

**DESAIN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI UPAYA
MITIGASI BENCANA GELOMBANG EKSTREM DI KABUPATEN
KULON PROGO**

SKRIPSI

Diajukan guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Sains (S.Si) pada program studi Ilmu Kelautan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh :

IBRAHIM MUHAMMAD ALHUSEN

NIM : 09020420027

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ibrahim Muhammad Alhusen

Nim : 09020420027

Program studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2020

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penelitian skripsi saya yang berjudul **"DESAIN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA GELOMBANG EKSTREM DI KABUPATEN KULON PROGO"**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 10 Juni 2024

Yang menyatakan,



Ibrahim Muhammad Alhusen
NIM 09020420027

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Ibrahim Muhammad Alhusen

NIM : 09020420027

JUDUL : “Desain Bangunan Pemecah Gelombang Sebagai Upaya Mitigasi
Bencana Gelombang Ekstrem Di Kabupaten Kulon Progo ”

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 29 Mei 2024

Dosen Pembimbing I



Asri Sawiji, MT
NIP. 198706262014032003

Dosen Pembimbing II



Noverma, M.Eng
NIP. 198111182014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : Ibrahim Muhammad Alhusen

NIM : 09020420027

JUDUL : “Desain Bangunan Pemecah Gelombang Sebagai Upaya Mitigasi Bencana Gelombang Ekstrem Di Kabupaten Kulon Progo”

Telah dipertahankan di depan tim penguji skripsi

Di Surabaya, 4 Juni 2024

Mengesahkan,

Dewan Penguji

Penguji I

Abdul Halim, S.Ag., M.Hi.
NIP. 197012082006041001

Penguji II

Misbakhul Munir, S.Si., M.Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji III

Asri Sawiji, MT., M.Sc
NIP. 198706262014032003

Penguji IV

Noverma, M.Eng
NIP. 198111182014032002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Ampel Surabaya



Dr. A. Saiful Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ibrahim Muhammad Alhusen
NIM : 09020420027
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Ilmu Kelautan
E-mail address : bramalhusen09@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

DESAIN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI UPAYA MITIGASI

BENCANA GELOMBANG EKSTREM DI KABUPATEN KULON PROGO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 26 Juni 2024

Penulis

(Ibrahim Muhammad Alhusen)

ABSTRAK
DESAIN BANGUNAN PEMECAH GELOMBANG SEBAGAI UPAYA
MITIGASI BENCANA GELOMBANG EKSTREM DI KABUPATEN
KULON PROGO

Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu wilayah pesisir selatan Pulau Jawa yang rawan terhadap ancaman gelombang ekstrem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik hidrologi dan mendesain bangunan pemecah gelombang sebagai upaya mitigasi bencana gelombang ekstrem di perairan Kabupaten Kulon Progo. Metode yang digunakan meliputi analisis data sekunder berupa data batimetri, gelombang, dan pasang surut, serta perancangan dimensi bangunan pemecah gelombang. Hasil analisis menunjukkan bahwa perairan Kabupaten Kulon Progo memiliki batimetri yang cukup bervariasi dan curam dengan kontur interval berdekatan, tinggi gelombang berkisar 0,5-2,5 m yang termasuk kategori gelombang tinggi, serta tipe pasang surut campuran condong harian ganda dengan nilai formzhal 0,458. Desain bangunan pemecah gelombang direncanakan pada dua titik dengan tinggi 10,720 m di titik 1 dan 10,717 m di titik 2 pada kedalaman 6 m. Dimensi struktur meliputi ketebalan lapisan, lebar puncak, dan berat jenis batu yang bervariasi pada lengan dan ujung bangunan di kedua titik. Penelitian ini menghasilkan analisis karakteristik hidrologi dan desain bangunan pemecah gelombang yang spesifik sesuai kondisi perairan Kabupaten Kulon Progo. Desain ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya mitigasi struktural untuk mengurangi risiko bencana gelombang ekstrem di wilayah tersebut. Penelitian lebih lanjut diperlukan terkait analisis kestabilan bangunan dan dampaknya terhadap lingkungan pesisir.

