

GEOLOGI DAN ANALISIS RISIKO BENCANA TSUNAMI DAERAH PANTAI PARANGTRITIS DAN SEKITARNYA, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Putri Fajar Sihwanti, Bambang Kuncoro Prasongko, Herry Riswandi

Prodi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK (104) Lingkar Utara, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55283

Sari – Pantai Parangtritis memiliki morfologi pantai yang landai dan tersusun oleh material lepas serta muara Sungai Opak yang dapat mengakibatkan gelombang tsunami masuk ke daratan dengan jangkauan luas. Penelitian ini dilakukan untuk melengkapi penelitian mengenai analisis risiko bencana tsunami pada daerah Parangtritis dan sekitarnya. Penelitian dilakukan dengan pemetaan dan pengamatan secara detail skala Desa dengan berbasis pendekatan pola pengaliran secara menyeluruh dan geomorfologi secara genetis. Metode penelitian yang dilakukan meliputi tiga tahap, yaitu akuisisi, analisis, dan sintesis. Pola pengaliran pada daerah penelitian subparalel, multibasinal, *half radial* dan terdapat muara sungai utama (Sungai Opak) yang bermuara langsung ke Samudra Hindia. Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari lima bentuk lahan dan sembilan bentuk lahan. Stratigrafi pada daerah penelitian dari tertua ke muda yaitu satuan lava andesit Nglanggran (Miosen Awal) di atasnya diendapkan secara tidak selaras satuan batugamping Wonosari (Miosen Tengah), dan yang paling muda diendapkan endapan aluvial (Holosen). Struktur geologi pada daerah penelitian yaitu sesar mendatar kanan yang berarah utara-selatan. Analisis risiko bencana tsunami menggunakan empat faktor yaitu faktor ancaman, kerentanan, ketahanan, dan keterpaparan. Hasil dari analisis risiko bencana tsunami pada daerah penelitian diperoleh hasil desa yang memiliki tingkat risiko yang rendah terhadap bencana tsunami meliputi desa memiliki morfologi bukit yaitu Parangtritis, Seloharjo Girijati, dan Tirtosari. Desa yang memiliki tingkat risiko sedang meliputi sebagian Parangtritis dengan morfologi datar berpenghalang dan dataran aluvial. Desa yang memiliki tingkat risiko tinggi yang memiliki morfologi dataran alluvial Srigading, Tirtohrago, Donotirto, Gadinghargo, Tirtosari dan dataran Pantai Parangtritis.

Kata Kunci : ancaman, kerentanan, ketahanan, keterpaparan, tsunami

PENDAHULUAN

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Kretek, Sanden dan Pundong, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dengan objek wisata Pantai Parangtritis dan sekitarnya. Objek wisata Pantai Parangtritis memiliki daya tarik wisatawan dalam hal cerita mistis dan pesona keindahannya (Mirama Aji Pangestu, 2018). Menurut Yudhicara, dkk (2007), gumpul pasir Parangtritis dapat bertindak sebagai pelindung alami yang dapat meredam energi gelombang. Kawasan wisata Pantai Parangtritis dan sekitarnya terletak di dekat muara Sungai Opak yang berhadapan langsung dengan Samudra Hindia. Menurut Hisbulloh Akbar (2020), sungai berperan dalam penjalaran gelombang tsunami menuju daratan. Gelombang tsunami yang memasuki muara sungai akan mengakibatkan kerusakan yang lebih besar karena terjadi pemusatan energi sehingga mendorong gelombang masuk lebih jauh ke daratan. Menurut Levigne, dkk (2019) gelombang tsunami yang terjadi pada 17 Juli 2006 di Pangandaran hingga Pantai Parangtritis dengan ketinggian gelombang 6 meter. Menurut Widiyantoro, dkk (2020), Kawasan Pantai Selatan Jawa berpotensi tsunami dengan ketinggian gelombang maksimal 20 meter di Selatan Jawa Barat dan 12 meter di Selatan Jawa Timur dengan rata-rata ketinggian 4,5 meter di sepanjang Pantai Selatan Jawa. Kawasan pesisir Parangtritis memiliki morfologi pantai landai dan litologi material lepas memiliki risiko tsunami yang tinggi karena dengan morfologi landai gelombang tsunami akan masuk ke daratan lebih jauh (Yudhicara, 2007). Pemukiman di sepanjang tepi timur Sungai Opak sangat rentan karena sungai merupakan jalur masuknya gelombang tsunami (Mardiatno, dkk, 2015). Berdasarkan pada penjelasan di atas, maka penelitian analisis risiko bencana tsunami di kawasan Pantai Parangtritis sangat penting.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara administratif berada di Kecamatan Kretek dan sekitarnya, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Terletak pada koordinat 418800 mE – 426500 mE dan 9112550 mN – 9117000 mN (UTM WGS 1984) dengan luas penemetaan 34,265 km².



Gambar 1. Daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pemetaan dan pengamatan secara detail skala Desa dengan berbasis pendekatan pola pengaliran secara menyeluruh dan geomorfologi secara genetik. Metode penelitian yang dilakukan meliputi tiga tahap, yaitu akuisisi data secara primer (pengamatan pola pengaliran, geomorfologi, litologi, dan struktur geologi) dan data sekunder dari peneliti terdahulu. Tahap selanjutnya tahap analisis data berupa analisis pola pengaliran, geomorfologi, litologi, stratigrafi, struktur geologi, ancaman, kerentanan, ketahanan, dan keterpaparan. Tahap terakhir sintesis yang terdiri dari geologi daerah Pantai Parangtritis dan sekitarnya, dan analisis risiko bencana tsunami.

