an.	Berdasarkan perhitungan dengan metode ECLAC didapat deviasi sebesar 1% dari perhitungan yang dilakukan oleh pemerintah untuk menghitung kerugian akibat banjir yang terjadi di Bandar Lampung.
6.	Pendampingan inventarisasi faktor penyebab banjir dan rob di DAS Kendal	Riza Susanti, Asri Nurdiana, Shifa Fauziyah, Sutanto, 2020	Metode yang digunakan adalah observasi langsung dan analisa teoritik untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir dan rob di DAS Kendal Kabupaten Kendal.	Beberapa faktor yang menyebabkan luapa sungai tersebut adalah kawasan pesisir dengan kelerengan datar, alih fungsi lahan, kurangnya kawasan resapan air, dan belum ada kawasan tampungan air. Selain itu, sungai Kendal merupakan sungai

				paling banyak mengalami sedimentasi dan penumpukan sampah di Wilayah Sungai Bodri Kuto
7.	Tangible damage assessment akibat banjir rob pada bangunan rumah tinggal	Sunarna, 2022	Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan kuantitatif dan kualitatif yaitu karakteristik responden, presentase kerusakan serta nilai kerugian fisik yang harus ditanggung oleh masyarakat akibat banjir rob. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara manual dan menggunakan computer dengan program MS Excel 2019.	Memperoleh hasil LSMS geangan dengan kategori cepat, lama geangan 1 sampai 6 jam dari responden. Jumlah kerusakan rumah tinggal dan kerugian biaya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Persiapan

Tahap Persiapan merupakan tahap awal sebelum penelitian ini dimulai. Tahapan ini berlangsung untuk mencari referensi dari kumpulan tugas akhir, jurnal ataupun buku – buku yang ada serta penentuan lokasi yang digunakan sebagai sampel penelitian.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan untuk penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, berikut penjelasannya :

a. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan oleh peneliti yang dilakukan secara langsung ke lapangan, atau bisa disebut juga data baru. Untuk memperoleh data primer yang dilakukan dalam penelitian ini ialah dengan melakukan survey, wawancara, dan observasi ke masyarakat setempat Kelurahan Bandengan, Kecamatan Kendal. Data primer yang didapatkan adalah tinggi genangan dan luas banjir rob periode bulan Juli 2024 serta kondisi bangunan rumah tinggal periode bulan Juli Tahun 2024

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan oleh peneliti sebelumnya, atau disebut juga data sudah tersedia. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari Kantor Kelurahan Bandengan, PUPR Kendal, BPBD Kendal, , BMKG Semarang, Baperlitbang Kendal, jurnal, buku, dan internet. Data sekunder yang didapatkan adalah peta lokasi tahun 2024, data pasang surut periode per tanggal 1 sampai 30 Juni 2024, kerugian akibat banjir rob, dan faktor banjir rob.

3.3. Metode Penelitian

Pengumpulan data merupakan mencatat peristiwa guna melengkapi penelitian. Data pasang surut yang dikumpulkan oleh peneliti ialah pasang surut air laut dengan menggunakan metode Admiralty. Metode Admiralty merupakan metode empiris berdasarkan tabel pasang surut air laut. Metode ini terbatas dilakukan dengan jangka waktu tertentu selama 15-29 hari. Metode ini digunakan untuk menentukan jenis pasang surut yang terjadi di Kelurahan Bandengan.

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

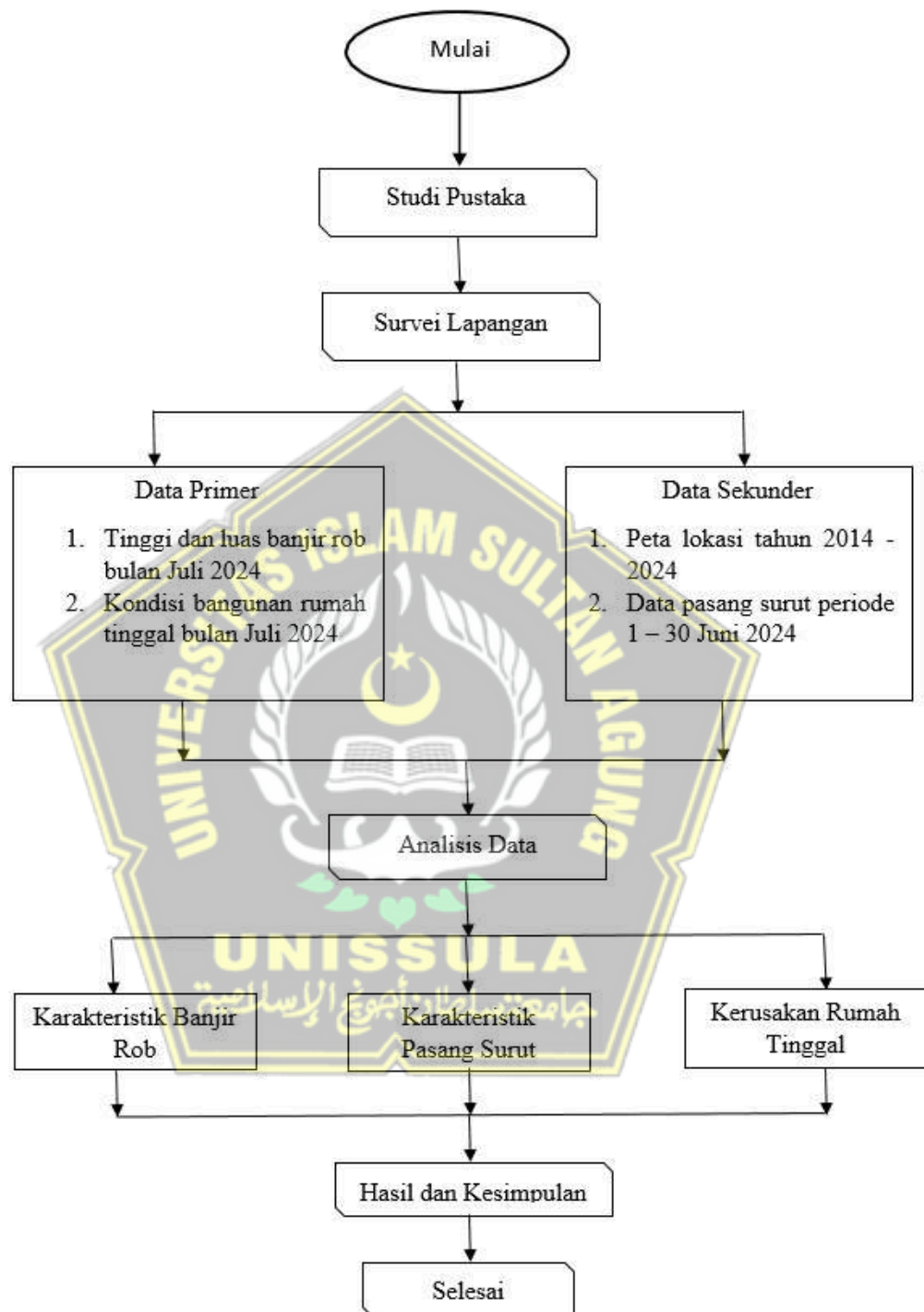
Dengan keterangan :

- F : bilangan formzahl
K1 : konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan dan matahari
O1 : konstanta harmonik tunggal oleh deklinasi bulan
M2 : konstanta harmonik ganda oleh bulan
S2 : konstanta harmonik ganda oleh matahari

Klasifikasi pasang surut adalah sebagai berikut (Indrastuti, Nelson Chen, 2022)