Kata kunci: *bangunan pemecah gelombang, gelombang ekstrem, mitigasi bencana, Kabupaten Kulon Progo*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

WAVE BREAKER BUILDING DESIGN AS AN EXTREME WAVE DISASTER MITIGATION EFFORT IN KULON PROGO DISTRICT

Kulon Progo Regency is one of the southern coastal areas of Java Island that is prone to extreme wave threats. This study aims to analyze the hydrological characteristics and design a breakwater structure as an effort to mitigate extreme wave disasters in the waters of Kulon Progo Regency. The methods used include secondary data analysis of bathymetry, waves, and tides, as well as designing the dimensions of the breakwater structure. The analysis results show that the waters of Kulon Progo Regency have varied and steep bathymetry with close interval contours, wave heights ranging from 0.5-2.5 m which are categorized as high waves, and a mixed tide type with a tendency towards semi-diurnal with a formzahl value of 0.458. The breakwater structure is designed at two points with a height of 10.720 m at point 1 and 10.717 m at point 2 at a depth of 6 m. The structural dimensions include varying layer thicknesses, crest widths, and rock densities on the trunk and head of the structure at both points. This research produces a specific analysis of hydrological characteristics and breakwater design according to the conditions of the waters in Kulon Progo Regency. This design is expected to serve as a reference in structural mitigation efforts to reduce the risk of extreme wave disasters in the area. Further research is needed regarding the analysis of the stability of the structure and its impact on the coastal environment.

Keywords: *breakwater, extreme waves, disaster mitigation, Kulon Progo Regency*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
PERNYATAAN KEASLIAN.....	II
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
PERYATAAN PUBLIKASI.....	V
KATA PENGANTAR.....	VI
ABSTRAK.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
DAFTAR ISI.....	X
DAFTAR GAMBAR.....	XII
DAFTAR TABEL.....	XIV
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Mitigasi Bencana.....	6
2.2 Sistem Informasi Geografis.....	7
2.3 Bangunan Pemecah Gelombang.....	8
2.4 Parameter Desain Bangunan Pemecah Gelombang.....	11
2.4.1 Gelombang.....	11
2.4.2 Pasang Surut.....	17
2.4.3 Batimetri.....	19
2.5 Penelitian Terdahulu.....	19
2.6 Integrasi Keilmuan.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	29
3.3 Tahapan Penelitian.....	30