GEOLOGI REGIONAL

Secara fisiografi, daerah penelitian termasuk dalam zona fisiografi Pegunungan Selatan menurut Van Bemmelen, 1949. Daerah penelitian termasuk Formasi Nglanggran dan Formasi Wonosari menurut Surono, 2009. Formasi Nglanggran terdiri dari litologi breksi gunung api, aglomerat sisipan tuf dan lava andesit. Formasi Wonosari terdiri dari litologi batugamping terumbu, kalkarenit, dan kalkarenit tufan.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Pola Pengaliran

Berdasarkan pengamatan lapangan dan interpretasi peta topografi dengan skala 1:25.000, pola pengaliran yang terdapat pada daerah penelitian adalah *half radial*, multibasinal, dan subparalel

Pola Pengaliran Half Radial

Pola pengaliran *half radial* merupakan pola pengaliran ubahan dari pola pengaliran dasar *radial*. Dasar penamaan pola pengaliran *half radial* adalah dijumpainya aliran – aliran sungai yang memancar secara setengah dari satu titik pusat (setrifugal). Pola pengaliran ini diinterpretasikan memiliki kontrol litologi dan topografi dengan resistensi batuan tinggi dan terdapat kontrol struktur yang kecil. Kelerengan di daerah penelitian 16,7 % - 93,75 % (agak curam - sangat curam). Jarak antar orde satu di half radial berkisar 0,07 - 2,61 cm ($\gg 0,4-0,7$ cm), skala 1:25.000 (sudah di konversi dari klasifikasi Way, 1920), maka tekstur pengaliran termasuk dalam kategori halus - sedang (dominasi sedang). Daerah sekitar aliran sungai air tersusun oleh material halus sedang dan tahan terhadap erosi serta susunan batuan yang resisten. Bentuk lembah V terbentuk karena proses erosi sungai secara vertikal. Erosi vertikal lebih dominan dengan resistensi batuan tinggi. Mengalir di atas batuan dasar (bedrock stream).

Pola Pengaliran Multibasinal

Pola pengaliran multibasinal merupakan pola pengaliran yang berkembang pada daerah karst. Dasar penamaan pola pengaliran multibasinal adalah dijumpainya aliran sungai yang terpisahkan oleh tinggian – berupa bukit conical dan selanjutnya aliran ini mengalir menuju sebuah cekungan. Pola pengaliran ini diinterpretasikan memiliki kontrol litologi batugamping dengan resistensi tinggi. Kelerengan di daerah penelitian 18,8 % - 68,18 % (agak curam - curam). Mengalir di atas batuan dasar (bedrock stream). Bentuk lembah U terbentuk karena proses erosi sungai secara lateral. Mengalir di atas batuan dasar (bedrock stream).

Pola Pengaliran Subparalel

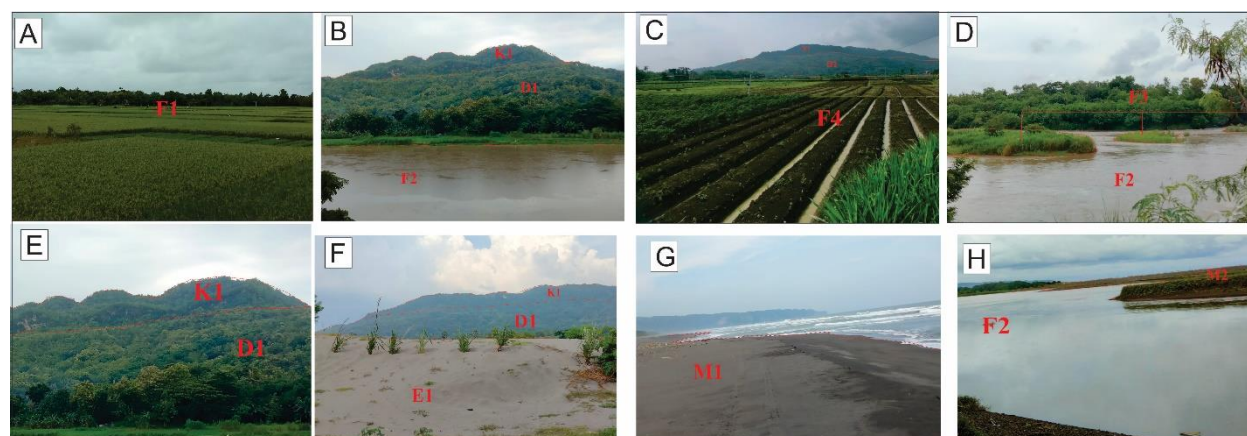
Pola pengaliran subparalel merupakan pola pengaliran ubahan dari pola pengaliran dasar. Dasar penamaan pola pengaliran subparalel didasarkan pada aliran yang relatif sejajar serta pada daerah yang memiliki kelerengan agak curam – curam. Pola pengaliran ini Diinterpretasikan memiliki kontrol struktur yang sedikit, dan memiliki kelerengan relatif seragam. Kelerengan di daerah penelitian 16,7 % - 93,75 % (agak curam - sangat curam). Sudut percabangan sungai 23° - 170° (>> 67°-78°). Jarak antar orde satu di half radial berkisar 0,07 - 1,85 cm (>>0,4-0,7 cm), skala 1:25.000 (sudah di konversi dari klasifikasi Way,1920), maka tekstur pengaliran termasuk dalam kategori halus - sedang (dominasi sedang). Daerah sekitar aliran sungai air disusun oleh material halus - sedang dan cukup tahan terhadap erosi serta susunan batuan yang resisten. Bentuk lembah V terbentuk karena proses erosi sungai secara vertikal. Erosi vertikal lebih dominan dengan resistensi batuan tinggi. Mengalir di atas batuan dasar (bedrock stream)

Geomorfologi

Berdasarkan pengamatan lapangan, hasil interpretasi peta topografi skala 1:25.00, peta pola pengaliran skala 1:25.000, citra google earth, lembar foto udara tahun 1983 skala 1:40.000. serta menggunakan klasifikasi menurut Van Zuidam (1985), sehingga didapatkan lima bentuk asal. Tabel pemerian aspek geomorfologi dari setiap bentuklahan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pemerian aspek-aspek geomorfologi daerah penelitian