1. Pasang surut harian ganda jika $F \leq 0,25$
2. Pasang surut campuran (ganda dominan) jika $0,25 < F \leq 1,5$
3. Pasang surut campuran (tunggal dominan) jika $1,5 < F \leq 3$
4. Pasang surut harian tunggal jika $F > 3$

3.4. Alir Penelitian



BAB IV

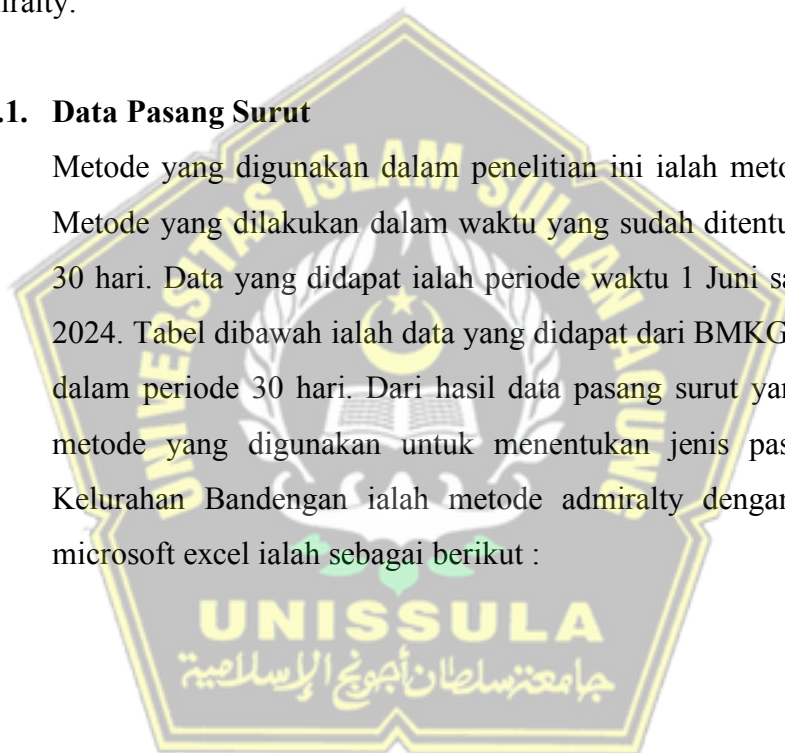
HASIL PENELITIAN

4.1. Pasang Surut Air Laut

Pasang surut air laut memiliki peranan penting pada suatu kegiatan yang dilakukan di laut diantaranya pelayaran perahu, nelayan, serta kapal. Pasang surut air laut juga memiliki peran penting terhadap pembentukan pola sirkulasi air laut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui jenis pasang surut yang terjadi di Kelurahan Bandengan Kabupaten Kendal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode admiralty.

4.1.1. Data Pasang Surut

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode admiralty. Metode yang dilakukan dalam waktu yang sudah ditentukan yaitu 15-30 hari. Data yang didapat ialah periode waktu 1 Juni sampai 30 Juni 2024. Tabel dibawah ialah data yang didapat dari BMKG Jawa Tengah dalam periode 30 hari. Dari hasil data pasang surut yang diperoleh, metode yang digunakan untuk menentukan jenis pasang surut di Kelurahan Bandengan ialah metode admiralty dengan perhitungan microsoft excel ialah sebagai berikut :



Tabel 4.1 Data Pasang Surut Harian Periode 1 – 30 Juni 2024

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

Tabel 4.2 Skema II

SKEMA II											
X ₁		Y ₁		X ₂		Y ₂		X ₄		Y ₄	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
1974	1577	1899	1652	1716	1835	1790	1761	1213	1116	1833	1718
1986	1570	1903	1653	1654	1902	1837	1719	1180	1194	1765	1791
1977	1534	1829	1682	1644	1867	1751	1760	1184	1168	1764	1747
1885	1578	1823	1640	1656	1807	1711	1752	1151	1157	1726	1737
1825	1527	1648	1704	1645	1707	1663	1689	1085	1120	1694	1658
1869	1455	1668	1656	1636	1688	1603	1721	1129	1109	1667	1657
1938	1452	1652	1738	1702	1688	1688	1702	1141	1122	1702	1688
1951	1493	1712	1732	1739	1705	1719	1725	1139	1153	1726	1718
1987	1451	1716	1722	1731	1707	1763	1675	1141	1148	1716	1722
2032	1442	1764	1710	1732	1742	1808	1666	1150	1163	1734	1740
1990	1461	1747	1704	1734	1717	1774	1677	1157	1141	1747	1704
1992	1495	1821	1666	1679	1808	1804	1683	1156	1167	1746	1741
2013	1497	1817	1693	1707	1803	1806	1704	1159	1174	1781	1729
2023	1499	1842	1680	1703	1819	1817	1705	1172	1176	1764	1758
1818	1318	1647	1489	1497	1639	1617	1519	1044	1048	1572	1564
1978	1395	1682	1691	1677	1696	1791	1582	1166	1038	1621	1752
1956	1538	1790	1704	1665	1829	1774	1720	1163	1167	1747	1747
1934	1540	1754	1720	1652	1822	1746	1728	1157	1161	1736	1738
1922	1539	1721	1740	1650	1811	1728	1733	1152	1156	1731	1730
1920	1529	1694	1755	1651	1798	1707	1742	1147	1153	1725	1724
1926	1518	1678	1766	1662	1782	1692	1752	1145	1151	1720	1724
1943	1510	1683	1770	1685	1768	1693	1760	1148	1154	1723	1730
1968	1499	1701	1766	1712	1755	1702	1765	1156	1156	1729	1738
2008	1484	1748	1744	1755	1737	1740	1752	1167	1163	1747	1745
1938	1381	1668	1651	1672	1647	1659	1660	1112	1103	1628	1691
2061	1475	1801	1735	1786	1750	1792	1744	1179	1172	1776	1760
2068	1474	1827	1715	1784	1758	1829	1713	1181	1179	1777	1765
2142	1447	1870	1719	1773	1816	1897	1692	1180	1200	1799	1790
2170	1534	1930	1774	1763	1941	1938	1766	1235	1236	1853	1851
2015	1517	1834	1698	1674	1858	1829	1703	1174	1184	1781	1751

X1 (+) = jumlah pukul 06.00 s/d pukul 17.00

X1 (-) = jumlah pukul 24.00 s/d pukul 05.00 + pukul 18.00 s/d 23.00

Y1 (+) = jumlah pukul 12.00 sampai 23.00

Y1 (-) = jumlah pukul 24.00 sampai 11.00

X2 (+) = jumlah pukul 24.00 s/d 02.00 + 09.00 s/d 14.00 + 21.00 s/d 23.00

X2 (-) = jumlah pukul 03.00 s/d 08.00 + pukul 15.00 s/d 20.00

Y2 (+) = jumlah pukul 24.00 s/d 05.00 + pukul 12.00 s/d 17.00

Y2 (-) = jumlah pukul 06.00 s/d 11.00 + pukul 18.00 s/d 23.00

X4 (+) = jumlah pukul 24.00 + pukul 05.00 + pukul 06.00 + pukul 11.00 + pukul 12.00 + pukul 17.00 + pukul 18.00 + pukul 23.00

X4 (-) = jumlah pukul 02.00 + 03.00 + 08.00 + 09.00 + 14.00 + 15.00 + 20.00 + 21,00

Y4 (+) = jumlah pukul 24.00 s/d 02.00 + pukul 06.00 s/d 08.00 + pukul 12.00 s/d 14.00 + pukul 18.00 s/d 20.00

Y4 (-) = jumlah pukul 03.00 s/d 05.00 + pukul 09.00 s/d 11.00 + pukul 15.00 s/d 17.00 + pukul 21.00 s/d 23.00