3.4 Studi Pendahuluan.....	31
3.5 Pengumpulan Data	31
3.6 Analisis Data	31
3.7 Pembuatan Peta Karakteristik Hidrologi.....	31
3.8 Desain Bangunan Pemecah Gelombang	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Peta Karakteristik Hidrologi	40
4.1.1 Peta Batimetri.....	40
4.1.2 Peta Gelombang	42
4.2 Desain Bangunan Pemecah Gelombang	43
4.2.1 Pasang Surut.....	43
4.2.1.1 Analisis Pasang Surut.....	43
4.2.2 Gelombang	45
4.2.2.1 Analisis Data Gelombang.....	46
4.2.2.2 Analisis Arah Gelombang	46
4.2.2.3 Menentukan Metode Distribusi Gelombang	48
4.2.2.4 Kala Ulang Gelombang.....	49
4.2.2.5 Analisis Refraksi Gelombang.....	49
4.2.2.6 Gelombang Pecah.....	50
4.2.3 Analisis Desain Bangunan Pemecah Gelombang	51
4.2.3.1 Perencanaan Umum	51
4.2.3.2 Dimensi Struktur Bangunan Pemecah Gelombang.....	54
BAB 5 PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Bahaya Gelombang Ekstrem	2
Gambar 1. 2 Peta Risiko Gelombang Ekstrem.....	2
Gambar 2. 1 Bangunan Pemecah Gelombang Tipe Sisi Miring	8
Gambar 2. 2 Bangunan Pemecah Gelombang Tipe Sisi Tegak.....	9
Gambar 2. 3 Bangunan Pemecah Gelombang Tipe Campuran.....	10
Gambar 2. 4 Contoh Refraksi Gelombang Di Daerah Pantai	12
Gambar 2. 5 Refraksi Gelombang Pada Kontur Lurus Dan Sejajar	12
Gambar 2. 6 Proses Difraksi Gelombang.....	13
Gambar 2. 7 Proses Refleksi Gelombang	14
Gambar 2. 8 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah.....	14
Gambar 2. 9 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah.....	15
Gambar 2. 10 Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut Akibat Pemanasan Global.....	15
Gambar 2. 11 Elevasi Muka Air Laut Rencana.....	16
Gambar 2. 12 Grafik <i>Run-up</i> Gelombang.....	17
Gambar 2. 13 Tipe-Tipe Pasang Surut	18
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	28
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	30
Gambar 3. 3 Alur Pembuatan Peta Karakteristik Hidrologi.....	32
Gambar 4. 1 Peta Batimetri Wilayah Perairan Kabupaten Kulon Progo	40
Gambar 4. 2 Peta 3D Kontur Batimetri Perairan Kabupaten Kulon Progo	41
Gambar 4. 3 Peta Sebaran Tinggi Gelombang Tahun 2009-2023.....	42
Gambar 4. 4 Grafik Pengolahan Data Pasang Surut Pada Bulan Januari 2023	44
Gambar 4. 5 Diagram Mawar Arah Gelombang Berdasarkan Tinggi Gelombang.....	47
Gambar 4. 6 Peta Titik Lokasi Penempatan Bangunan.....	52
Gambar 4. 7 Grafik <i>Run-up</i> Gelombang.....	54
Gambar 4. 8 Tabel Koefisien Stabilitas Untuk Berbagai Jenis Butir	56
Gambar 4. 9 Koefisien Lapis	57
Gambar 4. 10 Angka Stabilitas N_s Untuk Pondasi dan Pelindung Kaki.....	60
Gambar 4. 11 Desain Lengan Bangunan Pemecah Gelombang Titik 1	62
Gambar 4. 12 Desain Ujung Bangunan Pemecah Gelombang Titik 1	63
Gambar 4. 13 Desain Lengan Bangunan Pemecah Gelombang Titik 2.....	64

Gambar 4. 14 Desain Ujung Bangunan Pemecah Gelombang Titik 2..... 65



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keuntungan dan Kerugian Ketiga Tipe Bangunan.....	10
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	20
Tabel 3. 1 Alat	29
Tabel 3. 2 Bahan.....	29
Tabel 3. 3 Kala Ulang Gelombang.....	34
Tabel 3. 4 Nilai Y_n	34
Tabel 3. 5 Nilai σ_n	34
Tabel 4. 1 Konstanta Harmonik Pasang Surut	44
Tabel 4. 2 Kategori Elevasi Muka Air.....	44
Tabel 4. 3 Kategori Elevasi Muka Air.....	45
Tabel 4. 4 Penentuan Jenis Pasang Surut	45
Tabel 4. 5 Tinggi dan Periode Gelombang Pada Tahun 2009-2023.....	46
Tabel 4. 6 Persentase Arah dan Kecepatan Gelombang.....	47
Tabel 4. 7 Analisa Data Gelombang.....	48
Tabel 4. 8 Analisis Refraksi Pada Titik 1	50
Tabel 4. 9 Analisis Refraksi Pada Titik 2	50
Tabel 4. 10 Perhitungan Gelombang Pecah 2 Titik Lokasi.....	51
Tabel 4. 11 Perhitungan Tinggi Muka Air Laut Rencana.....	53
Tabel 4. 12 Analisis Run-up Gelombang	54
Tabel 4. 13 Perhitungan Tinggi Bangunan Pemecah Gelombang.....	55
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Sr.....	56
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Berat Lapisan.....	57
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Lebar Puncak	58
Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Tebal Lapis	59
Tabel 4. 18 Perhitungan Jumlah Batu Pelindung	59
Tabel 4. 19 Perhitungan Dimensi Pelindung Kaki Bangunan.....	61
Tabel 4. 20 Detail Perhitungan Bangunan Pemecah Gelombang Pada Titik 1	66
Tabel 4. 21 Detail Perhitungan Bangunan Pemecah Gelombang Pada Titik 2	67

DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, D. R. (2022). *Tesis Respon Seismik Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Probabilistic Seismic Hazard Analysis Analisis: Peta, Faktor Situs Dan Amplifikasi (Seismic Response of Central Java Province Based on Probabilistic Seismic Hazard Analysis Analisis: Map, Site Factors)*.
- Cempaka, A. (2012). *Pelabuhan Perikanan Pondok Mimbo Situbondo, Jawa Timur*.
- CERC (Coastal Engineering Research Centre), 1984, Shore Protection Manual, Dept. Of The Army, Washington DC.
- Diposaptono, S. (2003). Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dalam Kerangka Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu di Indonesia. In *Jurnal Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana* (Vol. 8, Issue 2, pp. 1–8). http://ejurnal2.bppt.go.id/index.php/ALAMI_ALLM/article/view/1683
- Fajri, N., Rizal, T., Jansen, T., & Thambas, A. H. (2021). Perencanaan Pemecah Gelombang (Breakwater) Di Daerah Pantai Desa Saonek Kabupaten Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Jurnal Sipil Statik*, 9(4), 717–724. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/39046/35431>
- Fannyn. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local*, 1(69), 5–24.
- Febrianto, T., Hestirianoto, T., & Agus, S. B. (2016). Pemetaan Batimetri Di Perairan Dangkal Pulau Tunda, Serang, Banten Menggunakan Singlebeam Echosounder. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 6(2), 139–147. <https://doi.org/10.24319/jtpk.6.139-147>
- Imbar, S. E. J. (2020). Analisis Deformasi Gelombang Pada Pantai Minahasa Barat. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 65–70.
- Koagouw, J. E., Mamuaya, G. E., Tarumingkeng, A. A., & Angmalisang, P. A. (2013). Wind speed data analysis for predictions of sea waves in Bitung Coastal Waters. *Aquatic Science & Management*, 39(Mei), 35. <https://doi.org/10.35800/jasm.0.0.2013.2274>
- Kongko, W., & Hidayat, R. (2014). Earthquake-Tsunami in South Jogjakarta Indonesia: Potential, Simulation Models, and Related Mitigation Efforts. *IOSR Journal of Applied Geology and Geophysics*, 2(3), 18–22. <https://doi.org/10.9790/0990-0231822>
- Korto, J., Jasin, M. I., & Mamoto, J. D. (2015). Analisis Pasang Surut di Pantai Nuangan (Desa Iyok) Boltim Dengan Metode Admiralty. *Jurnal Sipil Statistik*, 3(6), 391–402.
- Kurniawan, R., Habibie, M. N., & Permana, D. S. (2012). Kajian Daerah Rawan Gelombang Tinggi Di Perairan Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 13(3), 201–212. <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i3.135>
- Lekatompessy, S. T. A., & Tutuhatunewa, A. (2010). Kajian Konstruksi Model Peredam Gelombang Dengan Menggunakan Mangrove Di Pesisir Lateri-

Kota Ambon. *Arika*, 04(1), 51–60.

