

EVALUASI KINERJA BANGUNAN PENGAMAN PANTAI DI PANTAI BATU MEJAN, CANGGU

Tiara Rekha Ardhanaresvari¹, Putu Aryastana^{2*}, Putu Gede Suranata³

^{1,3} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Warmadewa,

Jl. Terompong No.24, Sumerta Kelod, Denpasar Tim., Denpasar, Bali, Kode Pos 80239

² Magister Rekayasa Infrastruktur dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Warmadewa,
Jl. Terompong No.24, Sumerta Kelod, Denpasar Tim., Denpasar, Bali, Kode Pos 80239

*Email: aryastanaputu@warmadewa.ac.id

Diajukan: 24/07/2024 Direvisi: 01/07/2025 Diterima: 02/07/2025

Abstrak

Pantai Batu Mejan merupakan salah satu Kawasan pariwisata yang terletak desa Canggu, Kabupaten Badung. Pantai Batu mejan memiliki panjang pantai yakni ± 561 m dengan bangunan pengaman pantai (sea wall) sepanjang ± 270 m yang terletak di area samping Pura Batu Mejan, Canggu. Gelombang laut yang cukup besar di Pantai Canggu khususnya pada Pantai Batu Mejan menyebabkan kerusakan bangunan yang terjadi pada bangunan pengaman pantai (sea wall). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja bangunan pengaman pantai (sea wall) eksisting dengan menggunakan metode analisis penilaian kerusakan, analisis penilaian kondisi fisik dan kinerja fungsi bangunan pengaman pantai. Berdasarkan hasil evaluasi pada sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong dengan total panjang pantai yakni $\pm 1,26$ km diperoleh pada segmen 1 dan 2 berdasarkan kerusakan erosi/abrasi yaitu sebesar 350 dengan prioritas penanganan A (amat sangat diutamakan). Selanjutnya pada evaluasi kondisi fisik dan kinerja fungsi bangunan pengaman pantai pada segmen 4 memperoleh hasil kinerja fungsi bangunan buruk karena terjadi kerutuhan sebagian pada bangunan sehingga perlu dilakukan kaji ulang. Sedangkan pada segmen 5 dan 6 memperoleh hasil kinerja fungsi bangunan baik sehingga hanya perlu dilakukan pemantauan. Kemudian dari evaluasi kondisi eksisting tersebut akan disimulasikan menggunakan software Surface - Water Modeling System (SMS) 10.1 dan 13.3.

Kata kunci: Abrasi, Bangunan Pengaman Pantai, Evaluasi Kinerja Bangunan, Sea Wall

Abstract

Batu Mejan Beach is a prominent tourist destination located in Canggu Village, Badung Regency. The beach stretches approximately 561 meters and features a coastal protection structure (sea wall) that extends about 270 meters alongside the Batu Mejan Temple in Canggu. The significant waves at Canggu Beach, particularly at Batu Mejan, have caused damage to the existing sea wall. This study aims to assess the performance of the existing sea wall using damage assessment analysis, physical condition evaluation, and functional performance analysis of the coastal protection structure. The evaluation along Batu Mejan Beach to Batu Bolong Beach, covering a total length of approximately 1.26 kilometers, revealed that segments 1 and 2 experienced erosion/abrasion damage rated at 350, indicating a priority handling level of A (very high priority). Furthermore, the physical condition and functional performance assessment of the sea wall in segment 4 showed poor performance due to partial degradation, necessitating a reevaluation. In contrast, segments 5 and 6 demonstrated good functional performance, requiring only monitoring. The existing conditions will be simulated using the Surface-Water Modeling System (SMS) software versions 10.1 and 13.3.

Keywords: Abrasion, Coastal Protection Structure, Performance Evaluation of The Structure, Sea Wall

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki luas wilayah lautan hingga mencapai 6.400.000 km². Luas wilayah perairan di Indonesia yakni lebih dari 77% dari luasan total wilayah NKRI (Negara Kepulauan Republik Indonesia). Selain itu, Negara Indonesia memiliki panjang garis pantai yang dapat mencapai lebih dari 108.000 km dan dengan jumlah pulau yang lebih dari 17.504 pulau (Marves, 2020). Pantai merupakan suatu daerah yang ada di tepi daerah perairan dan dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah (Triatmodjo, 1999). Pulau Bali memiliki objek wisata yang sangat beragam, baik wisata alam, budaya, dan bahari (Somantri, 2011).

Pantai di Pulau Bali merupakan salah satu daya tarik yang paling diminati oleh wisatawan lokal maupun asing. Selain menjadi destinasi wisata, pantai-pantai di Pulau Bali juga sering digunakan sebagai tempat pelaksanaan upacara keagamaan bagi umat Hindu di Bali. Saat ini, sekitar 215,85 km wilayah pesisir di Bali mengalami erosi/abrasi yang diperkirakan disebabkan oleh gelombang tinggi, penambangan sedimen pantai, dan pembangunan struktur pantai yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis (I. K. S. W. Putra, Yujana, & Surayasa 2017). Abrasi merupakan suatu proses pengikisan alami berupa daerah pantai atau material penyusun pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus laut yang destruktif, angin di atas lautan yang menghasilkan gelombang serta arus laut yang berkekuatan merusak, yang diikuti oleh longsoran (runtuhan), abrasi menyebabkan mundurnya garis pantai dari posisi semula (ke arah darat) (Apriyanti, Hartadi, & Putro, 2021; Haryani, 2022; Palisu, Fiqri, & Assidiq, 2022).

Pantai Batu Mejan merupakan salah satu kawasan pantai pariwisata yang mendatangkan devisa dikarenakan banyaknya wisatawan asing yang datang ke daerah tersebut. Pantai Batu Mejan terletak di Desa Canggu, Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung. Panjang garis pantai Batu Batu Mejan yakni ± 561 m dengan bangunan pengaman pantai *sea wall* sepanjang ± 270 m pada area samping Pura Batu Mejan. Bangunan pelindung pantai merupakan jenis struktur Teknik sipil yang dibuat untuk mencegah erosi/abrasi dan banjir pantai atau

rob di wilayah pantai, selain itu, bangunan ini juga berfungsi untuk menjaga stabilitas muara dan mempermudah lalu lintas navigasi dan membantu dalam merevitalisasi kawasan pantai (Hamid & Danial, 2016).