Aspek Geomorfologi Satuan Bentuk Lahan	MORFOGRAFI	MORFOLOGI				MORFOGENESA			MORFOASIASI
		KELERENGAN	ELEVASI	RELIEF	BENTUK LEMBAH	MORFOSTRUKTUR AKTIF	MORFOSTRUKTUR PASIF	MORFODINAMIK	
DATARAN ALLUVIAL (F1)	Dataran	0 - 1 % (datar)	5-13,7 m	Topografi dataran	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Pelapukan dan transportasi oleh air	Berasosiasi dengan tubuh sungai
TUBUH SUNGAI (F2)	Lembah memanjang	0 - 2 % (datar)	0-3,65 m	Topografi dataran	U	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Transportasi dan erosi oleh air	Berasosiasi dengan gosong sungai dan dataran alluvial
GOSONG SUNGAI (F3)	Dataran	0 - 1% (datar)	2-3,04 m	Topografi dataran	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Pengendapan	Berasosiasi dengan tubuh sungai
DATARAN BEKAS RAWA (F4)	Dataran	0-1% (datar)	4-14,3 m	Topografi dataran	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Pengendapan erosi oleh air	Berasosiasi dengan tubuh sungai dan gumuk pasir
PERBUKITAN DENUASIAL (D1)	Perbukitan	16,7 - 93,75 % (agak curam - sangat curam)	24-259,4 m	Topografi bergelombang kuat - perbukitan tersayat kuat	V	sesar	Batuan beku dan batuan sedimen dengan resistensi sedang - tinggi	Proses pelapukan dan erosi	Berasosiasi dengan perbukitan karst
GUMUK PASIR (E1)	Dataran	9,1-12,5% (miring)	5-27,1 m	Topografi bergelombang lemah - kuat	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Proses pengendapan dan transportasi angin	Berasosiasi dengan dataran pantai dan tubuh sungai
PERBUKITAN KARST (K1)	Perbukitan	18,8 - 68,18 % (agak curam)	133-347,7 m	Topografi bergelombang kuat - perbukitan tersayat kuat	U	-	Batuan sedimen karbonat dengan resistensi tinggi	Proses pelapukan, pelarutan dan erosi	Berasosiasi dengan perbukitan denudasional
PANTAI (M1)	Dataran	0-1% (datar)	3-10,6 m	Topografi dataran	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Proses pengendapan oleh angin dan air	Berasosiasi dengan tubuh sungai dan gumuk pasir
SPLIT BAR (M2)	Dataran	0 - 1% (datar)	3,3-6,7 m	Topografi dataran	-	-	Material tak terkonsolidasi dengan resistensi rendah	Pengendapan dan transportasi oleh angin dan air	Berasosiasi dengan tubuh sungai dan pantai



Gambar 2. Kenampakan bentuk lahan daerah penelitian: (A-D) bentuk asal fluvial, (E) bentuk asal denudasional dan karst, (F) bentuk asal eolian, dan (G-H) bentuk asal marine

Bentuk Asal Fluvial

Bentuk asal fluvial adalah bentuk asal yang terbentuk karena proses aliran sungai atau limpasan permukaan. Pada daerah penelitian, terdapat empat bentuk asal fluvial (Gambar 2A-D), yaitu bentuk lahan dataran alluvial (F1), tubuh sungai (F2), Gosong Sungai (F3), dan dataran bekas rawa (F4).

Bentuk Asal Denudasional

Bentuk asal denudasional adalah bentuk asal yang terjadi akibat proses pelapukan erosi dan proses pengendapan. Pada daerah penelitian, terdapat satu bentuk asal denudasional (Gambar 2E), yaitu bentuk lahan perbukitan denudasi (D1).

Bentuk Asal Eolian

Bentuk asal eolian adalah bentuk asal yang dipengaruhi oleh proses angin. Pada daerah penelitian, terdapat satu bentuk asal eolian (Gambar 2F), yaitu bentuk lahan gumuk pasir (E1).

Bentuk Asal Karst

Bentuk asal karst adalah bentuk asal hasil proses pelarutan batuan dasar (batugamping). Pada daerah penelitian, terdapat satu bentuk asal karst (Gambar 2E), yaitu bentuk lahan perbukitan karst (K1).

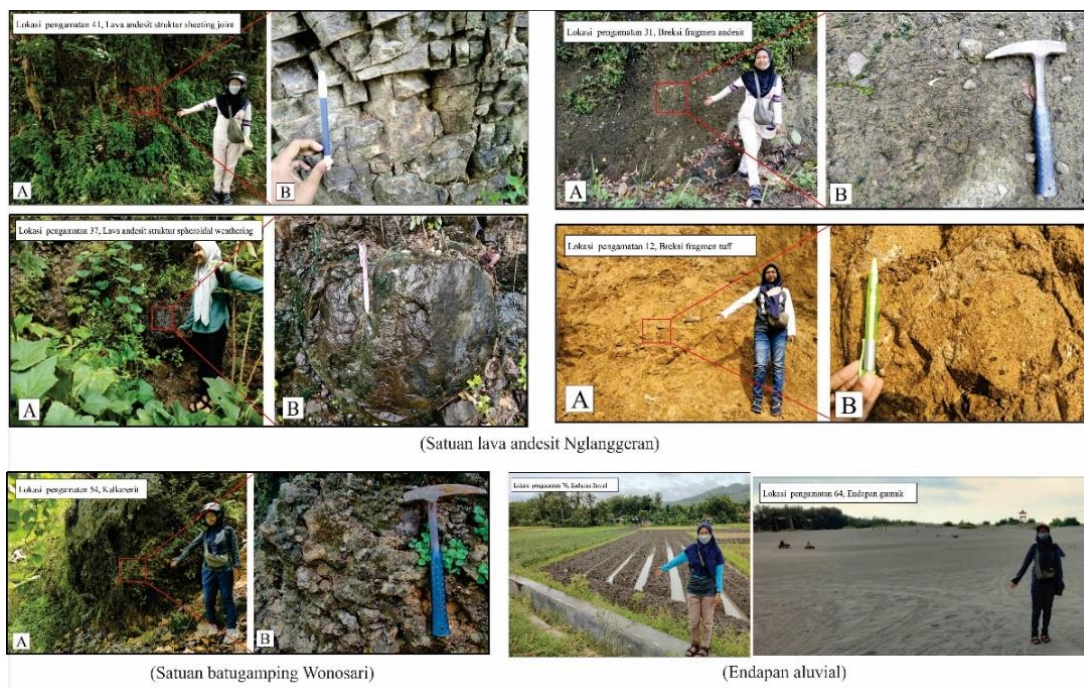
Bentuk Asal Marine

Bentuk asal marine adalah bentuk asal yang dipengaruhi oleh proses laut yang melibatkan gelombang pasang dan surut. Pada daerah penelitian, terdapat dua bentuk asal marine (Gambar 2G-H), yaitu bentuk lahan pantai (M1), dan *split bar* (M2).

