

IDENTIFIKASI POTENSI ROB DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN PEKALONGAN BERDASARKAN ASPEK GEOLOGI KEWILAYAHAN

Noviardi Titis Praponco¹⁾, Irwan Susanto²⁾, M Nur Ikhwan³⁾

Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Penelitian dan Pengembangan

Kabupaten Pekalongan¹⁾²⁾³⁾

e-mail:praponco@gmail.com

ABSTRAK

Fenomena rob di pesisir utara Kabupaten Pekalongan secara masif menggenang sejak sepuluh tahun terakhir. Pada tahun 2013 kurang lebih dua desa di Kecamatan Wonokerto dan Kecamatan Tirto tergenang luapan rob. Penggenangan rob terus berlangsung hingga hari ini sehingga luas area yang terdampak menjadi sepertiga wilayah empat kecamatan pada saat pengumpulan data di tahun 2018, yakni Kecamatan Siwalan, Kecamatan Wonokerto, Kecamatan Wiradesa dan Kecamatan Tirto. Air laut yang meluap dan menggenang ke pemukiman warga merupakan fenomena alam pantai utara (pantura) Jawa. Namun, hal yang perlu diperhatikan bahwa kejadian tersebut tidak merata di setiap wilayah yang berbatasan dengan pantai utara Jawa. Sebagian wilayah pantura mengalami penambahan daratan againian lagi mengalami penurunan daratan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan rob berdasarkan kajian geologi kewilayahan dan menemukan faktor penyebab fenomena rob antara lain : morfologi, jarak dengan bibir pantai dan sungai, elevasi tiap lokasi fokus, tinggi genangan, serta litologi yang diendapkan, dijadikan titik acuan dalam pengembangan kajian. Hasilnya secara litologi menunjukkan area pesisir Kabupaten Pekalongan didominasi oleh *aluvium* yang merupakan endapan pantai yang memiliki ketebalan hingga 150 meter serta ditemukan fenomena penurunan tanah secara terus menerus diperparah dengan aspek aliran sungai yang berjenis sungai *reverse* menambah potensi pelamparan genangan disekitar Sungai Wonokerto.

Kata kunci: Rob, Pantai Utara Jawa, Geologi Kewilayahan.

Abstract

Sea flood phenomenon in the north coast of Pekalongan Regency massively began to flood in the last ten years. In 2013 approximately two villages in the District Wonokerto and Tirto flooded overflow sea flood. The sea flood inundation continues to this day so the affected area is thirty percent of the area of four districts at the time of data collection in 2018, namely Siwalan District, Wonokerto District, Wiradesa District, and Tirto District. Overflowing sea water and flooded into residential areas is a natural phenomenon on the north coast of Java. However, the incidence is not evenly distributed in every region bordering the north coast of Java. Some of region experienced the addition of land but in other region experienced a decrease in the land. The purpose of this study was to identify the problems of rob based on regional geological studies and find the factors causing the phenomenon of rob, among others: morphology, the distance to the shoreline and river, the elevation of each focus location, the height of the inundation, and lithology deposited, used as a reference point in the development of the study. Results show that the coastal area of Pekalongan Regency is dominated by alluvium which is a coastal deposit that has a thickness of up to 150 meters and found the phenomenon of land subsidence is continuously exacerbated by aspects of the river flow which is a type of reverse river adds to the potential for inundation around the Wonokerto River.

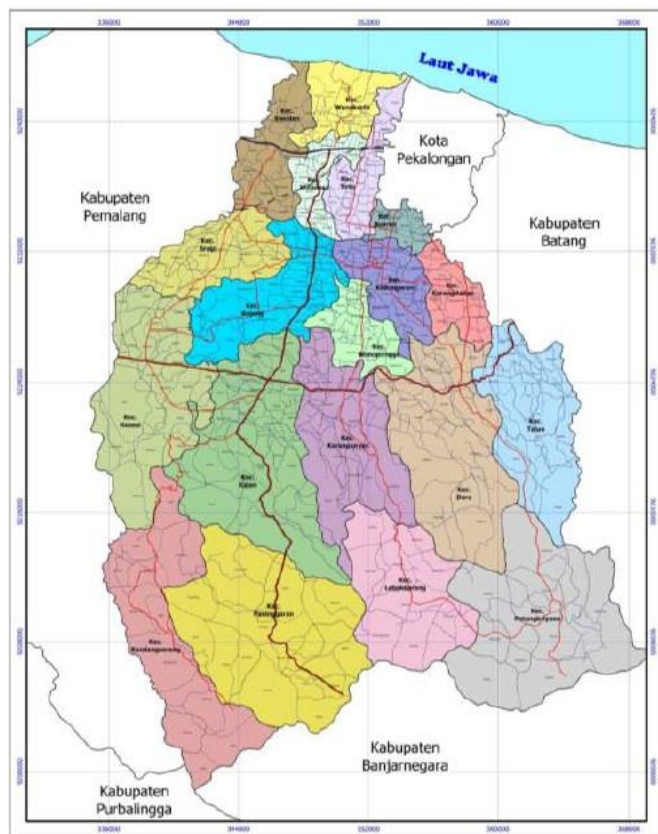
Keywords: Rob, north coast of Java, regional geology.