Adapun Pantai Batu Bolong yang berada tepat bersebelahan dengan Pantai Batu Mejan memiliki panjang pantai hingga Batu Mejan yakni $\pm 1,26$ km. Pantai Batu Mejan dimanfaatkan sebagai tempat berlangsungnya kegiatan keagamaan bagi umat hindu, kawasan wisata, lokasi *surfing* atau berselancar bagi wisatawan asing ataupun wisatawan lokal, dan disamping itu pada kawasan pantai sebagian besar difungsikan sebagai restoran atau bar yang diperuntukkan untuk menikmati matahari terbenam. Gambar 1 menunjukkan kondisi di sekitar Pantai Batu Mejan.



Gambar 1. Kondisi di Sekitar Pantai Batu Mejan
(Hasil Analisis, 2024)

Salah satu faktor alam berupa gelombang laut yang cukup besar dan kurangnya fasilitas bangunan pengaman pantai di Pantai Canggu khususnya pada Pantai Batu Mejan dan Pantai Batu Bolong menyebabkan terjadinya kemunduran garis pantai atau erosi. Menurut hasil analisis citra satelit SPOT 2017 menunjukkan adanya suatu perubahan garis pantai dan terjadi erosi di wilayah Canggu dimana rata-rata perubahan garis pantai sebesar 14,36 m dan laju erosi sebesar 2,05 m/tahun (Aryastana, Ardantha, & Agustini, 2017). Perubahan garis pantai merupakan proses yang berlangsung secara terus-menerus melalui berbagai mekanisme, seperti pengikisan (abrasi) dan penambahan (akresi) yang disebabkan oleh pergerakan sedimen, garis pantai dapat berubah dikarenakan dua faktor yaitu faktor alam seperti gelombang, pasang surut dan akibat perbuatan manusia seperti

penambahan hutan bakau, serta memperluas sepadan pantai, perubahan garis pantai berdampak salah satunya pada permukiman masyarakat yang akan tergerus apabila tidak dilakukan penanggulangan (Arief, Winarso & Prayoga, 2011; Dundu, Rachman & Paotonan, 2020; Nugraha, Sudarsono & Mulyawati, 2022)

Terdapat kerusakan pada Bangunan pengaman pantai *sea wall* yang ada di pantai Batu Mejan. Tepatnya di samping areal Pura Batu Mejan terlihat mengalami kerusakan atau abrasi yang disebabkan oleh salah satu faktor alam yaitu gerusan gelombang dan arus ataupun kombinasi keduanya yang cukup besar yang menghantam bangunan yang mengakibatkan bangunan tersebut mengalami keruntuhan sebagian, seperti terlihat pada Gambar 2. Bangunan pengaman pantai *sea wall* pada Pantai Batu Mejan mengalami tingkat kerusakan sedang hingga cukup tinggi terlihat dari kerusakan yang tampak pada badan bangunan jika dilihat secara visual, material longsor, retak, berlubang, batu tercabut, dan lain-lain (Racman, 2023).



Gambar 2. Kerusakan Bangunan Pengaman Pantai Sea Wall di Pantai Batu Mejan
(Hasil Analisis, 2024)

Perbedaan antara erosi dan abrasi pantai adalah sebagai berikut, erosi pantai adalah proses mundurnya garis pantai dari posisi semula akibat ketidakseimbangan antara pasokan dan kapasitas angkutan sedimen. Sementara itu, abrasi pantai adalah proses pengikisan batuan ataupun material keras seperti dinding atau tebing, yang sering kali disertai dengan longsor dan reruntuhan material (Wibowo, 2012). Dan berdasarkan wawancara yang dilakukan kepada warga disekitar daerah pantai Batu Mejan hingga pantai Batu Bolong menyebutkan bahwa pada saat gelombang air

laut pasang masih sering terjadi limpasan gelombang hingga mencapai ke area warung warga pada beberapa titik lokasi di Pantai Batu Mejan dan Pantai Batu Bolong.

Dari permasalahan tersebut, maka dari itu perlu dilakukan evaluasi pada bangunan pengaman pantai *sea wall* eksisting di Pantai Batu Mejan, Canggu. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efektivitas pada bangunan pengaman pantai *sea wall* terhadap abrasi dan apakah bangunan tersebut perlu dilakukan kaji ulang dan penanganan berdasarkan permasalahan yang terjadi pada bangunan dan lingkungan sekitar pantai (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2021). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja bangunan pengaman pantai (*sea wall*) eksisting dengan menggunakan metode analisis penilaian kerusakan, analisis penilaian kondisi fisik dan kinerja fungsi bangunan pengaman pantai yang dilakukan dengan mengisi blanko yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Sumber Daya Air melalui SE No.11/SE/D/2021. Setelah melakukan evaluasi maka akan dilanjutkan dengan melakukan simulasi pemodelan transformasi gelombang dilakukan dengan menggunakan *software* atau perangkat lunak *Surface-Water Modeling System* (SMS) versi 10.1 dan versi 13.3 untuk menentukan tinggi gelombang serta transpor sedimen yang terjadi di sepanjang Pantai Batu Mejan sampai dengan Pantai Batu Bolong, Canggu.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong tepatnya di Desa Canggu, Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung, Bali (Gambar 3).



Gambar 3. Lokasi Penelitian
(Google Earth Pro, 2024)

2.2. Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam melakukan evaluasi ini yaitu: Data kondisi eksisting bangunan pengaman pantai (*sea wall*) pada Pantai Batu Mejan, Data Peta Topografi dan Data Bathimetri Pantai Batu Mejan.