Stratigrafi

Umur Geologi		Zonasi Blow (1969)	Satuan Batuan	Lingkungan Pengendapan
Zaman	Kala			
Kuarter	Holosen		Endapan aluvial	Darat
Tersier	Miosen Tengah	N13	Satuan batugamping Wonosari	Laut Neritik Tengah
	Miosen Awal	N6	Satuan lava andesit Nglanggeran	Darat
		N5		

Gambar 3. Stratigrafi daerah penelitian



Gambar 4. Singkapan daerah penelitian

Satuan lava andesit Nglanggran

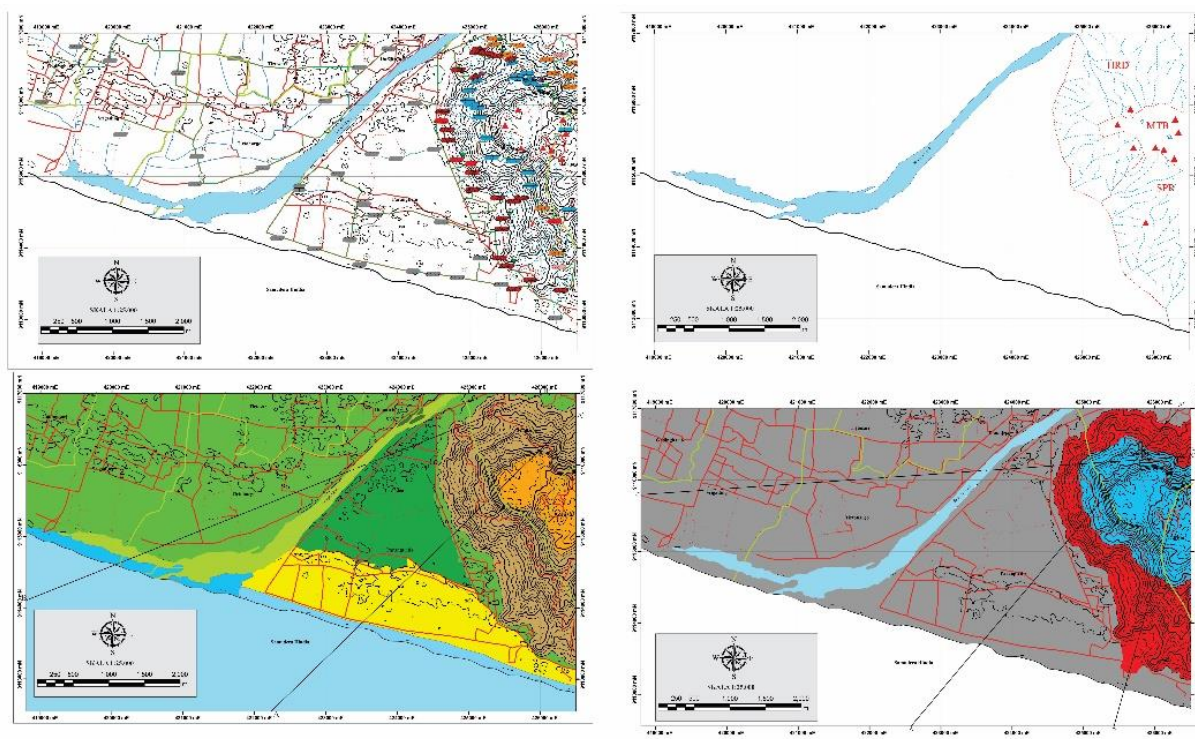
Berdasarkan pengamatan lapangan dijumpai lava yang ditandai dengan adanya struktur sheeting joint, dan spheroidal weathering. Selain lava andesit satuan ini juga terdapat breksi andesit, breksi tuf, dan tuf. Litologi yang paling dominan dalam satuan ini adalah lava andesit yang dicikan dengan warna a segar abu-abu, struktur sheeting joint, struktur sheeting joint, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas fanetik halus-fanetik sedang, bentuk kristal subhedral-anhedral, relasi inequigranular vitroverik, disusun oleh kuarsa, hornblende, plagioklas, biotit, masa dasar gelas.

Satuan batugamping Wonosari

Berdasarkan pengamatan lapangan dijumpai batugamping klastik dengan struktur massif. Kalkarenit termasuk kedalam batuan sedimen karbonat klastik dengan ciri litologi warna fresh putih, lapuk coklat kehitaman, struktur massif, ukuran butir arenite (0,07 – 1,5 mm), derajat pembundaran rounded, mud supported, terpilah baik dengan komposisi mineral intraclast sebagai allochem dengan matriks berupa kalsit, dan semen berupa semen karbonat.

Endapan aluvial

Litologi menyusun endapan alluvial terdiri dari endapan fluvial dan endapan gumuk. Endapan fluvial merupakan material lepas / tak terkonsolidasi memiliki ciri berwarna coklat – coklat kehitaman, material berukuran lanau – lempung, Menurut Turagan (2019) penyebab warna kehitaman pada endapan ini dikarenakan material organik yang berasal dari bekas rawa di sekitaran daerah tersebut. Endapan gumuk memiliki ciri berwarna abu-abu, 48 berukuran pasir sedang – sangat halus (1/2 – 1/16 mm), penyebab warna abu-abu pada endapan ini adalah karena material vulkanik yang berasal dari gunung merapi yang berada di sisi utara, material tersebut tertransportasikan melalui angin dan air (sungai) dari gunung merapi ke lokasi penelitian.



Gambar 5. Peta daerah penelitian

Struktur Geologi

Sesar Mendatar Seloharjo

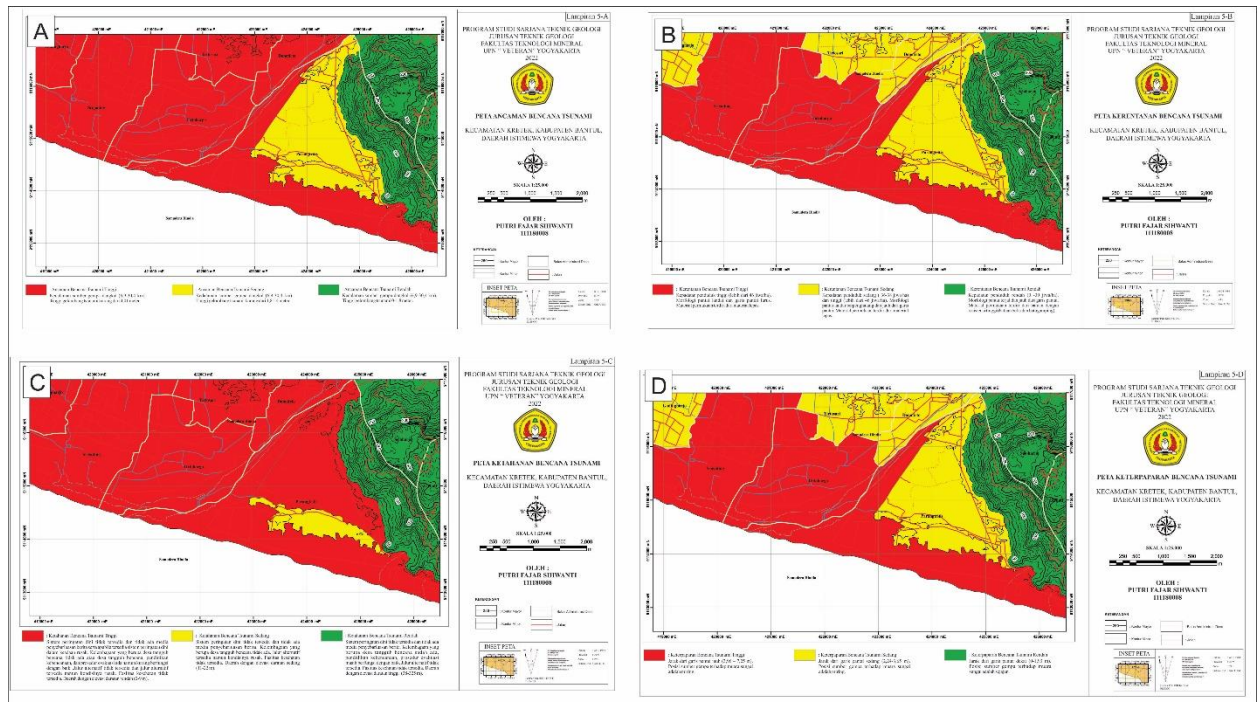
Berdasarkan pengamatan lapangan, dijumpai struktur geologi berupa sesar di lokasi pengamatan 22 (Gambar 4.33) pada litologi batugamping dengan data pengukuran berupa bidang sesar N 1790 E/ 490 , plunge 310 , bearing N 2110 E , dan rake 43 0 dengan pergerakan kanan. Berdasarkan klasifikasi Rickard (1972) hasil analisis stereografis, didapatkan sesar *Reverse Right Slip Fault*.