A. PENDAHULUAN

Kabupaten Pekalongan merupakan salah satu wilayah di pesisir pantai utara yang menghadapi permasalahan terkait meluapnya air laut ke daratan (rob). Banjir rob menggenang di empat wilayah antara lain: Kecamatan Siwalan, Kecamatan Wonokerto, Kecamatan Wiradesa dan Kecamatan Tirto yang berlokasi di pantai utara jawa. Fenomena alam ini merupakan manifestasi logis dari proses dinamika pantai. Dinamika pantai sendiri pada prinsipnya mengikuti hukum ekuilibrium proses yang terjadi di alam yaitu ketika sebagian wilayah mengalami penambahan daratan, wilayah yang lain mengalami

genangan (Priyantono, 2009). Faktor penyebabnya ada berbagai macam, antara lain suplai sedimen yang relatif kecil dibanding dengan invasi air laut, perubahan bentuk muara sungai, alih fungsi lahan pesisir hingga penurunan elevasi dataran pesisir. Setiap faktor tersebut memiliki peran tersendiri dalam hal percepatan genangan rob yang terjadi (Marquez, 2015).

Secara garis besar wilayah yang paling terdampak rob ada di sebagian besar Kecamatan Wonokerto dan Kecamatan Tirta yang berbatasan langsung dengan pantai utara jawa. Sedangkan di wilayah Kecamatan Siwalan genangan terjadi di sisi



Gambar 1. Peta Batas Wilayah Administratif Kabupaten Pekalongan.
(Sumber: Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2022)

barat dekat dengan area Pantai Sunter Depok dan sisi utara Jalan Nasional di Kecamatan Wiradesa (Marfai dkk., 2013). Penelitian tersebut mengungkapkan luasan genangan rob yang terjadi ketika inundasi 91 cm dan 135 cm diberlakukan. Data dari penelitian tersebut dijadikan salah satu acuan untuk melakukan pengembangan kajian berdasarkan aspek geologi kewilayahan daerah.

Fenomena rob di Kabupaten Pekalongan merupakan permasalahan yang sudah terjadi kurang lebih sepuluh tahun terakhir namun belum ada solusi yang tepat. Sehingga perlu untuk diidentifikasi akar permasalahan rob berdasarkan kondisi geologi kewilayahan Pesisir Utara Pekalongan beserta aspek hidrogeologi yang membangunnya. Kemudian dikemukakan metodologi yang dipakai sebagai dasar *lineasi inundasi* dari genangan rob yang menggenangi daratan, rekomendasi mitigasi struktural dan non struktural yang dapat direkomendasikan kepada pemerintah.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis kuantitatif. Data statistik terkait besaran variabel dihimpun kemudian dikelompokkan berdasarkan pengkelasan yang telah ditentukan untuk mendapatkan proyeksi dari suatu obyek kajian (Arikunto, 2013). Untuk menjawab

permasalahan kajian maka diperlukan pencarian data berdasarkan variabel-variabel yang diperlukan untuk dapat dihimpun menjadi suatu deskripsi dari kondisi yang ada, antara lain : Lokasi administratif (nama tempat, desa, kecamatan); Jenis litologi; Lokasi geografis (*longitude* dan *latitude*); Elevasi tiap lokasi *plotting* data; Ketinggian inundasi/genangan. Merujuk 91 cm dan 135 cm sebagai ukuran genangan (Marfai, dkk., 2013); Jarak dengan titik penelitian garis pantai; Jarak titik penelitian dengan sungai terdekat.