Table 4.3 Skema III

SKEMA III							
X ₀	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	X ₄	Y ₄	TGL
+	2000	2000	2000	2000	2000	2000	
3551	2397	2247	1881	2029	2097	2115	1
3556	2416	2250	1752	2118	1986	1974	2
3511	2443	2147	1777	1991	2016	2017	3
3463	2307	2183	1849	1959	1994	1989	4
3352	2298	1944	1938	1974	1965	2036	5
3324	2414	2012	1948	1882	2020	2010	6
3390	2486	1914	2014	1986	2019	2014	7
3444	2458	1980	2034	1994	1986	2008	8
3438	2536	1994	2024	2088	1993	1994	9
3474	2590	2054	1990	2142	1987	1994	10
3451	2529	2043	2017	2097	2016	2043	11
3487	2497	2155	1871	2121	1989	2005	12
3510	2516	2124	1904	2102	1985	2052	13
3522	2524	2162	1884	2112	1996	2006	14
3136	2500	2158	1858	2098	1996	2008	15
3373	2583	1991	1981	2209	2128	1869	16
3494	2418	2086	1836	2054	1996	2000	17
3474	2394	2034	1830	2018	1996	1998	18
3461	2383	1981	1839	1995	1996	2001	19
3449	2391	1939	1853	1965	1994	2001	20
3444	2408	1912	1880	1940	1994	1996	21
3453	2433	1913	1917	1933	1994	1993	22
3467	2469	1935	1957	1937	2000	1991	23
3492	2524	2004	2018	1988	2004	2002	24
3319	2557	2017	2025	1999	2009	1937	25
3536	2586	2066	2036	2048	2007	2016	26
3542	2594	2112	2026	2116	2002	2012	27
3589	2695	2151	1957	2205	1980	2009	28
3704	2636	2156	1822	2172	1999	2002	29
3532	2498	2136	1816	2126	1990	2030	30

$$X_0 = X_1(+) + X_1(-)$$

$$X_1 = X_1(+) + X_1(-) + 2000$$

$$Y_1 = Y_1(+) + Y_1(-) + 2000$$

$$X_2 = X_2(+) + X_2(-) + 2000$$

$$Y_2 = Y_2(+) + Y_2(-) + 2000$$

$$X_4 = X_4(+) + X_4(-) + 2000$$

$$Y_4 = Y_4(+) + Y_4(-) + 2000$$

Tabel 4.4 Tabel bantu mencari nilai X dan Y

0	2	b	3	c	4	d
-29	-1	0	-1	0	-1	0
-15	1	0	5	0	1	0
1	1	0	-1	1	1	0
1	1	-1	-1	1	1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	1	-1	1	1	-1	-1
1	-1	-1	1	1	-1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	-1	1	-1	1	1
1	-1	0	-1	-1	1	0
1	-1	1	-1	-1	1	-1
1	-1	1	-1	-1	-1	-1
1	-1	1	-1	1	-1	-1
1	1	1	-1	1	-1	1
1	1	1	1	1	-1	1
1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	0
1	1	-1	1	-1	1	-1
1	1	-1	1	-1	-1	-1
1	1	-1	-1	-1	-1	-1
1	-1	-1	-1	-1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	-1	1
1	-1	-1	-1	1	1	1
1	-1	0	-1	1	1	0
1	-1	-1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	1	1	-1
1	-1	1	1	-1	-1	-1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	1	-1	-1	1
1	1	1	-1	-1	1	1
1	1	0	-1	-1	1	0

Tabel 4.5 Tabel bantu mencari nilai X dan Y

TABEL BANTU																													
No	x	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y		
	00	10	12	1b	13	1c	20	22	2b	23	2c	42	4b	44	4d														
1	3551	2397	2247	2397	2247	0	0	-2397	-2247	2397	2247	1881	2029	1881	2029	0	0	-1881	-2029	1881	2029	2097	2115	0	0	2097	2115	0	0
2	3556	2416	2250	2416	2250	-2416	-2250	-2416	-2250	2416	2250	1752	2118	1752	2118	-1752	-2118	-1752	-2118	1752	2118	1986	1974	-1986	-1974	1986	1974	-1986	-1974
3	3511	2443	2147	2443	2147	-2443	-2147	2443	2147	2443	2147	1777	1991	1777	1991	-1777	-1991	1777	1991	1777	1991	2016	2017	-2016	-2017	-2016	-2017	-2016	-2017
4	3463	2307	2183	2307	2183	-2307	-2183	2307	2183	2307	2183	1849	1959	1849	1959	-1849	-1959	1849	1959	1849	1959	1994	1989	-1994	-1989	-1994	-1989	-1994	-1989
5	3352	2298	1944	-2298	-1944	-2298	-1944	2298	1944	2298	1944	1938	1974	-1938	-1974	-1938	-1974	1938	1974	1938	1974	-1965	-2036	-1965	-2036	-1965	-2036	1965	2036
6	3324	2414	2012	-2414	-2012	-2414	-2012	2414	2012	2414	2012	1948	1882	-1948	-1882	-1948	-1882	1948	1882	1948	1882	-1948	-1882	-2020	-2010	-2020	-2010	2020	2010
7	3390	2486	1914	-2486	-1914	-2486	-1914	2486	1914	2486	1914	2014	1986	-2014	-1986	-2014	-1986	2014	1986	2014	1986	-2014	-1986	-2019	-2014	-2019	-2014	2019	2014
8	3444	2458	1980	-2458	-1980	0	0	-2458	-1980	-2458	-1980	2034	1994	-2034	-1994	0	0	-2034	-1994	-2034	-1994	-1986	-2008	0	0	1986	2008	0	0
9	3438	2536	1994	-2536	-1994	2536	1994	-2536	-1994	-2536	-1994	2024	2088	-2024	-2088	2024	2088	-2024	-2088	-2024	-2088	-1993	-1994	1993	1994	1993	1994	-1993	-1994
10	3474	2590	2054	-2590	-2054	2590	2054	-2590	-2054	-2590	-2054	1990	2142	-1990	-2142	1990	2142	-1990	-2142	-1990	-2142	-1987	-1994	1987	1994	-1987	-1994	-1987	-1994
11	3451	2529	2043	-2529	-2043	2529	2043	-2529	-2043	2529	2043	2017	2097	-2017	-2097	2017	2097	-2017	-2097	2017	2097	-2016	-2043	2016	2043	-2016	-2043	-2016	-2043
12	3487	2497	2155	2497	2155	2497	2155	-2497	-2155	2497	2155	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121	1871	2121
13	3510	2516	2124	2516	2124	2516	2124	2516	2124	2516	2124	1904	2102	1904	2102	1904	2102	1904	2102	1904	2102	1985	2052	1985	2052	-1985	-2052	1985	2052
14	3522	2524	2162	2524	2162	2524	2162	2524	2162	2524	2162	1884	2112	1884	2112	1884	2112	1884	2112	1884	2112	1884	2112	1996	2006	1996	2006	1996	2006
15	3136	2500	2158	2500	2158	0	0	2500	2158	0	0	1858	2098	1858	2098	0	0	1858	2098	0	0	1996	2008	0	0	1996	2008	0	0
16	3373	2583	1991	2583	1991	-2583	-1991	2583	1991	-2583	-1991	1981	2209	1981	2209	-1981	-2209	1981	2209	-1981	-2209	2128	1869	-2128	-1869	2128	1869	-2128	-1869
17	3494	2418	2086	2418	2086	-2418	-2086	2418	2086	-2418	-2086	1836	2054	1836	2054	-1836	-2054	1836	2054	-1836	-2054	1996	2000	-1996	-2000	-1996	-2000	-1996	-2000
18	3474	2394	2034	2394	2034	-2394	-2034	2394	2034	-2394	-2034	1830	2018	1830	2018	-1830	-2018	1830	2018	-1830	-2018	1996	1998	-1996	-1998	-1996	-1998	-1996	-1998
19	3461	2383	1981	-2383	-1981	-2383	-1981	2383	1981	-2383	-1981	1839	1995	-1839	-1995	-1839	-1995	1839	1995	-1839	-1995	-1839	-1995	-1996	-2001	-1996	-2001	-1996	-2001
20	3449	2391	1939	-2391	-1939	-2391	-1939	2391	1939	-2391	-1939	1853	1965	-1853	-1965	-1853	-1965	1853	1965	-1853	-1965	1853	1965	-1994	-2001	-1994	-2001	-1994	-2001
21	3444	2408	1912	-2408	-1912	-2408	-1912	2408	1912	-2408	-1912	1880	1940	-1880	-1940	-1880	-1940	1880	1940	-1880	-1940	1880	1940	-1994	-1996	-1994	-1996	1994	1996
22	3453	2433	1913	-2433	-1913	0	0	-2433	-1913	2433	1913	1917	1933	-1917	-1933	0	0	-1917	-1933	1917	1933	-1994	-1993	0	0	1994	1993	0	0
23	3467	2469	1935	-2469	-1935	2469	1935	2469	1935	2469	1935	1957	1937	-1957	-1937	1957	1937	1957	1937	1957	1937	1957	1937	-2000	-1991	2000	1991	-2000	-1991
24	3492	2524	2004	-2524	-2004	2524	2004	2524	2004	2524	2004	2018	1988	-2018	-1988	2018	1988	2018	1988	2018	1988	2018	1988	-2004	-2002	2004	2002	-2004	-2002
25	3319	2557	2017	-2557	-2017	2557	2017	2557	2017	-2557	-2017	2025	1999	-2025	-1999	2025	1999	2025	1999	-2025	-1999	-2009	-1937	2009	1937	-2009	-1937	-2009	-1937
26	3536	2586	2066	2586	2066	2586	2066	2586	2066	-2586	-2066	2036	2048	2036	2048	2036	2048	2036	2048	2036	2048	-2036	-2048	2007	2016	2007	2016	-2007	-2016
27	3542	2594	2112	2594	2112	2594	2112	2594	2112	-2594	-2112	2026	2116	2026	2116	2026	2116	2026	2116	2026	2116	-2026	-2116	2002	2012	2002	2012	-2002	-2012
28	3589	2695	2151	2695	2151	2695	2151	2695	2151	-2695	-2151	1957	2205	1957	2205	1957	2205	1957	2205	1957	2205	1980	2009	1980	2009	1980	2009	1980	2009
29	3704	2636	2156	2636	2156	0	0	-2636	-2156	-2636	-2156	1822	2172	1822	2172	0	0	-1822	-2172	-1822	-2172	1999	2002	0	0	1999	2002	0	0