PEMBAHASAN

Analisis risiko bencana tsunami meliputi empat faktor yaitu faktor ancaman, kerentanan, ketahanan, dan keterpaparan dengan masing-masing indikator sebagai berikut :

Tabel 1. Faktor dan indikator analisis risiko bencana tsunami

Ancaman					Kerentanan						
INDIKATOR	BOBOT INDIKATOR	RENDAH 1	SEDANG 2	TINGGI 3	KETERANGAN	INDIKATOR	BOBOT INDIKATOR	RENDAH 1	SEDANG 2	TINGGI 3	KETERANGAN
KEDALAMAN SUMBER GEMPA (KM)	9%	295,2 - 315,3	32,6 - 158,7	6,9 - 30,4	Data kedalaman sumber gempa yang terdalam sejak tahun 1980 - 2021 (ditinjau dengan Max/Min kedalaman sumber gempa menurut Sasana, F.J dkk (2019)).	KEPADATAN PENDUDUK (JWVA/HA)	11%	0-30	36-38	>46	Data kepadatan penduduk didapatkan dari jumlah rumah / luas daerah pemukiman, dengan asumsi satu rumah berisi 3 orang dan disinkronkan dengan data kecamatan dalam angka 2021.
Tinggi GELOMBANG TSUNAMI (M)	11%	0-1,8	1,81- 4	>4,01	Ketinggian gelombang tsunami 4,1 m (Glagay) dan 0,5 m (Pantegalis) menurut F. Leviska (2007) dengan menggunakan pengamatan asumsi perbandingan tinggi gelombang terhadap tinggi tsunami, dan tinggi gelombang. Semakin halnya jika gelombang melanda tinggi manusia dan gedung.	MORFOLOGI PANTAI	9%	Jauh dari garis Pantai atau Pantai terjal dengan dinding huanan karbonat / batu gamping	Landai dan terdapat penghalang (tanggul - gurnuk pasir - pemecah ombak)	Landai dan garis pantai lurus atau berteluk	Morfologi pantai disesuaikan dengan pantai pada daerah penelitian. Semakin landai morfologi pantai, maka gemang akan semakin jauh masuk ke daratan menurut Marwasta & Priyono (2007).
						MATERIAL PERMUKAAN	10%	Batuan dengan resistensi tinggi (Batu Beku/Batu gamping)	Batuan dengan resistensi rendah (Batu Sedimen klastik)	Material lepas	Material permukaan dikaitkan dengan tingkat ikatan antara butirnya. Semakin ikatan butirannya tidak ada maka material tersebut akan semakin mudah terhadap air menurut Enden Mina (2018) .
Ketahanan					Keterpaparan						
INDIKATOR	BOBOT INDIKATOR	RENDAH 1	SEDANG 2	TINGGI 3	KETERANGAN	INDIKATOR	BOBOT INDIKATOR	RENDAH 1	SEDANG 2	TINGGI 3	KETERANGAN
SISTEM PERINGATAN DINI	8%	EWS dalam kondisi baik dan berfungsi normal serta terdapat media penyebutan bunyi yang berlatar musik	EWS dalam kondisi rusak, dan media penyebutan bunyi tidak berfungsi baik	Tidak ada EWS dan tidak ada media penyebutan bunyi berlatar musik	Apabila terdapat sistem peringatan dini bencana tsunami, maka masyarakat dapat melakukan persiapan mandiri dan meminimalisir korban jiwa akibat bencana BNPB (2012) . Data didapatkan dari data BPHD Kabupaten Rantel 2019.	JARAK DARI GARIS PANTAI (KM)	7,50%	3,96 - 7,25	2,24 - 3,65	0 - 1,93	Data jarak didapatkan dengan pengukuran garis pantai ke desa yang masuk ke dalam daerah penelitian dan disesuaikan dengan klasifikasi dari Kijah Fajiah (2013)
KELIHBAGIAAN	5%	Sudah terdemi desa tingkat bencana, pendidikan kebencanaan, dan prosedur evakuasi yang mudah berlatar musik dengan baik di seluruh kawasan	Belum terdemi desa tingkat bencana, pendidikan kebencanaan, dan prosedur evakuasi yang mudah berlatar musik dengan baik di seluruh kawasan	Belum terdemi desa tingkat bencana, pendidikan kebencanaan, dan prosedur evakuasi	Kelengkapan berpacakak pada ketepatan ilmu dan prosedur evakuasi masyarakat sebagai kelayakan ancaman tsunami. Keselengkapan desa tingkat bencana diperoleh dari data BPHD setempat.	POSISI SUMBER GEMPA TERHADAP MUARA SUNGAI	7,50%	Titik pusat gempa sejajar terhadap muara sungai	Titik pusat gempa miring terhadap muara sungai	Titik pusat gempa tegak lurus terhadap muara sungai	Posisi titik sumber gempa tahun 1980-2021 lebih dominan miring terhadap muara sungai. Apabila miring dengan aliran sungai akan membentuk sudut, menyebabkan gelombang masuk dan memantulkan di tepi tepi sungai tersebut Hibullah Akbar et al., (2020).
FASILITAS KESHATAN	5%	Rumah sakit	Puskemas	Tidak ada puskemas dan tidak ada puskemas penunjang	Ketersediaan fasilitas kesehatan dapat meminimalisir trauma korban jiwa dan membantu proses penanganan korban jiwa. Data didapatkan dari data lapangan.	RELEVANSI DARATAN (M)	12%	3,96 - 7,25	2,24 - 3,65	0 - 1,93	Jarak di dapatkan dengan pengukuran garis pantai ke desa yang masuk ke dalam daerah penelitian dan disesuaikan dengan klasifikasi dari Kijah Fajiah (2013)