Data-data di atas dihimpun dalam program *Ms. Excel* kemudian dilakukan digitasi menggunakan aplikasi pemetaan *MapInfo 10* dibantu dengan *Global Mapper* untuk register peta supaya dapat terbaca dalam program *googleearth*. *Overlay* peta dalam program *googleearth* dilakukan untuk menginteraksikan hasil kajian dengan kondisi saat ini secara *online* dan aktual.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

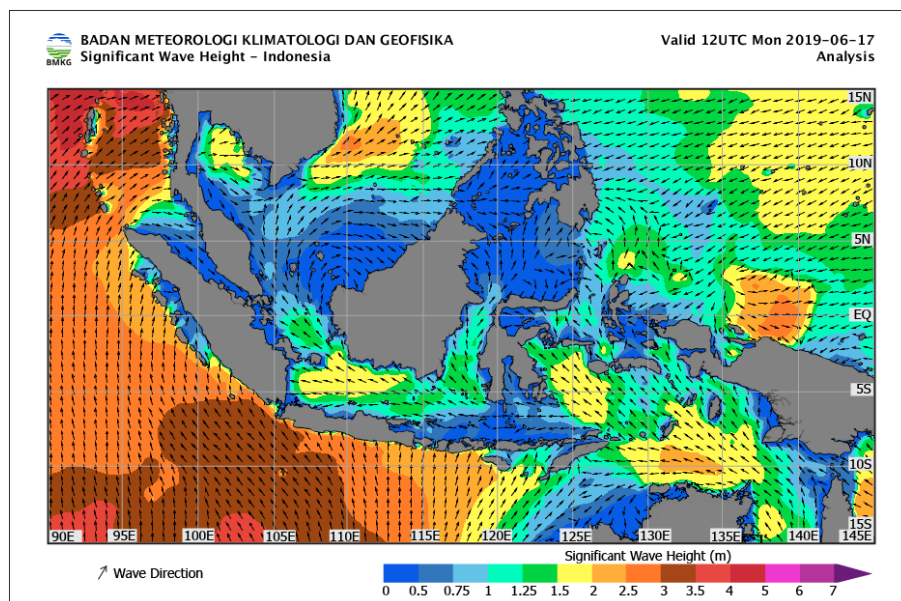
Aspek Geologi

Secara garis besar wilayah pesisir pantai utara jawa di Kabupaten Pekalongan tersusun atas endapan aluvial yang sangat tebal mencapai 150 meter. Secara litologi, endapan aluvial merupakan endapan yang terpengaruh proses sedimentasi melalui sungai-sungai yang bermuara di pantai

utara. Besar kecilnya volume sedimen yang terendapkan sangat dipengaruhi oleh kondisi media sedimentasi yakni sungai itu sendiri (Irfan, 2013). Kondisi sungai yang normal, dapat mengangkut dan mengendapkan material sedimen sesuai dengan kapasitas yang dimiliki. Namun berbeda hal jika sungai tersebut telah terisi penuh oleh material yang terendapkan, volume yang mencapai muara semakin berkurang. Permasalahan ini yang mengakibatkan suplai sedimen dari hulu

Aspek Oceanografi

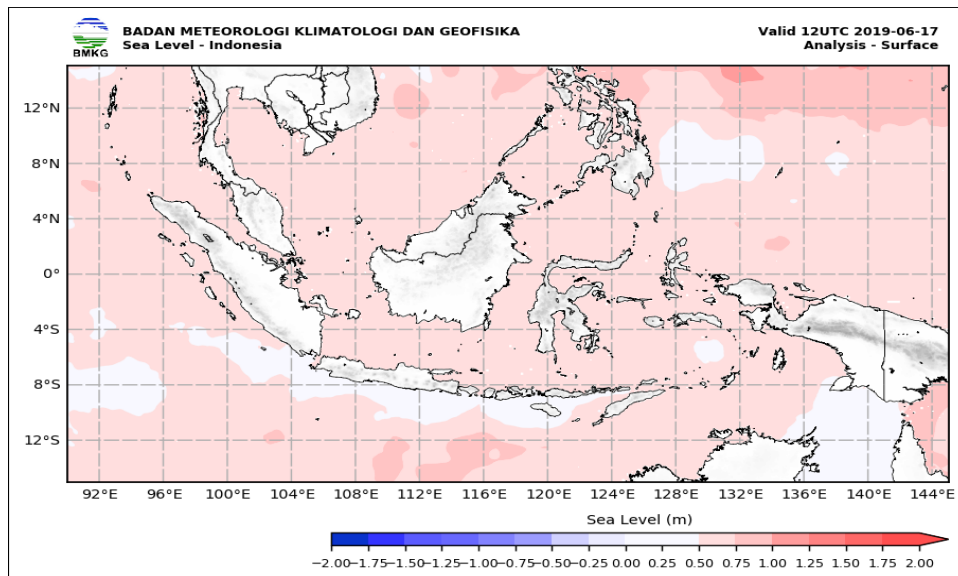
Menurut Badan Metrologi dan Geofisika (2019) Kondisi arus di pesisir pantai utara jawa, khususnya di wilayah Kabupaten Pekalongan mayoritas berarah dari timur ke barat. Kondisi ini memungkinkan penggerusan material sedimen di pesisir terdistribusi ke wilayah barat dari muara sungai. Proyeksi dari arus pesisir dapat dilihat pada gambar 2. Tinggi gelombang di pesisir utara jawa dari data yang berhasil dihimpun melalui Peta