2.3. Analisis Data Penilaian Kerusakan Pantai

Penilaian Kerusakan Pantai bertujuan untuk secara obyektif menentukan tingkat kerusakan yang terjadi, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan pantai-pantai mana saja yang harus diprioritaskan untuk penanganan (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2021).

Tahap pertama yang perlu dilakukan yaitu Survey kerusakan pantai. Survey kerusakan pantai dilakukan dengan mengidentifikasi jenis kerusakan, faktor penyebab, ancaman yang mungkin saja terjadi, serta parameter penilaian. Kemudian dari mengidentifikasi dapat dilanjutkan dengan menentukan bobot kerusakan yang didasari dengan uraian kerusakan untuk memperoleh solusi alternatif pada masalah yang terjadi.

Kemudian dilanjutkan dengan Survey Tingkat Kepentingan. Survey ini dilakukan dengan penilaian tingkat kerusakan pantai, kemudian mengidentifikasi jenis pemanfaatan ruang dengan menetapkan skala kepentingan, sehingga dapat diperoleh koefisien bobot tingkat kepentingan pantai.

Setelah melakukan survey kerusakan pantai dan tingkat kepentingannya maka dilanjutkan dengan menentukan prioritas penanganan pantai berdasarkan bobot yang diperoleh. Skala prioritas penanganan pantai, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Prioritas Penanganan Pantai

Jenis Prioritas	Ketentuan
Prioritas A, (amat sangat diutamakan-darurat)	Bobot > 300
Prioritas B, (sangat diutamakan)	Bobot 226 - 300
Prioritas C, (diutamakan)	Bobot 151 - 225
Prioritas D, (kurang diutamakan)	Bobot 76 - 150
Prioritas E, (tidak diutamakan)	Bobot < 75

(Sumber: Direktorat Jendral Sumber Daya Air)

2.4. Analisis Data Evaluasi Kondisi Fisik dan Kinerja Bangunan Pengaman Pantai

Tujuan dari evaluasi kondisi fisik dan kinerja fungsi bangunan adalah untuk menentukan tindakan lanjut yang diperlukan untuk bangunan pengaman pantai (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2021).

Indeks Kondisi Bangunan menunjukkan kondisi fisik bangunan. Nilai ini dihitung berdasarkan data yang dikumpulkan selama pemantauan bangunan dan penilaian terhadap kondisi fisik bangunan dengan mencatat setiap hasil yang diperoleh selama pelaksanaan survey berlangsung. Untuk melakukan penilaian pada bangunan pengaman pantai, digunakan skala nilai 1 – 4, nilai 1 menunjukkan kondisi yang paling baik sedangkan nilai 4 menunjukkan kondisi yang paling buruk pada setiap bagian bangunan pengaman pantai yang diamati. Perhitungan untuk menghitung nilai indeks bergantung dengan nilai kondisi material utama dan masing-masing komponen struktur bangunan, yang dipantau dan juga kondisi material utamanya (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2021). Selanjutnya, perhitungan nilai komponen dengan menggunakan persamaan (1)

$$\text{Nilai Komponen} = \text{Nilai Indeks} \times \text{Bobot} \quad (1)$$

Nilai bobot untuk komponen puncak, badan, fondasi, dan material penyusunnya berbeda-beda untuk setiap jenis struktur bangunan yang di evaluasi seperti pada Tabel 2 di bawah ini (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2021).

Tabel 2. Pembobotan Komponen Bangunan

Jenis Bangunan	Komponen Fisik			
	A	B	C	D
Revetment	30	20	10	40
Revetment 3B dan Bergerigi	10	30	20	40
Tembok Laut	20	10	30	40
Pemecah Gelombang	20	20	20	40
Groin	10	10	40	40
Jeti	10	10	40	40
Tanggul Laut (struktur kaku)	20	10	30	40

Jenis Bangunan	Komponen Fisik			
	A	B	C	D
Tanggul Laut (timbunan tanah)	10	60	30	0

(Sumber: Direktorat Jendral Sumber Daya Air)

dengan :

A = Puncak

B = Badan

C = Pondasi

D = Material

Setelah dilakukan perhitungan indeks komponen fisik maka dilanjutkan dengan perhitungan indeks kondisi bangunan dengan menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Indeks kondisi bangunan} = \frac{\text{Nilai komponen}}{\text{Bobot Keseluruhan}} \quad (2)$$

Setelah menghitung indeks komponen bangunan, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi kinerja fisik bangunan. Hasil evaluasi ini akan menunjukkan apakah bangunan itu bermanfaat atau tidak, dan sangat penting untuk membuat keputusan akhir tentang pengelolaan bangunan pengaman pantai tersebut. Nilai fungsi dapat bervariasi, tetapi disederhanakan dengan "Baik" atau "Buruk" seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2021).

Tabel 3. Penentuan Kinerja Fungsi Bangunan Pengaman Pantai berdasarkan Pengamatan Kondisi Lingkungan di Sekitar Bangunan Pantai