Gambar 6. (A) Peta ancaman bencana tsunami; (B) Peta kerentanan bencana tsunami; (C) Peta ketahanan bencana tsunami; (D) Peta keterpaparan bencana tsunami

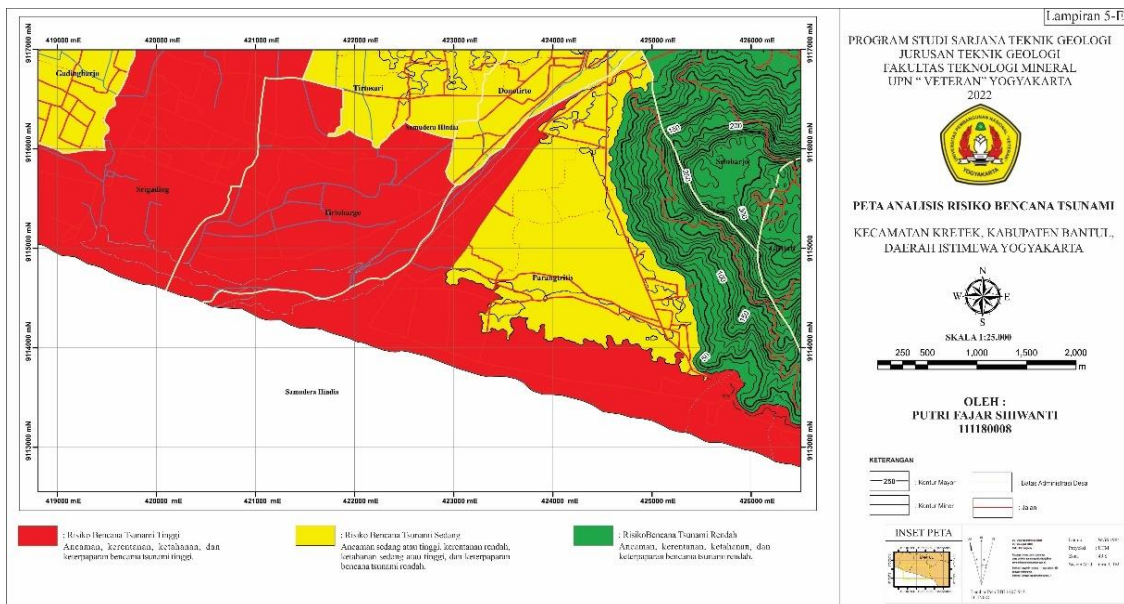
Analisis Risiko Bencana Tsunami

Analisis risiko bencana tsunami didapatkan dengan penjumlahan total skor setiap faktor. Selanjutnya total skor semua faktor diurutkan dan dicari selisihnya. Selisish yang besar akan menjadi batas (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis risiko bencana tsunami

No	Desa	Morfologi	Faktor				Nilai Risiko	Selisih	Tingkat risiko
			Ancaman	Kerentanan	Ketahanan	Keterpaparan			
1	Seloharjo	Bukit	0,38	0,3	0,71	0,225	1,615	0	Rendah
2	Girijati	Bukit	0,38	0,3	0,71	0,225	1,615	0	
3	Parangtritis	Bukit	0,38	0,3	0,71	0,225	1,615	0	
4	Parangtritis	Datar Alluvial	0,49	0,61	0,95	0,375	2,425	0,81	Sedang
5	Parangtritis	Datar berpenghalang	0,49	0,7	0,88	0,375	2,445	0,02	
6	Donotirto	Datar Alluvial	0,6	0,72	0,95	0,3	2,57	0,125	Sedang
7	Gadinghargo	Datar Alluvial	0,6	0,72	0,95	0,3	2,57	0	
8	Tirtosari	Datar Alluvial	0,6	0,72	1	0,3	2,62	0,05	Sedang
9	Srigading	Datar Alluvial	0,6	0,9	0,95	0,3	2,75	0,13	
10	Tirtohargo	Datar Alluvial	0,6	0,9	0,95	0,3	2,75	0	Tinggi
11	Parangtritis	Dataran Pantai	0,6	0,9	0,92	0,375	2,795	0,045	
12	Parangtritis	Dataran Fluvial	0,6	0,9	1	0,375	2,875		Tinggi

Keterangan :
 Rendah
 Sedang
 Tinggi



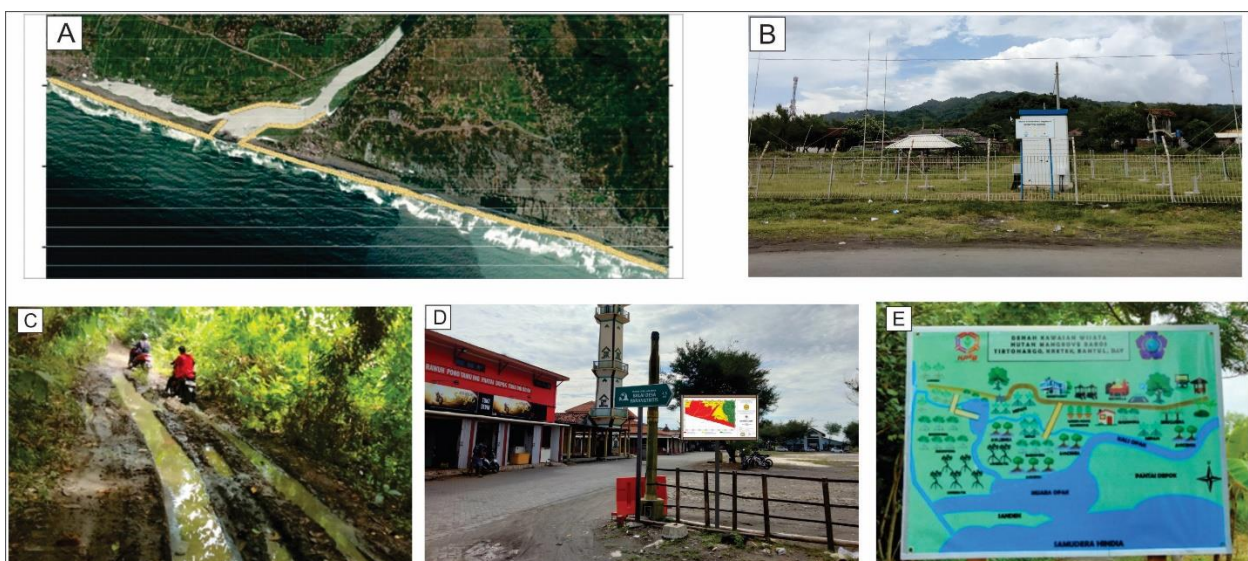
Gambar 7. Peta analisis risiko bencana tsunami

