

Inventarisasi Kejadian Banjir Rob Kota Semarang Periode 2012 – 2020

Afif Arwin Egaputra^{1*}, Dwi Haryo Ismunarti¹, dan Widodo S. Pranowo^{2,3}

¹Departemen Oseanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, 50275, Indonesia

²Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia

³Prodi Hidrografi, Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Kluster Bina Samudera Ancol Timur, Jakarta Utara, 14430, DKI Jakarta

Email: *afifarwnegaputra@gmail.com

Abstrak

Kota Semarang merupakan salah satu wilayah pesisir yang rentan terhadap fenomena banjir rob. Banjir rob merupakan fenomena di mana air laut masuk dan menggenangi daratan. Banyak faktor yang mampu mempengaruhi terbentuknya banjir rob seperti pasang surut, kenaikan muka air laut, dan dorongan angin kencang yang menghasilkan gelombang tinggi. Tujuan dari inventarisasi kejadian banjir rob ini adalah untuk menentukan faktor dominan banjir rob yang terjadi pada kawasan Kota Semarang. Pada penelitian ini, data tanggal kejadian banjir rob yang terjadi bersumber dari media massa serta data bencana alam BPBD Kota Semarang. Data Angin dari European Center for Medium Range Weather Forecast (ECMWF), data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), dan data prediksi pasang surut oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) juga turut digunakan untuk analisis dalam mengidentifikasi faktor dominan banjir rob. Berdasarkan hasil penelitian, kejadian banjir rob pada Kota Semarang umumnya terjadi pada bulan Desember hingga Februari dan Mei hingga Juli dengan pasang purnama menjadi faktor dominan di musim peralihan 1 dan musim timur dan angin kencang yang diikuti curah hujan tinggi menjadi faktor dominan di musim barat.

Kata kunci: Inventarisasi Banjir rob, Semarang, Pasang Surut, Curah Hujan, Angin

Abstract

Inventory of Tidal Flood Events in Semarang City for the Periode 2012-2020

Semarang is one of many coastal areas that are vulnerable to coastal flooding. Coastal flooding is a phenomenon where sea water enters and inundates the land. Many factors influence the formation of coastal flood including tides, rising sea levels, and strong wind that produce high waves. The purpose of this coastal flood inventory is to determine the dominant factor of coastal flood that occurred in Semarang. In this study, the date of the coastal flood that occurred is sourced from the mass media and natural disaster data by BPBD Semarang. Wind data from European Center for Medium Range Weather Forecast (ECMWF), rainfall data from Meteorology, Climatology, and Geophysical Agency (BMKG), and tidal prediction from Geospatial Information Agency (BIG) are also used for analysis in identifying the dominant factor for coastal flooding. Based on the result of the study, coastal flooding in Semarang City generally occurs in December to February and May to July with spring tide become the dominant factor during the first transitional monsoon and the east monsoon and strong winds followed by high rainfall become the dominant factors during the west monsoon.

Keywords: Coastal flood Inventory, Semarang, Tides, Rainfall, Wind

PENDAHULUAN

Banjir rob merupakan fenomena bencana banjir yang diakibatkan oleh air laut masuk dan menggenangi daratan. Menurut Williams *et al.*, (2020), fenomena laut seperti pasang surut, kenaikan muka air laut, ataupun faktor eksternal seperti dorongan angin yang menghasilkan gelombang memiliki pengaruh besar di dalam terbentuknya banjir rob. Menurut Chandra dan Supriharjo (2013), banjir rob merupakan permasalahan yang umum terjadi sejak lama di berbagai wilayah Indonesia, khususnya wilayah pesisir. Wilayah pesisir memiliki dinamika serta proses yang kompleks menjadikan wilayah pesisir rentan akan bencana, salah satunya banjir rob. Banjir rob menjadi masalah umum di wilayah Pantai Utara Jawa, khususnya untuk kota Semarang, D.K.I. Jakarta, Kabupaten Demak dan Pekalongan. Menurut Ikhsyan *et al.*, (2017), Pantai Utara Pulau Jawa rentan terhadap kejadian banjir rob karena kondisi topografi di utara Pulau Jawa yang landai. Daratan dapat dimasuki

air laut dengan mudah karena kondisi topografi tersebut dan mengakibatkan banjir rob. Selain dari kondisi topografi, iklim juga memiliki dampak terhadap terjadinya banjir rob. Menurut Hanifah dan Ningsih (2018), banjir rob dan kerusakan jalan di sepanjang Pantura menjadi hal yang biasa terjadi ketika musim hujan tiba.