Obyek yang Dilindungi	Kinerja Fungsi Bangunan	
	Baik	Buruk
Pulau Terluar	Pantai tidak terkikis atau pantai bahkan bertambah lebar. Garis pantai bisa mundur namun di lain waktu maju kembali sehingga seimbang sepanjang tahun.	Garis pantai secara konsisten mundur dari waktu ke waktu. Pohon-pohon di tepi pantai tumbang dan sebagian akar terbongkar oleh gerusan air.
Jalan Nasional / Jalan Propinsi / Jalan Kabupaten / Kota	Jalan dalam keadaan utuh dan stabil. Ada kemungkinan jalan tertutup oleh pasir yang terhempas oleh gelombang pasang yang besar hingga jauh di belakang bangunan.	Retak-retak muncul karena fondasi jalan terganggu. Jalan mengalami penurunan atau terban. Sisi bahu jalan tampak tergerus dan semakin mendekati badan jalan.
Kawasan Permukiman	Pemukiman aman dari ancaman gelombang. Gundukan pasir bisa terbentuk di pinggir pantai.	Pemukiman terkena ombak, posisi garis pantai semakin mendekati kawasan pemukiman sehingga jalanan ombak yang pecah mencapai rumah-rumah yang paling dekat dengan pantai.
Kawasan Wisata	Kawasan wisata aman dari gangguan ombak dan gelombang. Pada pantai yang terjal tidak terjadi gerusan pada dinding pantai dan keruntuhan tebing tidak terjadi lagi. Pada pantai berpasir lebar pantai terjaga atau bahkan bertambah.	Energi gelombang dan ombak masih mengganggu kawasan wisata. Masih terjadi gerusan dan keruntuhan tebing pada pantai yang terjal. Pada pantai berpasir jumlah pasir semakin berkurang dan lebar pantai menyusut hingga tempat wisata semakin sempit.
Fasilitas Umum / Fasilitas Sosial	Fasilitas umum dalam keadaan aman dan beroperasi dengan baik. Tinggi gelombang yang mencapai lokasi tidak melebihi perkiraan rencana sehingga tidak mengganggu aktifitas.	Bangunan pengaman tidak dapat memperbaiki kondisi, kegiatan di fasilitas bersangkutan terganggu oleh besarnya gelombang yang datang atau bahkan fasilitas mengalami kerusakan akibat gelombang.
Lalu Lintas Navigasi (Muara Sungai)	Kapal dapat melintasi alur dengan aman. Proses sedimentasi pada alur navigasi seimbang dengan perubahan musim penghujan dan musim kemarau, atau tingkat sedimentasi terjadi sesuai perkiraan dalam perencanaan bangunan.	Alur terlalu sempit dan dangkal untuk dilewati kapal secara wajar. Sedimentasi cenderung terus bertambah dan semakin parah pada musim kemarau.

(Sumber: Direktorat Jendral Sumber Daya Air)

Kondisi bangunan, baik fisik maupun fungsinya, harus dipertimbangkan saat membuat keputusan tindak lanjut. Saran dan pengambilan keputusan dapat ditentukan

berdasarkan nilai indeks bangunan dan kinerja fungsi bangunan seperti ditunjukkan pada Tabel 4 berikut (Direktorat Jendral Sumber Daya Air 2021)

2.5. Pemodelan Software Surface–Water Modeling System (SMS) 10.1 dan 13.3

Environmental Modeling Research Laboratory (EMRL), di *Brigham Young University* (sekarang dikenal sebagai *Engineering Computer Graphic Laboratory*) mengembangkan software atau perangkat lunak yang disebut *Surface–Water Modeling System (SMS)* (Wongnen, dkk., 2022). Sistem ini digunakan sebagai sarana dalam pemodelan lingkungan dengan model satu, dua, ataupun tiga dimensi. Sistem ini dikembangkan dan bekerja sama dengan *the U.S Army Corps of Engineers Waterways Experient Station (USACE-WES)* dan *the U.S Federal Haigway Administration (FHWA)* (Putri et al. 2023).

Tujuan *Surface–Water Modeling System (SMS)* versi 10.1 adalah untuk memodelkan transformasi gelombang dan menggambarkan perubahan parameter gelombang (tinggi, periode, arah, dan bentuk spektral) yang disebabkan oleh penjalaran gelombang dari laut ke wilayah pesisir (Damayanthi 2019). Sedangkan *Surface–Water Modeling System (SMS)* versi 13.3 memiliki fungsi yaitu untuk memodelkan aliran air permukaan, interaksi air tanah-permukaan, kualitas air permukaan, arus gelombang, dan simulasi perubahan garis pantai dengan menggunakan fitur GenCade. GenCade mensimulasikan pergeseran garis pantai yang terjadi akibat perbedaan dalam transportasi sedimen di sepanjang pantai baik secara temporal maupun spasial.

Tabel 4. Saran dan Tindakan berdasarkan Kinerja Fungsi dan Kondisi Fisik Bangunan

Kinerja Fungsi Bangunan	Fisik Bangunan Pengaman Pantai		Saran Tindakan
	Nilai Indeks	Kondisi	
Baik	$0,0 < \text{nilai} \leq 1,5$	Baik	Pemantauan
	$1,5 < \text{nilai} \leq 2,5$	Cukup Baik	Pemantauan
	$2,5 < \text{nilai} \leq 3,5$	Perlu Perbaikan	Pemeliharaan
	$> 3,5$	Rusak Berat	Rehabilitasi
Buruk	$0,0 < \text{nilai} \leq 1,5$	Baik	Kaji Ulang
	$1,5 < \text{nilai} \leq 2,5$	Cukup Baik	
	$2,5 < \text{nilai} \leq 3,5$	Perlu Perbaikan	
	$> 3,5$	Rusak Berat	

(Sumber: Direktorat Jendral Sumber Daya Air)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh melalui analisis penilaian kerusakan pantai dan evaluasi kondisi fisik dan kinerja fungsi bangunan berupa nilai yang disajikan dalam bentuk Tabel dan agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

3.1. Penilaian Kerusakan Pantai

Survey penilaian terhadap kerusakan pantai dilakukan dengan membagi Panjang pantai menjadi beberapa segmen yang dimana pada ruas Pantai Batu Mejan-Batu Bolong dengan total panjang pantai yakni $\pm 1,26$ km yang dibagi menjadi 14 segmen dengan masing-masing Panjang persegmen yaitu 90 m, dikarenakan pada bangunan eksisting hanya memiliki panjang bangunan ± 270 m maka dari

itu ditentukan panjang persegmen hanya 90 m. Pada segmen 1 dimulai dari ruas (0-90 m) dan segmen 14 berada pada ruas (1170-1260 m).