Tabel 4.6 Skema IV

SKEMA IV					
INDEX	TANDA	X	Y	X	Y
		TAMBAHAN		JUMLAH	
00	+	100406		100406	
10	+	71982	59664	13982	1664
	-	-58000	-58000		
12	+	37506	32022	1030	2380
	-	-34476	-27642		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
1b	+	30617	24817	1676	424
	-	-28941	-24393		
13	+	37219	30855	456	46
	-	-34763	-28809		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
1c	+	34152	28958	-1178	410
	-	-35330	-28548		
20	+	55718	59272	-2282	1272
	-	-58000	-58000		
22	+	28264	31352	-1190	1432
	-	-27454	-27920		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
2b	+	23709	24955	1212	864
	-	-22497	-24091		
23	+	29051	30455	384	-362
	-	-26667	-28817		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
2c	+	26498	28266	-864	-642
	-	-27362	-28908		
42	+	30167	30072	190	52
	-	-27977	-28020		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
4b	+	23968	24061	-136	156
	-	-24104	-23905		
44	+	30192	29991	240	-110
	-	-27952	-28101		
(29)	(-) (+)	-2000	-2000		
4d	+	23947	24158	-178	350
	-	-24125	-23808		
IV					

Tabel 4.7 Skema V, VI, dan VII

			S0	M2	S2	N2	KI	O1	M4	MS4	
SKEMA V	$X_{00} =$	100406	100406								
	$X_{10} =$	13982				13982	-1118,6				
	$X_{12} - Y_{1b} =$	606		42,4		-12,12	606			12,12	
	$X_{13} - Y_{1c} =$	46									
	$X_{20} =$	-2282		68	-2282,0	68					
	$X_{22} - Y_{2b} =$	-2054		-2054	-30,8	-78,1	-4,1	119,1		71,9	
	$X_{23} - Y_{2c} =$	1026		-61,56		1026					
	$X_{42} - Y_{4b} =$	34		1,02						34	
$X_{44} - Y_{4d} =$	-110							-110	-8,8		
SKEMA VI	$Y_{10} =$	1664				1664	-133,1				
	$Y_{12} + X_{1b} =$	4056		283,9		-81,1	4056			121,7	
	$Y_{13} + X_{1c} =$	-1132									
	$Y_{20} =$	1272		-38,16	1272	-38,2					
	$Y_{22} + X_{2b} =$	2644		2644	39,7	84,6		-150,7		-92,5	
	$Y_{23} + X_{2c} =$	-1226		73,6		-1226					
	$Y_{42} + X_{4b} =$	-84		-2,5					-0,8	-84	
	$Y_{44} + X_{4d} =$	-288							-288	-23,0	
			S_i	M_i	S_2	N_i	K_i	O_i	M_4	MS_i	
$V : PR \cos r$			100406	-2004	-2313	1016	13966	-393	-110	109	
$VI : PR \sin r$			0	2961	1312	-1180	1583	3772	-289	-78	
PR			100406	3575,051054	2658,861044	1557,057527	14055,18754	3792,633279	309,076925	134,146316	
Daftar 3a : P			669	559	448	566	439	565	507	535	
Daftar 5 : f				1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	
VIII : 1 + W				1,0	1,2	0,9	0,8	1,0	1,0	1,2	
: V				81,10698	0,0	3,3	295,7	145,4	162,2	81,1	
Daftar 9 : u				-1,3	0,0	-1,3	-6,3	8,3	-2,7	-1,3	
VIII : w				0,0	8,5	-9,7	18,4	0,0	0,0	8,5	
Daftar 3a : p				333	345	327	173	160	307	313	
Daftar 4 : r				124,1	150,4	310,8	6,5	96,0	249,2	324,5	
Jumlah = g				536,85	503,92	629,98	487,28	409,65	715,67	725,74	
$n \times 360^\circ$				720,00	360,00	360,00	360,00	360,00	360,00	720,00	
$PR \cdot ((P \times f \times (1+W)) = A$				150,08	6,21	4,97	2,93	44,65	7,79	0,58	0,20
g°				0,00	-183,15	143,92	269,98	127,28	49,65	355,67	5,74

Tabel 4.8 Tabel bantu mencari nilai f, V, dan u

TABEL BANTUAN MENCARI NILAI f, V dan u			
s	19605,14	342,1743	
h	565,6965	9,8732658	
p	5127,322	89,488643	
N	-2019,08	-35,23956	

Tabel 4.9 Mencari nilai V

khusus untuk nilai V		
konstata	nilai asli	deg
M2	-38078,89302	81,10698
K1	655,69646	295,69646
O1	-38374,58948	145,41052
K2	1131,39292	51,39292
S2	0	0
P1	-295,69646	64,30354
M4	-76157,78604	162,21396
MS4	-38078,89302	81,10698
N2	-52556,71446	3,28554