Gambar 2. Peta Tinggi Gelombang Signifikan (BMKG,2019)

berkurang, sehingga mengakibatkan perubahan bentuk muara, yang berimplikasi pada membesarnya peluang terjadinya banjir dan rob (Priyantono, 2009). Perubahan tata guna lahan di sekitaran pesisir serta perkembangan pemukiman di bantaran sungai semakin memperparah terganggunya proses sedimentasi.

Besarnya tinggi gelombang air laut juga berpengaruh signifikan terjadinya banjir rob (A.N Shidik et al, 2019). Tinggi gelombang signifikan Indonesia berkisar antara 0,5m – 0,75m. Tinggi gelombang tersebut berpengaruh terhadap pergerakan proporsi air laut yang menginvasi ke arah daratan. Tinggi gelombang kurang dari 1 m



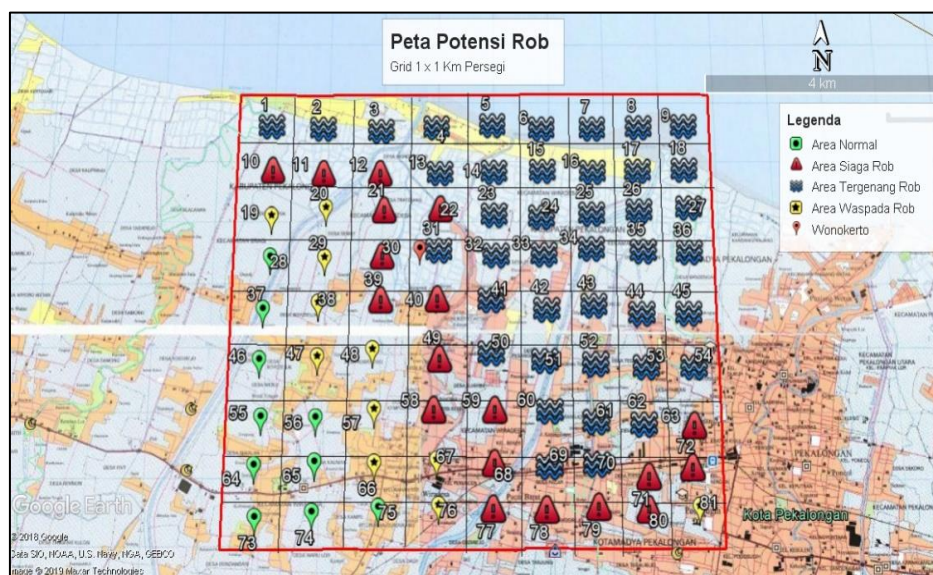
Gambar 3. Peta Tinggi Muka air Laut (Sumber : BMKG,2019)

termasuk ke dalam klasifikasi rendah. Hal ini berpengaruh terhadap proses luapan air ke darat bergerak secara lambat.

Aspek Penggunaan Lahan

Wilayah Kabupaten Pekalongan yang berbatasan langsung dengan pantai utara jawa memiliki tata guna lahan bervariasi antara lain, tambak, persawahan,

pemukiman dan ladang ilalang (Peta RBI Tahun 2000). Data tersebut mengalami perubahan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dan dapat terpantau dari citra satelit atau melalui gambar dari *googleearth*. Batasan area kajian dilakukan dengan luasan 81 km² dengan masing-masing grid 1 km x 1 km pada gambar 5.