- Lina, T. N., Sedyono, E., & Prasetyo, S. Y. J. (2017). Analisis Pemanfaatan Kawasan Wilayah Pesisir Menggunakan Local Indicators of Spatial Association (Lisa) (Studi Kasus : Kabupaten Kulon Progo). *Simetris : Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 8(2), 781. <https://doi.org/10.24176/simet.v8i2.1608>
- Lutfi, A., Agung, I. B., & Sulistyorini, D. (2017). *Perencanaan Stabilitas Lapis Lindung Tetrapod Pada Pemecah*. 40–49.
- Maulana, E., Wulan, T. R., Wahyuningsih, D. S., Mahendra, I. W. W. Y., & Siswanti, E. (2016). Abrasion Risk Reduction Strategy on the Rembang Regency's Coastal, Central Java (in Indonesian). *Proceedings of the 2016 UMS National Geography Seminar: Disaster Risk Reduction Efforts Related to Climate Change (in Bahasa)*, 2007, 389–398.
- Naiborhu, M. A., Purnawanti, Y. N., & Kumalasari, S. D. (2020). Desain dan Konstruksi Pemecah Gelombang dengan Sisi Miring. *Jurnal Teknik Transportasi*, 1(2), 106. <https://doi.org/10.54324/jtt.v1i2.537>
- Prasetya, T., & Imamura, F. (2010). *NUMERICAL SIMULATION FOR THE ASSESSMENT OF TSUNAMI SCENARIOS IN SOUTHERN YOGYAKARTA, CENTRAL JAVA ISLAND, INDONESIA* (p. 6). <https://tohoku.elsevierpure.com/en/publications/numerical-simulation-for-the-assessment-of-tsunami-scenarios-in-s>
- Rafsanjani, A., & Nofrion. (2023). Visualisasi Webgis Potensi Fisik Dan Sosial Nagari Koto Sani Sebagai Sumber Belajar Geografi. *INNOVATIVE : Journal Of Social Science Research*, 3.
- Samulano, I., & Mera, M. (2011). Refraksi Dan Difraksi Gelombang Laut Di Daerah Dekat Pantai Pariaman. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jrs.7.1.1-10.2011>
- Sarwidi. (2018). Pendidikan Dan Pelatihan Mitigasi Bencana Bagi Masyarakat Dan Pemuda Karang Taruna Di Desa Pagerharjo Samigaluh Kulonprogo. *AJIE-Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, May, 2.
- Septian, M., Mursanto, A. D. I., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2017). *Perencanaan bangunan pemecah gelombang pada pantai kuwaru, dusun kuwaru, desa poncosari, kecamatan srandakan, kabupaten bantul*.
- Slamet, A. H. H., Dini Nafisatul Mutmainah, Sekar Ayu Wulandari, Agustia Dwi Pamujiati, & Siska Elvani. (2023). Pemetaan Sebaran Ternak Kambing di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Tahun 2018-2020. *Jurnal Ilmiah Sains Teknologi Dan Informasi*, 1(2), 8–16. <https://doi.org/10.59024/jiti.v1i2.116>
- Supriyono, S., Pranowo, W. S., Rawi, S., & Herunadi, B. (2022). Analisa dan Perhitungan Prediksi Pasang Surut Menggunakan Metode Admiralty dan Metode Least Square (Studi Kasus Perairan Tarakan dan Balikpapan). *Jurnal Chart Datum*, 1(1), 9–20.

<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v1i1.7>

- Syam. (2023). Mitigasi Perubahan Iklim Perspektif Al-Qur'an (Kajian Tafsir Tematik Dengan Corak Ilmi).
- Tindaon, G. P., Djamaluddin, R., Manengkey, H. W. K., & Ngangi, E. L. A. (2022). Karakteristik Arah Dan Tinggi Gelombang Signifikan Di Laut Sulawesi. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 10(3), 356–367. <https://doi.org/10.35800/jplt.10.3.2022.55020>
- Triana, D., Hadi, T. S., & Husain, M. K. (2018). Mitigasi Bencana Melalui Pendekatan Kultural dan Struktural. *Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi 2017"*, 379–384. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/723>
- Triatmodjo, B. (1999). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2009). Teknik Pantai. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2003). Pelabuhan (3rd ed.). Yogyakarta. Beta Offset
- Waskita, Y. P. (2020). Analisis Bangunan Pengaman Pantai Breakwater Tipe Campuran (Studi Kasus Pelabuhan Teluk Bayur Kota Padang). *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 18–29. <https://doi.org/10.33369/ijts.12.1.18-29>
- Yuliamangesti, A. A. (2018). Evaluasi Kinerja Bangunan Pemecah Gelombang (Breakwater) di Pantai Puger Jember. *Digital Repository Universitas Jember, September 2019*, 2019–2022.
- Zinovieva, I. S., Iatsyshyn, A. V., & Artemchuk, V. O. (2023). *The use of GIS in renewable energy specialist 's learning The use of GIS in renewable energy specialist 's learning*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2611/1/012016>

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A