Tabel 4.10 Menghitung nilai f

Menghitung f	
fM2	1,029397
fK2	0,802866
fO1	0,86128
fK1	0,915195
fS2	1
fP1	1
fN2	1,029397
fM4	1,059657
fMS4	1,029397

Tabel 4.11 Menghitung nilai u

Menghitung nilai u	
u M2	-1,349013089
u K2	-11,88402955
u K1	-6,312929841
u O1	8,288513272
u S2	0
u P1	0
u M4	-2,698026179
u MS4	-1,349013089
u N2	-1,349013089

Tabel 4.12 Hasil Akhir

HASIL TERAKHIR											
	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁	
A Cm	150	6,21	4,97	3	44,65	7,79	0,58	0,2	1	15	
g °	0	-183	144	270	127	50	356	6	144	127	

$$K1 = \frac{14055,18}{439 \times 0,9 \times 0,8} = 44,65$$

$$O1 = \frac{3792,63}{565 \times 0,9 \times 1} = 7,79$$

$$M2 = \frac{3575,05}{559 \times 1 \times 1} = 6,21$$

$$S2 = \frac{2658,86}{448 \times 1 \times 1,2} = 4,97$$

Hasil akhir dari perhitungan Microsoft excel dengan metode admiralty dengan

$$\text{rumus } F = \frac{K1+O1}{M2+S2}$$

$$F = \frac{44,97+7,79}{6,21+4,97} = 4,690$$

Maka, dengan hasil >3 , pasang surut yang terjadi di Kelurahan Bandengan Kabupaten Kendal termasuk dalam pasang surut tunggal.

Tabel 4.13 Elevasi Air

ELEVASI AIR	
Z0	83,40
HHWL	163,10
MHWL	142,06
MSL	83,40
MLWL	24,75
LLWL	3,71

$$Z0 : M2 + S2 + N2 + K1 + O1 + M4 + MS4 + K2 + P1$$

$$HHWL : Z0 + (M2 + S2 + K1 + O1 + K2 + P1)$$

$$MHWL : Z0 + (M2 + K1 + O1)$$

$$MSL : Z0$$

$$MLWL : Z0 - (M2 + K1 + O1)$$

$$LLWL : Z0 - (M2 + S2 + K1 + O1 + K2 + P1)$$

Hasil elevasi air Kelurahan Bandengan dengan perhitungan Microsoft excel, dengan keterangan :

Z0	: tinggi air terendah dari bibir pantai
HHWL	: air tertinggi pada saat pasang surut purnama
MHWL	: rata-rata dari muka air tinggi selama periode 19thn
MSL	: ketinggian atau elevasi sebenarnya
MLWL	: rata-rata dari muka air rendah selama periode 19thn
LLWL	: air terendah pada saat pasang surut purnama

4.1.2. Ketinggian Maksimal

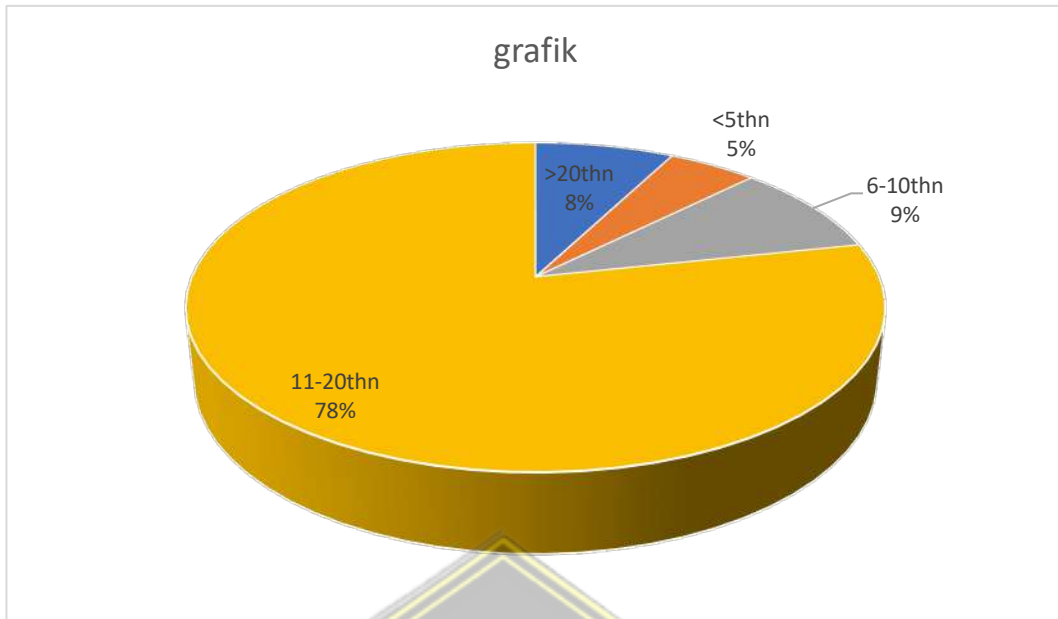
Tabel 4.1 ialah data pasang surut di Kelurahan Bandengan. Dapat ditentukan ketinggian maksimal ialah 210 cm dan ketinggian terendah adalah 88 cm.

4.2. Identifikasi Kerusakan Rumah Tinggal

Kelurahan Bandengan adalah wilayah Kabupaten Kendal yang sering mengalami bencana banjir rob. Di pemukiman banyak rumah yang tergenang oleh banjir rob sehingga dapat menyebabkan kerugian bagi masyarakat pada sektor rumah tangga.

4.2.1. Umur bangunan

Umur bangunan dari hasil kuesioner warga sekitar menunjukkan beberapa klasifikasi yaitu, <5 tahun, 6 – 10 tahun, 11 – 20 tahun, dan >20 tahun. Umur bangunan yang paling banyak ialah umur 11 – 20 tahun, selanjutnya 6 – 10 tahun, diikuti >20 tahun, dan yang terakhir <5 tahun. Berikut adalah gambar prosentase umur bangunan.



Gambar 4.1 Grafik umur bangunan
(Sumber : BPPD Kendal)

4.2.2. Jenis bangunan

Jenis bangunan di Daerah Bandengan Kabupaten Kendal berdasarkan pengamatan dibedakan menjadi 2 jenis yaitu bangunan jenis permanen dan bangunan jenis non permanen. Untuk jenis bangunan dapat dilihat pada gambar 4.2.2.

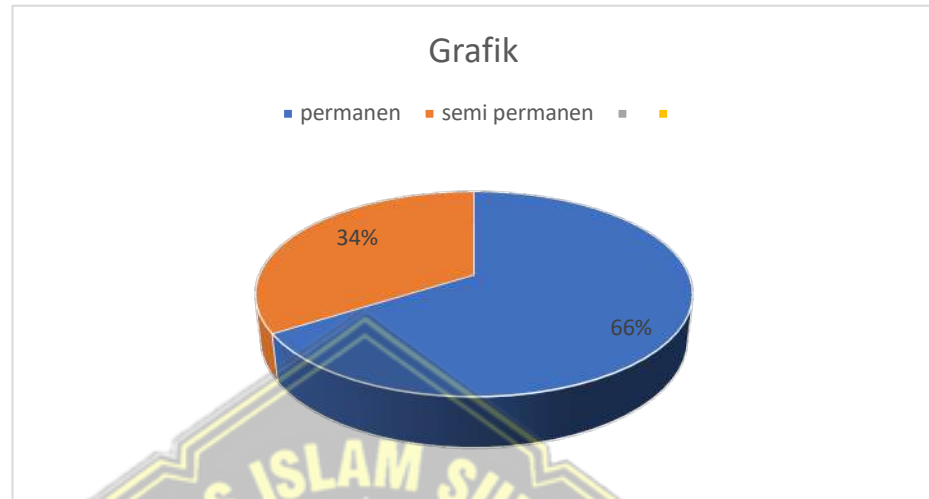


(a)