Gambar 5. Peta Potensi Rob Grid 1 km x1 km (Sumber:diolah)

Kondisi terkini pada saat tinjauan langsung ke lapangan pada tahun 2018, genangan rob sudah menggenangi daratan lebih luas, yakni di area siaga. Sejalan dengan genangan rob yang melimpah ke pemukiman, saat ini juga sedang dilakukan pembangunan tanggul penahan rob di pesisir Kabupaten Pekalongan sepanjang 8 km.

Kajian genangan rob 91 cm dan 135 cm yang dilaksanakan pada tahun 2013 oleh Marfai, dkk., menjadi inisiasi awal untuk mengetahui luasan genangan rob di Kabupaten Pekalongan. Hasil kajian tersebut dikembangkan untuk mengetahui potensi genangan rob yang melampar ke pemukiman pada saat sekarang. Untuk

mengetahui potensi genangan secara aktual, diinisiasi membuat grid 1km x 1km pada area kajian khususnya pesisir Kabupaten Pekalongan. Area kajian tersebut membatasi 4 kecamatan terdampak di Kabupaten Pekalongan yang mewakili. Hasil *gridding* pada Peta Rupa Bumi Indonesia (Lembar 1411, 1412, 1413, dan 1414) yang mencakup area terdampak rob di Kabupaten Pekalongan, kemudian ditumpang susunkan (*overlay*) dengan *googleearth* secara *online*. Variabel-variabel yang mempengaruhi kajian dihimpun terlebih dahulu dalam *Ms. Excel* untuk dilakukan sortir dan penambahan data akuisisi, dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3.

Tabel. 1. Variabel Genangan Rob Kabupaten Pekalongan
(sumber:diolah)

No	Lokasi Administratif	Jenis Litologi	x	y	z/ Elevasi	Inundasi Rob		Jarak dengan garis pantai (meter)	Jarak dengan sungai terdekat (meter)
						0,91 m	1,35 m		
1	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,599027	-6,843561	3	0,91	1,35	632	158
2	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,608105	-6,844369	3	0,91	1,35	652	67
3	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,617073	-6,846487	4	0,91	1,35	653	58
4	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,625118	-6,844234	3	0,91	1,35	599	343
5	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,633569	-6,845007	0	0,91	1,35	363	196
6	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,640308	-6,843784	0	0,91	1,35	197	0
7	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,649715	-6,845002	0	0,91	1,35	0	0
8	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,655607	-6,844591	0	0,91	1,35	0	0
9	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,663901	-6,843766	0	0,91	1,35	0	0
10	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,600409	-6,852476	3	0	0	1428	122
11	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,607824	-6,851015	3	0	0	1401	28
12	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,616013	-6,851032	4	0	0	1397	327
13	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,625327	-6,850835	3	0	1,35	1271	243
14	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,633627	-6,851184	1	0,91	1,35	1015	491
15	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,640014	-6,850813	1	0,91	1,35	814	1247
16	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,648892	-6,850829	3	0	1,35	178	916
17	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,655531	-6,850639	3	0,91	1,35	168	127
18	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,661855	-6,851375	3	0,91	1,35	155	375
19	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,600172	-6,858349	2	0	0	2168	318
20	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,607916	-6,857027	3	0	0	1975	119
21	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,617371	-6,857026	3	0	0	1878	113
22	Kecamatan Siwalan	Endapan Aluvial	109,62563	-6,857008	1	0	0	1855	127
23	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,633027	-6,856838	1	0	1,35	1575	558
24	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,640332	-6,858014	1	0,91	1,35	1525	669
25	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,648267	-6,856838	1	0,91	1,35	856	100
26	Kecamatan Wonokerto	Endapan Aluvial	109,655075	-6,856514	3	0	1,35	750	100