Analisis risiko bencana tsunami menggunakan empat faktor yaitu faktor ancaman dengan indikator kedalaman sumber gempa dan tinggi gelombang tsunami, kerentanan dengan indikator kepadatan penduduk, morfologi pantai, dan kekasaran pantai, faktor ketahanan dengan indikator sistem peringatan dini, kelembagaan, fasilitas kesehatan, dan elevasi daratan, dan faktor keterpaparan dengan indikator jarak dari garis pantai dan posisi sumber gempa terhadap muara sungai. Hasil dari analisis risiko bencana tsunami pada daerah penelitian diperoleh hasil desa yang memiliki tingkat risiko yang rendah terhadap bencana tsunami meliputi desa memiliki morfologi bukit yaitu Parangtritis, Seloharjo, Girijati, dan Tirtosari. Desa yang memiliki tingkat risiko sedang meliputi sebagian Parangtritis dengan morfologi datar berpenghalang dan dataran alluvial, dataran aluvial Gadinghargo, Donotirto dan Tirtosari . Desa yang memiliki tingkat risiko tinggi yang memiliki morfologi dataran aluvial Srigading, Tirtohrago, dataran Pantai Parangtritis dan dataran fluvial Parangtritis.

Mitigasi Bencana Tsunami

Mitigasi struktural yang dapat dilakukan adalah :

- Peletakan tanggul pemecah ombak pada daerah sekitar muara Sungai Opak bagian selatan hingga pesisir Pantai Parangtritis yang dapat berfungsi untuk meredam gelombang tsunami (Gambar 8-A).
- Pengecekan secara berkala 1 tahun alat pendeteksi tsunami *Early Warning System* (EWS) di Kawasan Pantai Parangtritis agar berfungsi dengan baik saat terjadi bencana tsunami sehingga dapat meminimalisir risiko bencana tsunami (Gambar 8-B).
- Perbaikan jalan alternatif Kretek yang sudah rusak di daerah Parangtritis untuk memudahkan proses evakuasi (Gambar 8-C).
- Pemasangan peta risiko bencana tsunami pada kawasan tertentu seperti objek wisata, sekolah, kantor Kelurahan, dan tempat strategis yang dapat menarik perhatian masyarakat (Gambar 8-D).
- Mengadakan program penanaman dan pelestarian hutan bakau dengan pola tanaman selang-seling dan jarak tanam 1 X 1 m (Slamet Mardiyatno, 2016) di sisi barat muara sungai tepatnya di Hutan Bakau Baros yang terletak di Desa Tirtohargo (Gambar 8-E).. Jenis tanaman yang diprioritaskan untuk ditanam, yakni: *Avicennia* (*Avicennia alba*), *Sonneratia* (*Sonneratia caseolaris*), *Rhizophora* (*Rhizophora apiculata*), dan *Bruguiera* (*Bruguiera gymnorhiza*). Pelestarian hutan bakau agar hutan bakau dapat berfungsi ideal sebagai perisai alami pelindung pantai dari gelombang tsunami (Bambang Suhendro, 1994).



Gambar 8. Mitigasi struktural bencana tsunami

Mitigasi non struktural yang dapat dilakukan adalah :

- Meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai tanda-tanda tsunami dan prosedur penyelamatan terhadap bencana tsunami yang dapat dilakukan oleh masyarakat melalui program edukasi pengenalan tanda bahaya yang dapat dilakukan oleh pihak BPBD atau pihak yang mempunyai pengetahuan yang cukup mengenai hal tersebut di daerah setempat.
- Melakukan program gladi dan sosialisasi kepada masyarakat yang tinggal di daerah rawan bencana tsunami khususnya masyarakat Desa Parangtritis dan Desa Tirtohargo. Program ini dilakukan dengan mengadakan simulasi apabila terjadi bencana tsunami sehingga masyarakat mempunyai wawasan apa yang harus dilakukan ketika terjadi bencana tsunami seperti penyelamatan diri dan proses evakuasi ke tempat yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Kajian geologi daerah penelitian ditinjau dari beberapa aspek, yaitu pola pengaliran, geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Pola pengaliran daerah penelitian adalah subparalel, multibasinal, *half radial* dan terdaoat muara sungai utama (Sungai Opak) yang bermuara langsung ke Samudra hindia. Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari sembilan bentuk lahan, yaitu bentuk lahan dataran aluvial (F1), tubuh sungai (F2), gosong sungai (F3), dataran bekas rawa (F4), perbukitan denudasi (D1), gump pasir (E1), perbukitan karst (K1), pantai (M1) dan split bar (M2). Stratigrafi pada daerah penelitian disusun oleh tiga satuan batuan, yaitu satuan lava andesit Nglanggran, satuan batugamping Wonosari, dan endapan