(b)

Gambar 4.2 Jenis Bangunan Rumah

Prosentase jenis rumah di Bandengan adalah sebagai berikut : untuk semi permanen sebanyak 51 unit rumah atau 34% sedangkan untuk jenis permanen sebanyak 99 unit rumah atau 66%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3 Grafik Bangunan Tempat Tinggal Responden
(Sumber : BPPD Kendal)

4.2.3. Tingkat Kerusakan

Tingkat kerusakan fisik struktur bangunan rumah di daerah Bandengan ditinjau dari aspek komponen struktur yang diperoleh dari rata-rata hasil penelitian. Dari hasil analisa data untuk struktur termasuk kategori rusak sedang karena besarnya prosentase kerusakan fisik struktur 28,22% diatas 25%

Tabel 4.14 Kerusakan Fisik Struktur

Aspek	Komponn Bangunan	Bobot Kerusakan (BR)
1	2	3
Struktur	Pondasi	9,47%
	Kolom	7,57%
	Balok	0,00%
	Joint	5,70%
	Rangka Atap	0,00%
	Struktur Sekunder	5,48%
		28,22%

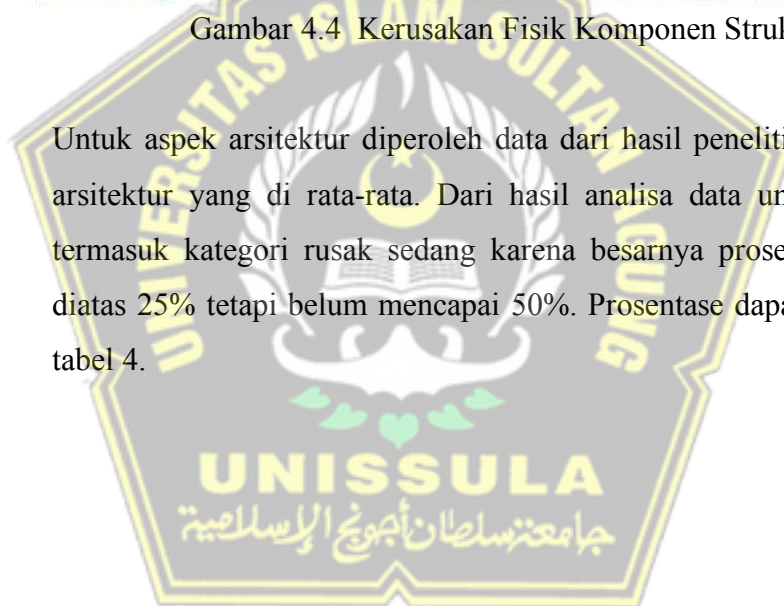
(Sumber : Sunarna, 2022)

Kerusakan fisik struktur bangunan rumah tinggal di Bandengan diamati dari kerusakan pada kolom, sambungan, atap rumah (bangunan utama/primer) seperti pada gambar 4.



Gambar 4.4 Kerusakan Fisik Komponen Struktur

Untuk aspek arsitektur diperoleh data dari hasil penelitian komponen arsitektur yang di rata-rata. Dari hasil analisa data untuk arsitektur termasuk kategori rusak sedang karena besarnya prosentase 47,18% diatas 25% tetapi belum mencapai 50%. Prosentase dapat dilihat pada tabel 4.



Tabel 4.15 Kerusakan Fisik Arsitektur

Aspek	Komponn Bangunan	Bobot Kerusakan (BR)
1	2	3
Arsitektur	Fungsi Bangunan thd kelayakan	5,74%
	Lantai	8,16%
	Pelapis lantai	6,38%
	Plesteran dinding	7,42%
	Pelapis dinding	6,68%
	Pintu dan jendela	5,04%
	Plafond	7,75%
		47,18%

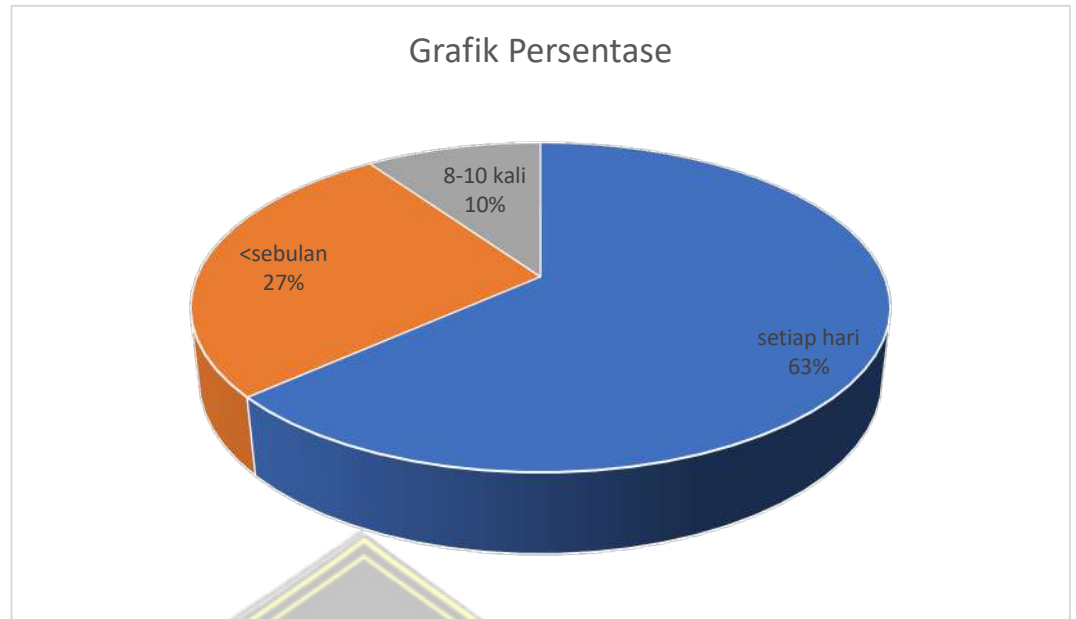
(Sumber : Sunarna, 2022)

4.3. Identifikasi Genangan

Kelurahan Bandengan Kabupaten Kendal termasuk salah satu daerah yang sering tergenang banjir rob. Genangan di Bandengan sering terjadi di jalan, halaman rumah atau area lain yang datar dan tidak memiliki saluran pembuangan yang memadai untuk air hujan.