Griding Proses

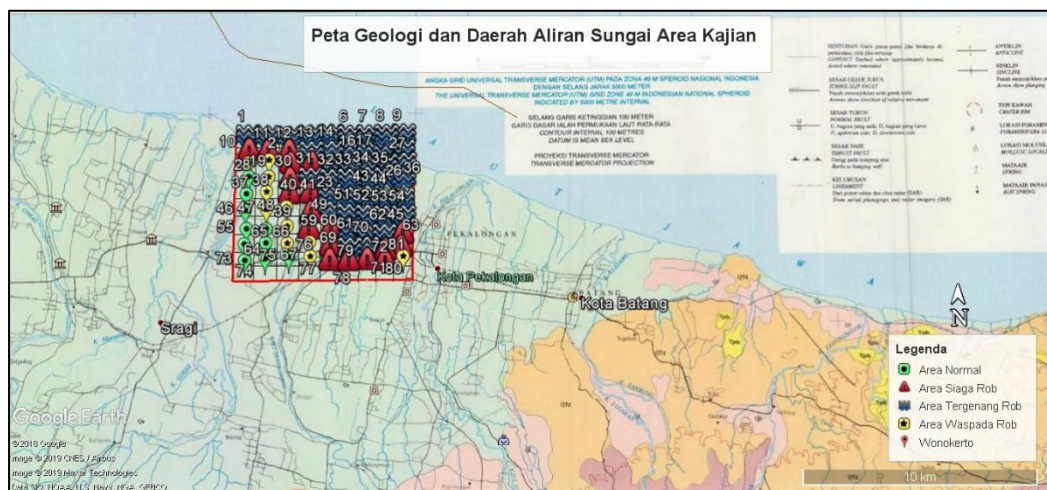
Luas area kajian adalah 81 km² mewakili pesisir Kabupaten Pekalongan. Detail 1 km persegi terdistribusi merata dalam setiap *grid*. Pada setiap *grid*, dilakukan interpretasi dari aspek geografis (*long, lat, elev.*), genangan rob, dan jarak dengan sumber genangan (bibir pantai/sungai terdekat). Interpretasi geologi didominasi oleh endapan aluvial merata dalam setiap *grid*. Analisis deskriptif zonasi potensi genangan rob terbagi menjadi 4 tingkatan, yakni normal, waspada, siaga dan awas. Keterangan dari setiap tingkatan disampaikan sebagai berikut,

genangan (Awas), atau terhalang 1 *grid* siaga;

- **Siaga:** Jika wilayah dalam *grid* tersebut berjarak 1 – 2 km dari area genangan, atau berbatasan langsung dengan *grid* Awas;
- **Awas:** Wilayah yang sudah tergenang rob dari hasil kajian 2013.

Kajian Geologi Kewilayahan

Wilayah pesisir pantai utara Kabupaten Pekalongan, tersusun dari endapan aluvial yang cukup tebal hingga 150 meter. Hal tersebut tergambarkan dalam Peta Geologi Lembar Banjarnegara - Pekalongan (W.H. Condon et al, 1996).



Gambar 6. Peta geologi dan daerah aliran sungai Pesisir Kabupaten Pekalongan (Sumber:diolah)

- **Normal:** Jika wilayah dalam *grid* tersebut berjarak > 3 km dari area genangan (Awas), atau terhalang 2 *grid* waspada dan siaga;
- **Waspada:** Jika wilayah dalam *grid* tersebut berjarak 2 – 3 km dari area

Sungai yang bermuara di wilayah kajian antar lain sungai Kapidada; sungai Mrican, dan sungai Sengkarang. Induk dari ketiga sungai tersebut adalah Kali Sengkarang dan Kali Wela yang berada di dataran tinggi sebelah selatannya. Suplai

material sedimen yang bermuara di tiga sungai/ kali tersebut bervariasi. Hal ini disebabkan melalui berbagai macam formasi batuan di hulu, seperti Aluvium, Endapan Undak, Kipas Aluvium, serta Batuan Gunungapi Jambangan dapat dilihat pada gambar 6.

- Qa (Aluvium): Kerikil, pasir, lanau dan lempung, endapan sungai dan rawa. Tebal 150 m.
- Qtd (Endapan Undak): Pasir, lanau, tuf, konglomerat, batupasir tufan, dan breksi tufan. Tersebar di sepanjang lembah Serayu.
- Qf (Kipas Aluvium): Terutama bahan rombakan gunungapi, telah tersayat.

hornblenda dan juga basal olivin. Berupa aliran lava, breksi aliran dan piroklastika, lahar dan aluvium; lahar dan endapan aluvium terdiri dari bahan rombakan gunungapi, aliran lava dan breksi yang terendapkan pada lereng landai jauh dari pusat erupsi.