Salah satu wilayah pesisir di Pantai Utara Jawa yang rentan terhadap banjir rob tersebut adalah Kota Semarang. Menurut Erlani dan Nugrahandika (2019), Kota Semarang memiliki tekanan banjir rob di mana banjir rob berlangsung dalam kurun waktu lama. Banjir rob ini menjadi tekanan kronis karena bencana ini menyebabkan struktur kota melemah secara berkala. Pada tahun 2014, Kota Semarang termasuk ke dalam program 100 resilient cities dikarenakan Kota Semarang memiliki permasalahan utama menyangkut banjir rob. Menurut Widada *et al.*, (2020), kondisi topografi pesisir Kota Semarang yang sangat datar memiliki pengaruh, di mana kemiringan 0 – 2% dengan banyak area memiliki elevasi yang hampir sama dengan ketinggian muka air laut dan beberapa lokasi berada di bawah ketinggian muka air laut menyebabkan air laut mudah mengalir ke dalam daratan. Banjir rob yang menggenangi Kota Semarang ini mampu mencapai luas 2.400 ha dengan ketinggian genangan mencapai 66 cm.

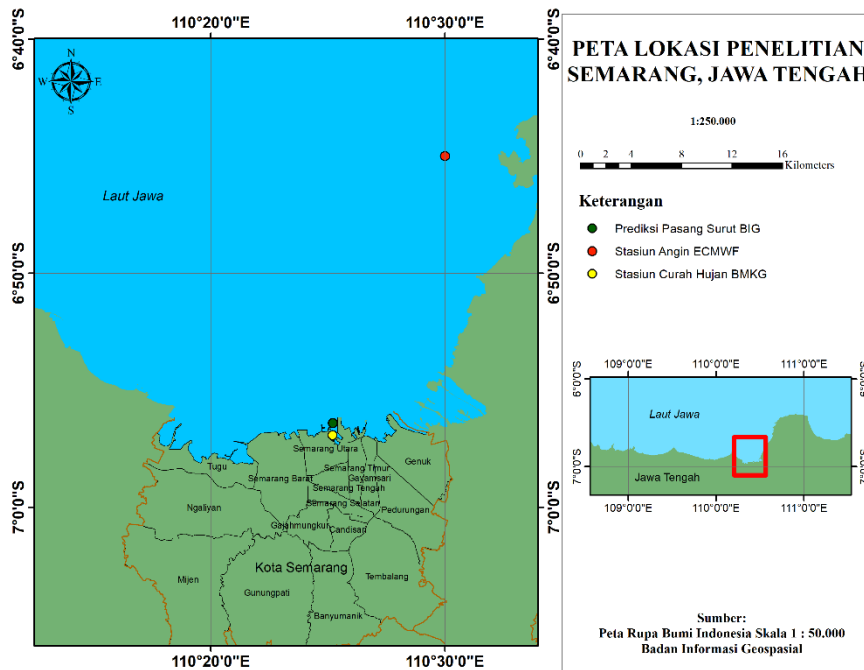
Menurut penelitian Ismanto *et al.*, (2009), banjir rob telah terjadi di Kota Semarang selama kurang lebih 30 tahun terakhir. Banjir rob di pesisir Kota Semarang terjadi khususnya di saat air pasang. Selain air pasang, penurunan muka tanah juga turut terjadi yakni sebesar 8,1 – 15 cm/tahun di Kecamatan Genuk dan 4,1 – 12 cm/tahun pada Kecamatan Semarang Utara dan Semarang barat. Menurut Ismunarti *et al.*, (2014), kenaikan muka air laut juga terjadi pada Kota Semarang dengan kenaikan sebesar 1,42 cm per tahunnya. Kenaikan muka air laut ini dapat mengakibatkan bencana banjir rob dan abrasi pantai.