Tabel 5. Hasil Penilaian Kerusakan Pantai

Bobot Kerusakan	Jenis Kerusakan		Jumlah	Skala Prioritas Penanganan
	Lingku-ngan	Erosi/ abrasi dan kerusakan bangunan		
200	Segmen 1- 14	Segmen 4	350	A
150		Segmen 1-3, segmen 7-14	262,5	B
100		Segmen 5	175	C
50		Segmen 6	87,5	D

(Hasil Analisis)

dengan :

A = Amat sangat diutamakan – darurat

B = Sangat diutamakan
 C = Diutamakan
 D = Kurang diutamakan
 E = Tidak diutamakan

Dari hasil penilaian kerusakan pantai yang telah dilakukan pada ruas Pantai Batu Mejan sampai Pantai Batu Bolong pada segmen 1 (0-90 m) sampai dengan segmen 14 (1170-1260 m) mengalami penurunan kualitas perairan yang dimana kerusakan tersebut masuk kedalam kategori (L-4) dengan bobot kerusakan yaitu sebesar 100. Kemudian untuk jenis kerusakan erosi/abrasi, dan kerusakan struktur akibat perubahan garis pantai yang dimana kerusakan tersebut masuk ke dalam kategori (EA-1) yang dialami pada segmen 1 (0-90 m) sampai 3 (180-270 m) dan segmen 7 (540-630 m) sampai 14 (1170-1260 m) dengan bobot kerusakan yaitu 150. Selanjutnya, untuk jenis kerusakan erosi atau abrasi dan kerusakan pada bangunan (bangunan dapat berupa jalan, rumah, dsb) yang dimana kerusakan tersebut masuk ke dalam kategori (EA-2) pada segmen 4 (270-360 m) dengan bobot 200, pada segmen 5 (360-450 m) dengan bobot yaitu 100, dan pada segmen 6 (450-540 m) dengan bobot kerusakan yaitu 50.

Selanjutnya, hasil dari masing-masing bobot dikalikan dengan koefisien bobot tingkat kepentingan pantai (Sodikin, dkk., 2024). yaitu 1,75 dikarenakan kawasan pantai merupakan Kawasan Pariwisata yang menghasilkan devisa, tempat ibadah, tempat mata pencaharian masyarakat sekitar yaitu dengan berjualan, industry, dsb. Sehingga dari masing-masing nilai tersebut memperoleh hasil berdasarkan kerusakan lingkungan sebesar 175 dengan prioritas penanganan C (diutamakan), berdasarkan kerusakan erosi/abrasi berupa perubahan garis pantai pada segmen 1 sampai 3 dan segmen 7 sampai 14 yaitu sebesar 262,5 dengan prioritas penanganan B (sangat diutamakan), dan berdasarkan kerusakan yang disebabkan oleh erosi/abrasi dan kerusakan bangunan (seperti jalan, rumah, dll) pada segmen 4 yaitu sebesar 350 dengan prioritas penanganan A (amat sangat diutamakan – darurat), pada segmen 5 yaitu sebesar 175 dengan prioritas penanganan C (diutamakan), serta pada segmen 6 yaitu sebesar 87,5 dengan prioritas penanganan D (kurang diutamakan).

3.2. Evaluasi Kondisi Fisik dan Kinerja Fungsi Bangunan

Dikarenakan bangunan seawall berada pada segmen 4 (270-360 m) sampai dengan segmen 6 (450-540 m) maka dari hasil survey evaluasi penilaian kinerja bangunan seawall dapat dilihat seperti Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Kondisi serta Kinerja Fungsi Bangunan Pengaman Pantai

Evaluasi Bangunan Pantai	Segmen		
	4 (270-360 m)	5 (360-450 m)	6 (450-540 m)
Kondisi Fisik	Perlu Perbaikan	Perlu Perbaikan	Cukup Baik
Kinerja Fungsi	Buruk	Baik	Baik
Kesimpulan Saran Tindakan	Kaji Ulang	Pemeliharaan-an	Pemantauan

(Hasil Analisis: 2025)

Hasil di atas merupakan, nilai evaluasi kondisi fisik dan kinerja bangunan diperoleh melalui penilaian yang dilakukan pada saat survey di lokasi penelitian dengan menentukan nilai indeks komponen bangunan pada setiap komponen yang telah diamati pada bangunan *sea wall* di lokasi penelitian.

Untuk menghitung nilai bobot pada komponen fisik, maka pada jenis bangunan yang akan dievaluasi perlu disesuaikan dengan nilai bobotnya. Nilai bobot pada komponen puncak, badan, fondasi, dan material penyusun bervariasi untuk setiap jenis struktur. Untuk jenis bangunan yang di evaluasi di Pantai Batu Mejan yaitu tembok laut (*sea wall*) dengan bobot komponen fisik pada puncak yaitu 20, badan 10, pondasi 30, dan material 40 yang kemudian dikalikan dengan nilai skala 1 sampai dengan 4. Selanjutnya, untuk menentukan nilai indeks kondisi bangunan yaitu jumlah nilai komponen dibagi dengan jumlah bobot komponen fisik.

Dari hasil evaluasi kinerja fungsi bangunan *sea wall* yang telah dilaksanakan di Pantai Batu Mejan diperoleh pada segmen 5 dan 6 memperoleh hasil kinerja fungsi bangunan yang masih terbilang baik sehingga hanya perlu dilakukan pemeliharaan dan pemantauan. Sedangkan pada segmen 4 memperoleh hasil kinerja fungsi yang masih dapat dikatakan