Aktivitas masyarakat yang berada di sepanjang bantaran sungai-sungai akan memberikan variasi sedimen yang diendapkan ke muara semakin beragam (Morita, 2012). Kondisi sungai yang melalui pemukiman warga di pesisir Kabupaten Pekalongan berpengaruh terhadap luapan banjir rob. Dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Kondisi pemukiman yang dilalui sungai di Kecamatan Wonokerto (sumber:penulis)

- Qjo (Batuan Gunungapi Jembangan): Lava andesit dan batuan klastika gunungapi. Terutama andesit hipersten-augit, setempat mengandung

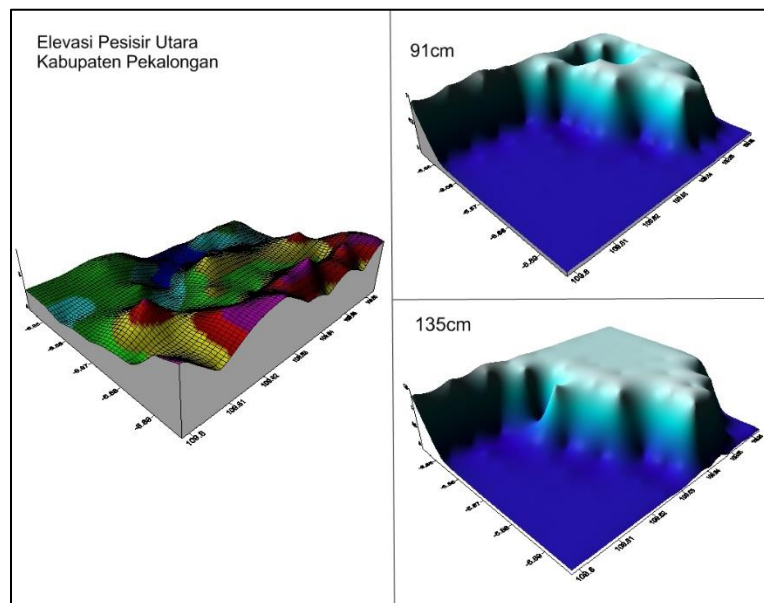
Muara Sungai

Pola aliran ketiga sungai yang melalui yaitu Kali Kapidada, Kali Mrican, serta Kali Sengkarang adalah dendritik

(Ilhami, 2014). Muara ketiga sungai tersebut dikategorikan sebagai arah aliran sungai *reverse*. Sungai *reverse* merupakan sungai yang mempunyai kekuatan erosi ke dalam yang tidak mampu mengimbangi pengangkatan daerah-daerah yang dilaluinya. Karena tidak mampu melaluinya, maka arah aliran sungai ini berbelok menuju ke tempat lain yang lebih rendah yang menyebabkan adanya genangan rob di sungai permukiman.

daratan pesisir. Proyeksi elevasi memperlihatkan kondisi relief dataran pesisir wilayah Kabupaten Pekalongan seluas area kajian.

Hasil visualisasi rob yang menggenang di wilayah kajian memunculkan kesan bahwa genangan tinggi melanda di kawasan sisi timur-utara area kajian. Hal ini berkaitan dengan penjararan muara sungai yang cukup banyak terdapat di area tersebut. Dilihat



Gambar 8. Proyeksi 3D Elevasi Pesisir Utara Kabupaten Pekalongan dan Tinggi Genangan Rob 91cm dan 135cm (sumber: diolah)

Proyeksi Tinggi Genangan Rob

Proyeksi elevasi dilakukan untuk menggambarkan secara lebih jelas tinggi genangan rob di wilayah kajian. Pemodelan dari genangan 91 cm dan 135 cm visualisasikan menggunakan aplikasi *Surfer*. Proyeksi 3D (tiga dimensi) menggambarkan lebih detail terkait inundasi/ genangan rob yang menggenangi

dari ketinggian daratannya (elevasi), wilayah timur-utara area kajian juga memiliki ketinggian yang relatif lebih rendah dibandingkan daerah yang lain. Daerah yang lebih rendah inilah biasanya genangan rob secara masif terjadi menuju ke daratan.

Prinsip ekuilibrium yang terjadi dikondisi alami terkait fenomena rob yakni

suplai sedimen ke muara kalah dari faktor erosional di pantai. Fenomena tersebut mengakibatkan proporsi invasi air laut lebih dominan dibandingkan penambahan dataran baru pesisir, seperti halnya yang terjadi di wilayah lain misalnya daerah Kalijaga, Cirebon maupun muara sungai Comal di Pemalang. Daerah-daerah tersebut mengalami penambahan daratan setiap waktunya.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Banjir rob yang menggenang wilayah pesisir dari Kabupaten Pekalongan berpotensi meluas setiap tahunnya. Hasil dari kajian geologi kewilayahan, aspek aliran sungai yang berjenis sungai *reverse* menambah potensi pelamparan genangan disekitar Sungai Wonokerto. Pola sungai yang berkembang yakni sungai dendritik yaitu manifestasi dari wilayah dataran rendah di sekitaran pesisir. Laju sedimentasi berproses lebih rendah dari invensi air laut yang menggerus pesisir merupakan dinamika pantai yang terjadi pada area kajian.