- aluvial. Satuan lava andesit terdiri dari litologi lava andesit, breksi andesit, breksi tuf, dan tuf. Satuan batugamping Wonosari terdiri dari litologi kalkarenit. Endapan aluvial terdiri dari endapan fluvial dan endapan gumuk yang berupa material lepas. Struktur geologi pada daerah penelitian yaitu sesar mendatar Seloharjo yang berarah utara-selatan.
2. Keterkaitan antara geologi daerah penelitian dan analisis risiko bencana tsunami, yaitu keberadaan muara sungai berkaitan dengan penjalaran gelombang tsunami yang menyebabkan gelombang tsunami langsung masuk ke wilyaah dataran pada daerah penelitian. Selain itu morfologi datar menyebabkan genangan gelombang tsunami masuk ke dataran tersebut dan akan menghancurkan apa saja yang dilaluinya sedangkan morfologi bukit lebih aman terhadap risiko bencana tsunami. Tingkat ikatan antar butir pada litologi penyusun daerah penelitian juga berkaitan dengan tingkat risiko bencana tsunami. Semakin tidak terikat butirannya atau semakin lepas material maka daerah tersebut akan semakin tinggi tingkat risiko bencana tsunami.
 3. Analisis risiko bencana tsunami menggunakan empat faktor yaitu faktor ancaman dengan indikator kedalaman sumber gempa dan tinggi gelombang tsunami, kerentanan dengan indikator kepadatan penduduk, morfologi pantai, dan kekasaran pantai, faktor ketahanan dengan indikator sistem peringatan dini, kelembagaan, fasilitas kesehatan, dan elevasi daratan, dan faktor keterpaparan dengan indikator jarak dari garis pantai dan posisi sumber gempa terhadap muara sungai. Hasil dari analisis risiko bencana tsunami pada daerah penelitian diperoleh hasil desa yang memiliki tingkat risiko yang rendah terhadap bencana tsunami meliputi Desa Parangtritis yang memiliki morfologi bukit, Desa Seloharjo dan Desa Girijati Tirtosari. Desa yang memiliki tingkat risiko sedang meliputi sebagian Desa Parangtritis dengan morfologi datar berpenghalang dan dataran aluvial. Desa yang memiliki tingkat risiko tinggi dataran pantai Parangtritis, Srigading, Tirtohrago, Donotirto, gadinghargo, dan Tirtosari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bemmelen, R.W. Van. (1949). *The Geology Of Indonesia. Vol Ia, General Geology.* The Hague.
- BNPB. (2012). *Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tentang Daftar Isi Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko 2 . Lampiran Peraturan.*
- BPS Kabupaten Bantul. (2021). *Kabupaten Bantul dalam Angka 2021.*
- Faiqoh, I., Gaol, J. L., & Ling, M. M. (2013). Vulnerability Level Map of Tsunami Disaster in Pangandaran Beach, West Java. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences*, 10(2), 90–103. <https://doi.org/10.30536/ijreses.2013.v10.a1848>
- Hall, S., Pettersson, J., Meservy, W., Harris, R., Agustinawati, D., & Olson, J. (2017). Awareness of tsunami natural warning signs and intended evacuation behaviors in Java , Indonesia. *Natural Hazards*, 89(1), 473–496. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2975-3>
- Hisbulloh Akbar, M. A., Abdul Kharis, F., & Rahmawati, O. P. (2020). Perencanaan Lanskap Mitigasi Tsunami Berbasis Ekosistem Mangrove di Kota Palu. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 12(2), 41–53. <https://doi.org/10.29244/jli.v12i2.32383>
- Howard. 1967. *Drainage Analysis In Geological Interpretation A Summation.* The American Association Of Petroleum Geologists Bulletin. California.
- Ihsan, F., & Pramukanto, Q. (2017). Perencanaan Lanskap Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat Berbasis Mitigasi Tsunami. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 9(1), 1–12.
- Lavigne, F., Gomez, C., Giffo, M., Wassmer, P., Hoebreck, C., Mardiatno, D., Priyono, J., & Paris, R. (2007). Field observations of the 17 July 2006 Tsunami in Java. *Natural Hazards and Earth System Science*, 7(1), 177–183.
- Mardiatno, D., Sunarto, Wf, L. R., Saptadi, G., & Ayuningtyas, E. A. (2015). Risk mapping and tsunami mitigation in Gunungkidul area, Yogyakarta. *AIP Conference Proceedings*, 1658. <https://doi.org/10.1063/1.4915043>
- Mina, E., Kusuma, R. I., & Sudirman, S. (2018). Analisa Potensi Likuifaksi Berdasarkan Data Spt (Studi Kasusproyek Pembangunan Gedung Baru Untirta Sindang Sari). *Jurnal Fondasi*, 7(1), 11–21. <https://doi.org/10.36055/jft.v7i1.3298>
- Mustafa, M. A., & Yudhicara, Y. (2007). Karakteristik Pantai Dan Resiko Tsunami Di Kawasan Pantai Selatan Yogyakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 5(3), 159–167. <https://doi.org/10.32693/jgk.5.3.2007.143>
- Pangestu Mirama Aji. (2018). *Pantai Parangtritis sebagai destinasi Ikonik di Yogyakarta. Domestic Case Study. Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarukmo Yogyakarta*
- Rahardjo, W, Sukandarrumidi, H, M, D, Rosidi, (1995). *Peta Geologi Lembar Yogyakarta Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.*
- Rahayu, S. M., Wiryanto, W., & Sunarto, S. (2016). Mitigasi Tsunami Di Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah Berbasis Keanekaragaman Vegetasi. *Fish Scientiae*, 6(2), 63-79.

- Salahuddin Husein Dan Srijono.(2008). Peta Geomorfologi Daerah Istimewa Yogyakarta. Gajah Mada University. ITC
- Shinta Windy, Utami Pri, Juliarka Bella Restu. (2017). Pemodelan Sistem Panas Bumi Parang Wedang Kabupaten Bantul, Yogyakarta Berdasarkan Data Geologi, Geomagnetik Dan Geokimia. *Thesis*. Yogyakarta Universitas Gadjah Mada.
- Surono, (2012), Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Jawa Tengah. Yogyakarta : Pusat Survei Geologi.
- Susanta, F. F., Pratama, C., Aditya, T., Khomaini, A. F., & Abdillah, H. W. K. (2019). Geovisual Analytics of Spatio-Temporal Earthquake Data in Indonesia. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 2(2), 185–194.
- Tae, Yasinthus Delvianus. (2019). Studi Fasies Gunung Api Purba Dengan Menggunakan Metode Analisis Stratigrafi Pada Daerah Wonolelo Dan Sekitarnya, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul, DIY”. *Jurnal Teknominerale* Volume 1
- Turangan, Flandy D. Bambang Kuncoro. Agus Harjanto. 2019. “Geologi dan Penentuan Kunci Foto Geologi, Identifikasi Dataran Bekas Rawa dan Gunung Api Purba Di Desa Seloharjo dan Sekitarnya, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta”. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea* Vol.5 No.2. p 71.
- Verstappen, Th., H. 1977. The Use Of Aerial Photographs In Geomorphological Mapping. ITC Teksbook Of Photo-Interpretation. ITC. Enschede.
- Widiyantoro, S., Gunawan, E., Muhari, A., Rawlinson, N., Mori, J., Hanifa, N. R., Susilo, S., Supendi, P., Shiddiqi, H. A., Nugraha, A. D., & Putra, H. E. (2020). Implications for megathrust earthquakes and tsunamis from seismic gaps south of Java Indonesia. *Scientific Reports*, 10(1), 1–11.
- Zuidam, R. V. (1986). Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis And Geomorphologic Mapping (No. C 25102). Smits Publishers.