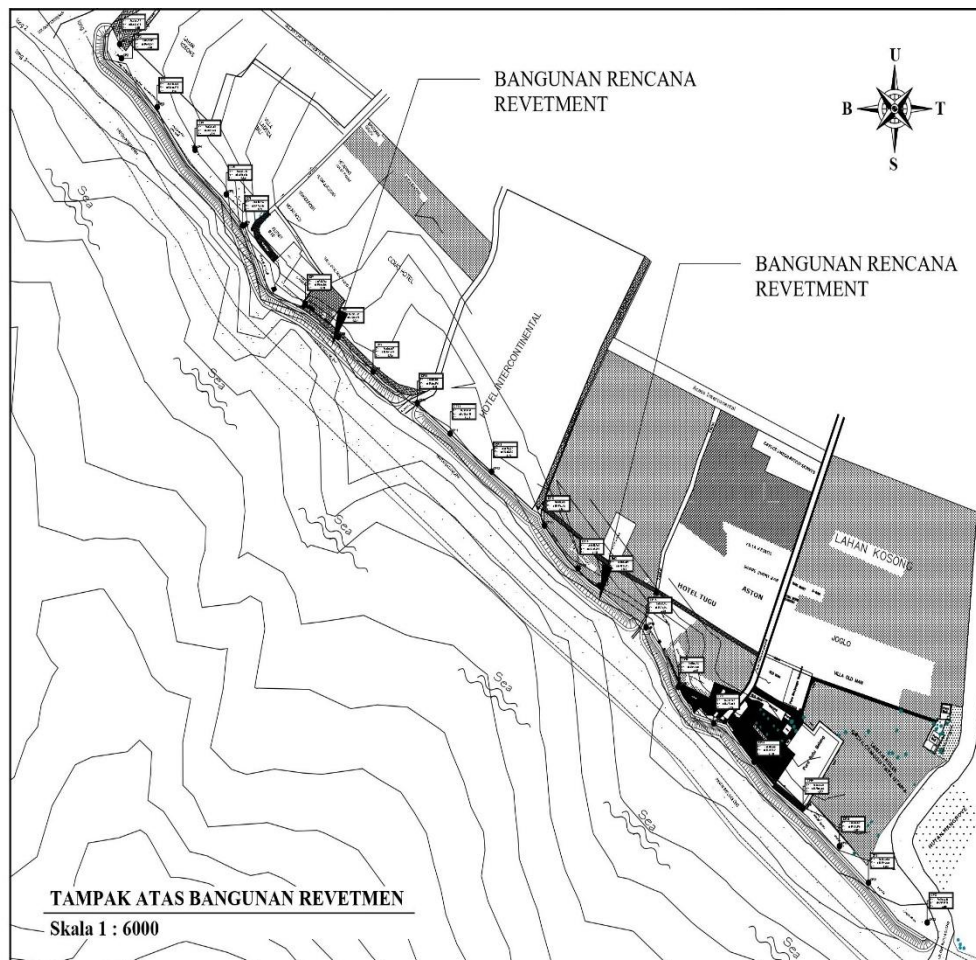
buruk karena energi gelombang dan ombak masih menyebabkan terjadinya gerusan pada bangunan. Maka kesimpulan dan saran tindakan yang perlu diambil yaitu perlu dilakukan Kaji Ulang terhadap bangunan *sea wall* yang ada di Pantai Batu Mejan

3.3. Desain Bangunan rencana

Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan maka memperoleh hasil keputusan kesimpulan dan saran tindakan yang perlu diambil yaitu perlu dilakukannya Kaji Ulang terhadap bangunan *sea wall* yang ada di Pantai Batu Mejan. Dengan demikian dikarenakan pada sepanjang Pantai Mejan – Pantai batu Bolong masih mengalami kemunduran garis pantai, maka penulis memilih untuk merencanakan bangunan pengaman pantai *Revetment* dengan bahan Batu Pecah Alam yaitu Batu Andesite sebagai pengganti bangunan *sea wall* pada

Pantai Batu Mejan yang sudah tidak efektif dan untuk mempertahankan garis pantai di sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong. Salah satu jenis struktur yang dibangun pada garis pantai untuk melindungi pantai dari limpasan gelombang dan erosi serta sebagai proteksi terhadap tebing pantai yang ditempatkan pada kawasan yang akan dilindung disebut dengan *Revetment* (Jawat 2017; R. E. Putra 2013; Wijaksana and Noerhayati 2016).

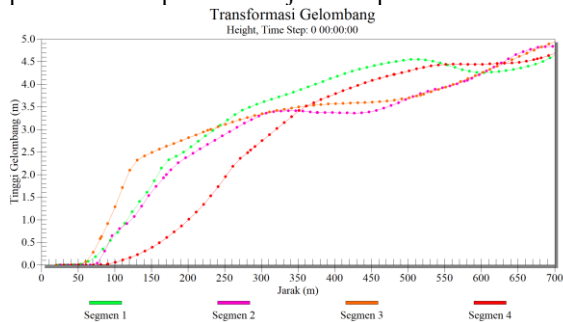
Adapun dimensi bangunan diperoleh yaitu tinggi puncak *revetment* 6,4 m dengan kemiringan 1:2, memiliki lebar puncak *revetment* yaitu 2,2 m dengan tebal lapis *armour* 1,4 m, tebal lapis kedua (*underlayer*) 0,7 m, dan tebal lapis inti 0.2 m. Layout dari rencana bangunan *revetment* di sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong, Canggü dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampak Atas Bangunan Rencana Revetmen di sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong, Canggü (Hasil Analisis, 2024)

3.4. Simulasi dan Pemodelan

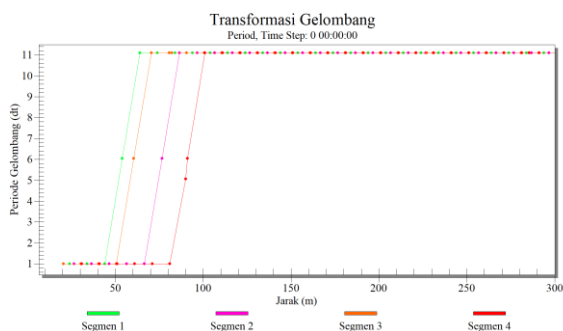
Pemodelan Transformasi Gelombang pada bangunan eksisting dengan *Software Surface-Water Modeling System* (SMS) 10.1 (Masoud,dkk., 2024) diperoleh hasil pemodelan Tinggi Gelombang di lokasi penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Simulasi Pemodelan Tinggi Gelombang
(Hasil Analisis, 2024)