Saran

Mitigasi struktural masih dilakukan oleh pemerintah yaitu pembangunan infrastruktur tanggul guna mencegah genangan menuju ke pemukiman yang lebih luas. Pemanfaatan lahan yang ditanami mangrove berupaya guna

memanfaatkan lahan yang telah mengalami genangan dan penahan alami air laut.

Mitigasi non-struktural dapat diupayakan dalam bentuk penambahan kapasitas masyarakat terkait pendidikan kebencanaan pesisir yang tengah mereka hadapi. Serta, upaya-upaya penanggulangan secara mandiri dan juga upaya pemanfaatan lahan yang telah tergenang menjadi lahan produktif kembali.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S., 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta. Jakarta.
- A.N.Shidik, D.Utari, M.Atmika.2019. *Analisis Faktor Penyebab Banjir Rob dan Strategi Penanggulangannya dengan Pembangunan Breakwater di Wilayah Semarang Utara, Jawa Tengah, Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Kebumihan ke-12*, Yogyakarta: 5-9 September. Hal 559-575.
- Badan Pusat Statistik, 2019. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2018*, Badan Pusat Statistik, Pekalongan.
- Ilhami, F. dkk., 2014. *Pemetaan Tingkat Kerawanan Rob Untuk Evaluasi Tata Ruang Pemukiman Daerah Pesisir Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah*. Journal of Marine Research: UNDIP. Semarang.
- Irfan, R., dkk., 2013. *Analisis Korelasi Perubahan Garis Pantai Kawasan Pesisir Kota Semarang Terhadap Perubahan Garis Pantai Pesisir Kabupaten Demak (Dari Tahun 1989-2012)*, UNDIP. Semarang.
- BAKOSURTANAL, 2000. *Peta Rupa Bumi Lembar 1409-111 Comal Skala*

- 1:25.000. BAKOSURTANAL. Cibinong - Bogor.
- BAKOSURTANAL, 2000. *Peta Rupa Bumi Lembar 1409-112 Pekalongan Skala 1:25.000*. BAKOSURTANAL. Cibinong - Bogor.
- BAKOSURTANAL, 2000. *Peta Rupa Bumi Lembar 1409-113 Blendung Skala 1:25.000*. BAKOSURTANAL. Cibinong - Bogor.
- BAKOSURTANAL, 2000. *Peta Rupa Bumi Lembar 1409-114 Panjang Wetan Skala 1:25.000*. BAKOSURTANAL. Cibinong - Bogor.
- Condon, W.H., dkk., 1996. *Peta Geologi Lembar Banjarnegara – Pekalongan, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G). Bandung.
- Ilhami, F., dkk., 2014. *Pemetaan Tingkat Kerawanan Rob untuk Evaluasi Tata Ruang Pemukiman Daerah Pesisir Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah*. Journal of Marine Research Vol. 3, No. 4, Hal. 508-515. Semarang.
- Kasbullah, A.A., dan M.A. Marfai, 2014. *Pemodelan Spasial Genangan Banjir Rob dan Penilaian Potensi Kerugian pada Lahan Pertanian Sawah Padi Studi Kasus Wilayah Pesisir Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah*. Geodukasi Volume III No. 2, halaman 83-91.
- Marfai, M.A., Mardianto, D., Cahyadi A., Nucifera, F., dan Prihatno, H., 2013. *Pemodelan Spasial Bahaya Banjir Rob berdasarkan Skenario Perubahan Iklim dan Dampaknya di Pesisir Pekalongan*. Jurnal Bumi Lestari, volume 13, No. 2, halaman 244-256.
- Marquez, J.N. dan Nurul Khakim, 2015. *Kajian Perubahan Garis Pantai Menggunakan Citra Landsat Multitemporal Di Kota Semarang*. UGM: Yogyakarta.
- Morita, Masaru, 2012. *Groundwater Tells – Crisis in Hidden Resources (in Japanese)*. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: Tokyo-JAPAN.
- Prijantono, A., dkk., 2009. *Penelitian Dinamika Pesisir Muara Sungai Comal Dan Sekitarnya, Jawa Tengah, Ditunjang Oleh Penafsiran Data Foto Udara Dan Citra Satelit*. PPGL: Bandung