4.3.1. Frekuensi banjir rob

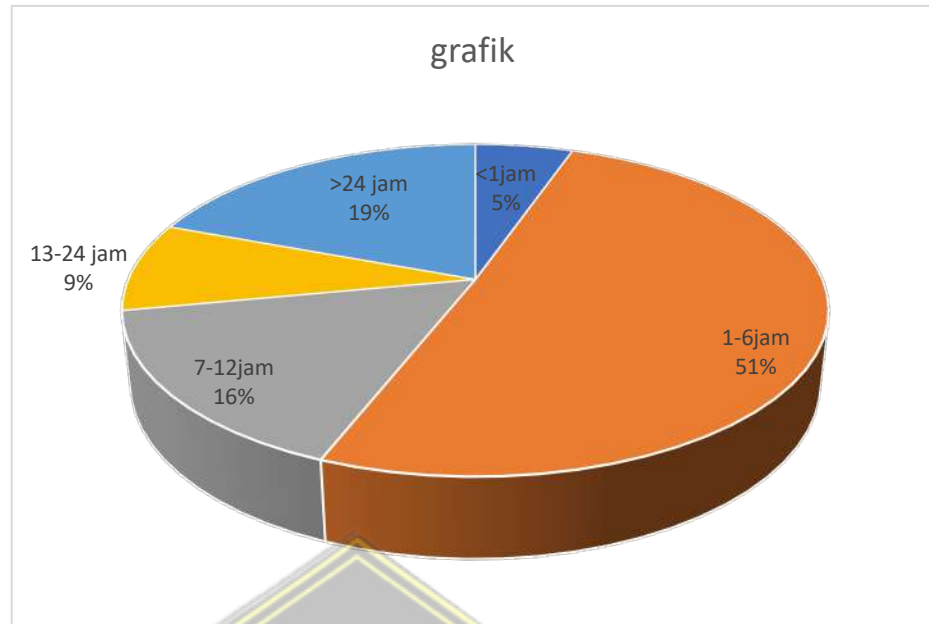
Hasil penelitian yang didapat dari keterangan responden, frekuensi rob di Kelurahan Bandengan termasuk kategori rob sering yaitu 85 responden menjawab rob sring terjadi setiap harinya. Sedangkan 36 responden menjawab rob terjadi kurang dari 10 kali dalam sebulan, 13 responden menjawab rob terjadi sekitar 8-10 kali dalam kurun waktu sebulan,. Berikut adalah data yang disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4.5 Frekuensi Genangan
(Sumber : BPPD Kendal)

4.3.2. Lama genangan

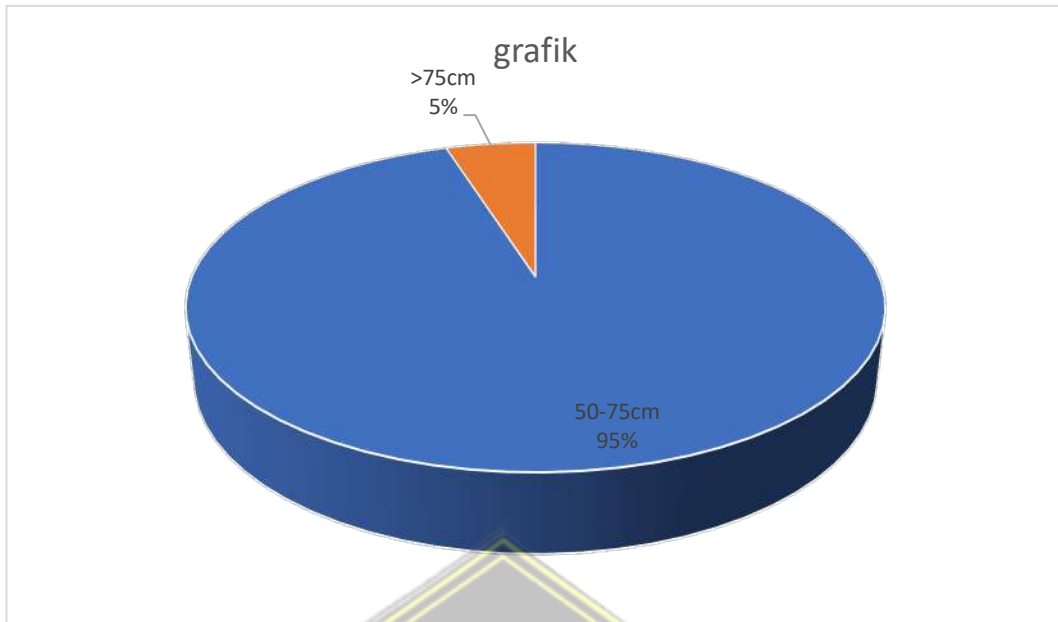
Dari hasil pengumpulan data dari responden di Kelurahan Bandengan Kabupaten Kendal, lama genangan termasuk kategori genangan yang cepat hilang yakni < 7 jam sebesar 56%, terdiri dari 8 responden, lama genangan kurang dari 1 jam dan 76 responden lama genangan 1-6 jam sehingga (8 + 76 = 84) responden. Sedangkan responden yang lain yaitu 24 responden menyampaikan lama genangan berkisar 7-12 jam, 13 responden 13-24 jam dan yang menyampaikan lama genangan diatas 24 jam yaitu 29 responden. Berikut adalah detail yang dapat ditampilkan pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Lama Genangan
(Sumber : BPPD Kendal)

4.3.3. Tinggi dan Luas Genangan

Hasil survey yang didapatkan di Kelurahan Bandengan berdasarkan keterangan 128 responden = 85% menjawab tinggi genangan termasuk kategori genangan yang rendah < 50 cm, responden yang menjawab dengan genangan sedang yaitu berkisar 50 – 75 cm adalah 21 responden dan sisanya 1 responden menjawab tinggi genangan diatas 75 cm. Daerah yang terdampak banjir rob meliputi RW02, RW03, RW04. Berikut adalah data tinggi genangan yang disajikan pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Tinggi Genangan
(Sumber : BPPD Kendal)

Dari hasil yang peneliti dapatkan di lokasi dapat ditemukan bahwa 3 kategori genangan yaitu : genangan rendah (kurang 50 cm), hanya sebatas menggenangi jalan atau halaman, secara detail dapat dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4.8 Genangan Rendah

Sedangkan kategori yang kedua adalah genangan sedang, yang memiliki kedalaman antara 50 – 75 cm, selain berada di halaman dan jalan apabila terjadi genangan sedang ini, ada beberapa rumah warga yang sudah terkena genangan, seperti pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Genangan Sedang

Untuk kategori ketiga genangan tinggi yaitu genangan dengan kedalaman diatas 75 cm, terjadi pada musim-musim tertentu, seperti musim hujan. Saat musim hujan terjadi ada beberapa rumah warga yang separo dindingnya tergenang oleh air. Seperti terlihat pada gambar 4.10



Gambar 4.10 Genangan Tinggi

4.3.4. Elevasi Air Banjir Rob

Elevasi air sebenarnya ialah ketinggian permukaan banjir rob yang diukur dari ketinggian jalan atau jembatan. Banjir rob dapat berubah ketinggiannya dalam periode waktu tertentu tergantung dari air laut pasang. Pasang surut air laut juga dapat berubah ketinggiannya akibat pengaruh gravitasi antara bumi, matahari, dan bulan. Dalam penelitian ini, peneliti menghitung elevasi air dalam hari tertentu 1 minggu 1 kali dalam periode 1-30 Juni 2024. Berikut perhitungan elevasi air dalam waktu tertentu :

1. 1 Juni 2024 pukul 16.00 ketinggian pasang surut 200 cm dan ketinggian rob 64 cm dari jalan.
Maka, elevasi air sebenarnya $200 - 64 = 136$ cm, elevasi permukaan jalan.
2. 13 Juni 2024 pukul 14.00 ketinggian pasang surut 188 cm dan ketinggian rob 60 cm dari jalan.
Maka, elevasi air sebenarnya $188 - 60 = 128$ cm, elevasi permukaan jalan.
3. 16 Juni 2024 pukul 15.00 ketinggian pasang surut 178 cm dan ketinggian rob 55 cm dari jalan.
Maka, elevasi air sebenarnya $178 - 55 = 123$ cm, elevasi permukaan jalan.
4. 28 Juni 2024 pukul 14.00 ketinggian pasang surut 210 cm dan ketinggian rob 76 cm dari jalan.
Maka, elevasi air sebenarnya $210 - 76 = 134$ cm, elevasi permukaan jalan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa :

1. Ketinggian elevasi air 136 cm sama dengan 4 Juni 2024 pukul 04.00.
2. Ketinggian elevasi air 128 cm sama dengan 8 Juni 2024 pukul 19.00.
3. Ketinggian elevasi air 123 cm sama dengan 9 Juni 2024 pukul 19.00.
4. Ketinggian elevasi air 134 cm sama dengan 14 Juni 2024 pukul 04.00.