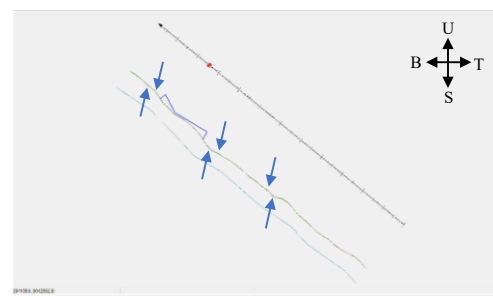
Dari hasil output yang diperoleh dari pemodelan tinggi gelombang diatas dapat dilihat pada garis amatan 1 (s1) gelombang pecah berada pada jarak 170 m dari arah daratan dengan tinggi gelombang rata-rata 2,3 m. Pada garis amatan 2 (s2) gelombang pecah berada pada jarak 210 m dari arah daratan dengan tinggi gelombang rata-rata yaitu 2,4 m. Kemudian pada garis amatan 3 (s3) gelombang pecah pada berada pada jarak 130 m dari arah daratan dengan tinggi gelombang rata-rata 2,3 m. Dan pada garis amatan 4 (s4) gelombang pecah berada pada jarak 270 m dari arah daratan dengan tinggi gelombang rata-rata yaitu 2,2 m.

Hasil simulasi pemodelan Periode Gelombang diperoleh nilai output yang dengan rata-rata periode gelombang yaitu 11,1 detik, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Simulasi Pemodelan Periode Gelombang
(Hasil Analisis, 2024)

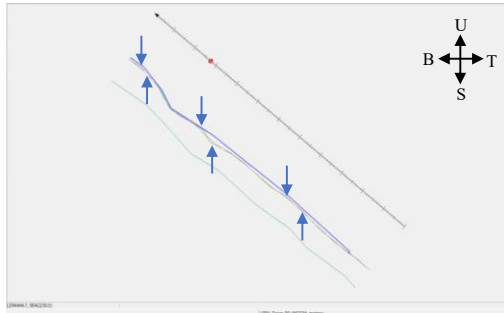
Simulasi pemodelan dengan *software Surface-Water Modeling System* (SMS) versi 13.3 digunakan untuk memodelkan transpor sedimen pada bangunan yang eksisting di Pantai Batu Mejan untuk hasil output yang diperoleh dari simulasi tersebut pada bangunan eksisting *sea wall* di Pantai Batu Mejan diperoleh nilai *output* sebesar $-1284,00 \text{ m}^3$ dengan artian bahwa nilai $(-)$ tersebut menunjukkan bahwa terjadi erosi atau pengikisan material penyusun pantai yang disebabkan oleh gelombang pada bangunan eksisting *sea wall* dan di sepanjang Pantai Batu Mejan sampai dengan Pantai Batu Bolong, Canggü. Berdasarkan hasil simulasi tersebut menunjukkan bahwa bangunan eksisting *sea wall* di Pantai Batu Mejan sudah tidak efektif dan perlu dilakukan penanganan agar permasalahan tersebut tidak semakin parah (Setiawati, dkk., 2024). Dapat di lihat pada Gambar 7 untuk memberikan gambaran lebih lanjut.



Gambar 7. Hasil Simulasi Pemodelan Transpor Sedimen pada Bangunan Eksisting
(Hasil Analisis, 2024)

Selanjutnya pemodelan transpor sedimen pada bangunan rencana revetment di sepanjang Pantai Batu Mejan menggunakan *Software Surface-Water Modeling System* (SMS) versi 13.3 serta diperoleh nilai *output* yang yaitu sebesar $+1919,60 \text{ m}^3$ dengan artian bahwa nilai $(+)$ tersebut menunjukkan bahwa pada lokasi tersebut dengan adanya bangunan revetment mengalami akresi di sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong, Canggü. Apabila dibandingkan dengan output yang diperoleh pada bangunan eksisting yaitu $-1284,00 \text{ m}^3$, dimana nilai tersebut menunjukkan adanya erosi maka dengan adanya bangunan rencana yaitu revetment di sepanjang Pantai Batu Mejan – Pantai Batu

Bolong sudah dapat dinilai efektif untuk menggantikan bangunan *sea wall* eksisting yang telah rusak dan dapat mengurangi kemunduran garis pantai di ruas Pantai Batu Mejan – Pantai Batu Bolong. Dapat di lihat pada Gambar 8 untuk memberikan gambaran lebih lanjut.



Gambar 8. Hasil Simulasi Pemodelan Transpormasi Sedimen pada Bangunan Rencana
(Hasil Analisis, 2024)

3.5. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) digunakan dalam perkiraan total biaya dalam pelaksanaan pekerjaan bangunan pengaman pantai revetment.

Tabel 7. Hasil Rencana Anggaran Biaya pada Bangunan Revetment

NO	URAIAN		BIAYA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN PEKERJAAN UTAMA (REVETMENT)	Rp	424,718,332.00
II	UTAMA (REVETMENT)	Rp	33,528,625,275.12
TOTAL I+II		Rp	33,953,343,607.12
PPN 11%		Rp	3,734,867,796.78
TOTAL (TERMASUK PPN)		Rp	37,688,211,400.00
Tiga Puluh Tujuh Miliar Enam Ratus Delapan Puluh Delapan Juta Dua Ratus Sebelas Ribu Empat Ratus Rupiah			

(Hasil Analisis)

Dalam perhitungan RAB menggunakan AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan) yang diperoleh melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Badung tahun 2023. Adapun Total Anggaran yang diperoleh dalam perhitungan RAB yang dapat dilihat pada Tabel 7.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, disimpulkan bahwa:

1. Perlu dilakukan kaji ulang terhadap bangunan *sea wall* yang ada di Pantai Batu Mejan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi. Mengingat kemunduran garis pantai yang masih berlangsung di sepanjang Pantai Mejan hingga Pantai Batu Bolong, dipilihlah bangunan pengaman pantai revetment sebagai pengganti yang lebih efektif. Revêtement ini dirancang dengan elevasi puncak 6,4 m dan kemiringan 1:2.
2. Pemodelan transport sedimen menunjukkan bahwa revetment dapat menghasilkan akresi sebesar +1,919.60 m³, sementara bangunan eksisting mengalami erosi sebesar -1,284.00 m³. Hal ini menegaskan bahwa revetment efektif untuk menggantikan *sea wall* yang telah rusak. Biaya konstruksi untuk revetment sepanjang 1.300 m diperkirakan mencapai Rp. 37,688,211,400.00.
3. Untuk penelitian berikutnya, disarankan agar dilakukan pemantauan jangka panjang terhadap kinerja revetment dan dampaknya terhadap ekosistem pantai di sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti, Dessy, Joko Hartadi, & Rico Waskito Putro. 2021. Dampak dan Upaya Penanggulangan Terjadinya Abrasi Menggunakan Citra Satelit Studi Kasus di Wilayah Pesisir Tanjung Benoa Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika* 1(1): 39–47.
- Arief, Muchlisin, Gathot Winarso, & Teguh Prayoga. 2011. Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal. *Penginderaan Jauh* 8(8): 71–80.
- Aryastana, Putu, I Made Ardantha, & Ni Komang Ayu Agustini. 2017. Analisis Perubahan Garis Pantai dan Laju Erosi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung Dengan Citra Satelit Spot. *Jurnal Fondasi* 6(2).
- Damayanthi, Dewa Ayu. 2019. Perencanaan Bangunan Pemecah Gelombang Terendam (Submerged Breakwater)

- dengan Bahan Batu Buatan (Dolos) di Pantai Masceti, Kabupaten Gianyar. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 6(2): 203–12. <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/489>.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2021. *Pedoman Kriteria Perencanaan Pengaman Pantai Di Direktorat Jendral Sumber Daya Air*.
- Dundu, Denis Restuardi, Taufiqur Rachman, & Chairul Paotonan. 2020. Penanganan Perubahan Garis Pantai Kawasan Pesisir Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan. *Riset Sains dan Teknologi Kelautan* 3(1): 32–36.
- Hamid, Abdul, & M. Meddy Danial. 2016. Kegagalan Bangunan Pelindung Pantai (Studi Kasus di Wilayah Pantai Utara Kalimantan Barat). (May 2016).
- Haryani, Eny Budi Sri. 2022. Kerusakan Pesisir Akibat Sedimentasi dan Abrasi di Pantai Karawang. *Grouper* 13(2): 117–25.
- Jawat, Wayan. 2017. Metode Pelaksanaan Konstruksi Revetment. *Paduraksa* 6(2): 161–77.
- Marves, Kemenko. 2020. Kementrian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. (8): 1.
- Masoud, M.H., Basahi, J.M., Alqawary, A., Schneider, M., Rajmohan. N., Niyazi, B.A., and Katrikheyan, B. 2024. Flash Flood Prediction in Southwest Saudi Arabia Using GIS Technique and Surface Water Model. *Applied Water Science*. 14(3), 61.
- Nugraha, Eki, Ignatius Sudarsono, & Fauzia Mulyawati. 2022. Penanganan Perubahan Garis Pantai pada Pantai Indramayu (Ruas Muara Kali Eretan – Muara Sumber Mas). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur* 8(2): 8–19.
- Palisu, Brian Jaya, M.Rizal Fiqri, & Fuad Mahmud Assidiq. 2022. Investigasi Bencana Abrasi di Berbagai Wilayah Masyarakat Pesisir di Indonesia." *BALAIRUNG: Jurnal Multidisipliner Mahasiswa Indonesia* 5. <https://jurnal.ugm.ac.id/balairung/article/view/64798>.
- Putra, I Kadek Sandi Wiguna, Cok Agung Yujana, & Nyoman Surayasa. 2017. Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai (Revetment) dengan Bahan Geobag di Pantai Masceti, Kabupaten Gianyar. *Paduraksa* 6(2): 178–89. <https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/487>.
- Putra, Roberto Eka. 2013. Studi Perencanaan Revetment pada Pantai Rindu Alam di Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil* 1(1): 94–104.
- Putri, Tryantini Sundi, dkk. 2023. Pemodelan Gelombang Menggunakan Software Surface Water Modelling System (SMS) Cg Wave pada Daerah Pantai Watubangga Kabupaten Kolaka. *Stabilita II Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 10(3): 107.
- Racman, Toyfur. 2023. Analisis Penilaian Kinerja Bangunan Pengaman Pantai Terhadap Penentuan Prioritas Rehabilitasi Konstruksi (Studi Kasus Pantai Kema dan Pantai Lilang). *Simteks* 3(1): 44.
- Setiawati, W., Surejo, S., Andriani, W., & Gunawan, G. 2024. Penerapan Metode Self Organizing Map dan Simple Additive Weighting untuk Memilih Tempat Wisata di Tegal. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1), 357–365.
- Sodikin, S., Ardiansyah, A. N., Arif, M., Syaripulloh, S., Ilyas, Y., & Astriyandi, A. A. 2024. Analisis Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya di Wilayah Pesisir Kecamatan Sukra Kabupaten Indramayu Provinsi Jawa Barat. *Journal of Marine Research*, 13(4), 671–680.
- Somantri, Lili. 2011. Keunggulan Pulau Bali Sebagai Daerah Tujuan Wisata Andalan Indonesia.: 1–10.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Wibowo, Yudha Arie. 2012. *Dinamika Pantai (Abrasi dan Sedimentasi)*. Makalah Gelombang.
- Wijaksana, Firmansyah Adhy, & Eko Noerhayati. 2016. Studi Perencanaan Revetment pada Pantai Pekutatan di Kabupaten Jembrana.: 70–79.
- Wongnen, C., Ruzzama, N., Chaijan, M., Cheong, L. Z., & Panpipat, W. 2022. Glochidion Wallichianum Leaf Extract as a Natural Antioxidant in Sausage Model System. *Foods*, 11(11), 1547.