Berdasarkan 4 data diatas, dapat disimpulkan bahwa elevasi jalan terhadap pasang surut adalah 130 cm.

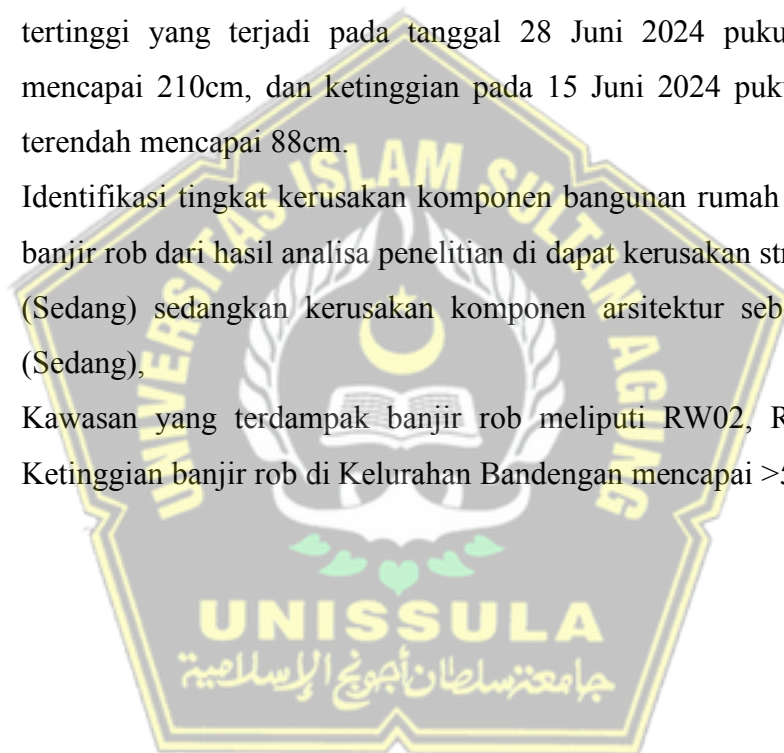
BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelian yang berisi tentang banjir rob, pasang surut air laut, serta kerusakan bangunan rumah tinggal, maka hasil yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian, jenis pasang surut yang terjadi di Kelurahan Bandengan termasuk jenis pasang surut harian tunggal. Ketinggian tertinggi yang terjadi pada tanggal 28 Juni 2024 pukul 14.00 WIB mencapai 210cm, dan ketinggian pada 15 Juni 2024 pukul 23.00 WIB terendah mencapai 88cm.
2. Identifikasi tingkat kerusakan komponen bangunan rumah tinggal akibat banjir rob dari hasil analisa penelitian di dapat kerusakan struktur 28,22% (Sedang) sedangkan kerusakan komponen arsitektur sebesar 47,18 % (Sedang),
3. Kawasan yang terdampak banjir rob meliputi RW02, RW03, RW05. Ketinggian banjir rob di Kelurahan Bandengan mencapai >50cm.



5.2. Saran

Dalam upaya penanganan banjir rob di Kelurahan Bandengan ada beberapa yang dapat dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat, diantaranya :

1. Pemerintah setempat perlu melakukan peninjauan ulang untuk penataan ruang.
2. Perlu dilakukan penanganan berkala terhadap masyarakat yang terdampak banjir rob.
3. Pemerintah dan masyarakat perlu memilih bahan bangunan yang cocok agar rumah setempat tidak mudah rusak.
4. Perlu dilakukan sosialisasi akan terjadinya banjir rob.
5. Pemerintah dan masyarakat perlu memperhatikan dan memelihara sistem drainase dengan benar.



DAFTAR PUSTAKA

- Ali,M. (2010), Kerugian bangunan perumahan akibat rob dan arah kebijakan penanggannya di Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang, Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Aji,F,A., Maulana,A., Saleh,R., Tinjauan sungai item sunter setelah dinormalisasikan sebagai pengendalian banjir di Jakarta Pusat, Menara jurnal teknik sipil UNJ, Vol 16 No 2,2021, Jakarta.
- Abighail,S,H., Kridasantausa, I., (alm), Farid,M.,Moe,R,I., Pemodelan banjir akibat perubahan tata guna lahan di daerah aliran sungai Ciliwung, Jurnal teknik sipil ITB,Vol.29 No. 1, 2022, Bandung.
- Aprijal, (2007), Sinergitas penanganan banjir, Republic opini, Radar Lampung.
- Djaja, R. (1989). Makalah : Cara Perhitungan Pasut Laut Dengan Metode Admiralty, Pasang Surut, Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi.
- Farodhiyah, S.N., Chayati, N., Hariati, F., (2016), Nilai kerugian bangunan rumah tinggal akibat banjir pasang di Muara Baru (Studi kasus : Kelurahan Penjaringan, Kota Jakarta Utara), Tugas akhir, Jurnal rekayasa Sipil volume 5 nomor 2, Desember 2016.
- Hutahaean,A,H, Sari,C,N, Puteri,N,M, Prihantini,C,I, dan Rifki,M, (2021), *Tangible Damage Assesment* Akibat Banjir Rob Sebagai Model Penanggulangan Bahaya Banjir Masa Mendatang, (Studi Kasus : Kawasan Penjaringan, Jakarta Utara). Laporan Akhir Kreativitas Mahasiswa IPB, Bogor.
- K.R, Rifki, Dwi H.I, dan Gentur H. (2015). Pengaruh Pasang Surut Terhadap Sebaran Genangan Banjir Rob di Kecamatan Semarang Utara. Semarang: Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Numberi, F. (2009), Perubahan iklim : Implikasi terhadap kehidupan di laut, pesisir dan pulau-pulau kecil. Cetakan I, Jakarta : Citrakreasi Indonesia.
- Pratikno,N,S., dan Handayani,W. (2014), Pengaruh genangan banjir rob terhadap dinamika sosial ekonomi masyarakat Kelurahan Bandarharjo, Semarang, Jurnal teknik PWK volume 3 nomor 2.

- Susanti,R., Nurdiana,A., Fauziyah,S., Sutanto. (2020), Pendampingan inventarisasi faktor penyebab banjir dan rob di DAS Kendal, Laporan akhir, Teknik infrastruktur sipil dan perancangan arsitektur, Sekolah vokasi, Universitas Diponegoro, Jurnal pengabdian vokasi, Vol. 01, No. 04, Nopember 2020.
- Sesunan D. (2014), Analisa kerugian akibat banjir di Bandar Lampung, Jurnal Teknik Sipil UBL Volume 5 No. 1, Lampung.
- Sunarna, (2022). *Tangible damage assesment* akibat banjir rob pada bangunan rumah tinggal. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.
- Suripin, Kurniani,D. (2016), Pengaruh perubahan iklim terhadap hidrograf banjir di Kanal Banjir Timur Kota Semarang, Jurnal media komunikasi teknik sipil, Vol. 22, No. 2, 2016, Semarang.
- Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- WS, Anissa dan Agus R. (2021). Analisis Penyebab Banjir Rob di Kawasan Pesisir, Studi Kasus : Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes, Pekalongan . Semarang: Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Unissula.
- Wuryanti, W., (2002). Identifikasi kerugian bangunan rumah di pantai akibat kenaikan muka air Laut, Proseding Puslitbangkim Bandung.