Berdasar dari berbagai media massa dan data kejadian bencana alam oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang, banjir rob yang terjadi umumnya terjadi pada bulan Desember hingga Juli yang merupakan musim barat, musim peralihan 1, dan musim timur. Menurut Setiyono *et al.*, (2020), yang dihasilkan oleh fenomena banjir rob secara langsung maupun tidak langsung menyebabkan terhambatnya berbagai kegiatan ekonomi dan sosial. Industri lokal, kawasan pemukiman, dan kawasan wisata yang berada di pesisir Semarang sangat terdampak dari banjir rob. Kerusakan yang diakibatkan oleh banjir rob secara materi dan non-materi pun dapat terjadi. Dengan banyaknya dan berbedanya faktor penyebab terjadinya banjir rob seperti yang sudah di sebutkan, untuk menghindari kerugian-kerugian tersebut, berbagai perencanaan dalam mencegah terjadinya banjir rob dapat dilakukan. Namun untuk meningkatkan efektivitas rancangan dan menjamin ketepatan sasaran perancangan mitigasi dan adaptasi banjir rob, inventarisasi guna mengidentifikasi faktor dominan penyebab banjir rob di antara faktor pasang surut, angin, dan curah hujan yang terjadi di Kota Semarang penting untuk dilakukan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada pesisir Kota Semarang dengan titik prediksi pasang surut Badan Informasi Geospasial (BIG) Semarang pada koordinat 110.424 -6.9419, stasiun meteorologi maritim Tanjung Mas Semarang dengan koordinat 110.41990 -6.94860, dan titik angin *Europe Center for Medium Weather Forecast* (ECMWF) dengan koordinat 110.5 -6.75 pada periode waktu banjir rob tahun 2012 – 2020.

Materi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa data sekunder seperti yang pernah dilakukan oleh Jamaludin *et al.*, (2016) yang meneliti kasus banjir rob di Pantai Utara Jakarta. Data sekunder ini berupa data kejadian banjir rob yang terjadi di Kota Semarang yang bersumber dari berbagai media massa serta data bencana alam BPBD Kota Semarang. Data sekunder lainnya berupa data angin yang bersumber dari ERA5 ECMWF, data curah hujan dari stasiun meteorologi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Semarang, dan data prediksi pasang surut oleh BIG. Analisis pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode statistik deskriptif.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Data angin yang diperoleh dari ECMWF berupa nilai komponen meridional (u) dan zonal (v) angin pada ketinggian 10 m dengan interval setiap jam. Untuk didapatkan arah dan kecepatan angin, data angin di ekstrak melalui *Ocean Data View* (ODV) menjadi *spreadsheet* yang dapat diolah dengan Excel. Kecepatan dan arah datang angin di dapatkan dengan rumus oleh Guillori dan Giusti (2021), di mana kecepatan angin (V) diperoleh dengan rumus :

$$V = \sqrt{u^2 + v^2}$$

Untuk arah datang angin (ϕ) diperoleh dengan rumus :

$$\phi = \text{mod}\left(180 + \frac{180}{\pi} \text{atan2}(v, u), 360\right)$$

dengan

u = Kecepatan angin arah horizontal

v = Kecepatan angin arah vertikal

hasil kecepatan dan arah datang angin kemudian di olah dengan WRplot untuk didapatkan arah datang dan kecepatan dominan angin dalam bentuk *wind rose*. Hasil angin juga di kategorikan dengan skala *beaufort* oleh WMO (2017) untuk memudahkan analisa.

Hasil data angin kemudian di dibandingkan dengan data prediksi pasang surut dan data curah hujan. Data prediksi pasang surut diperoleh melalui laman BIG dengan interval setiap jam. Data prediksi pasang surut ini digunakan untuk melihat posisi pasang di saat waktu kejadian banjir rob. Untuk data curah hujan digunakan data dari BMKG stasiun Tanjung Mas yang dapat diperoleh melalui laman <http://dataonline.bmkg.go.id>. Data curah hujan in berupa tabel dengan nilai curah hujan harian dengan satuan mm. Semua data ini dibandingkan untuk rekapitulasi data yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan penyebab terjadinya banjir rob. Apabila tidak ada faktor yang terjadi pada tanggal kejadian banjir rob, diduga kejadian banjir rob diakibatkan faktor di luar faktor yang di perhitungkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

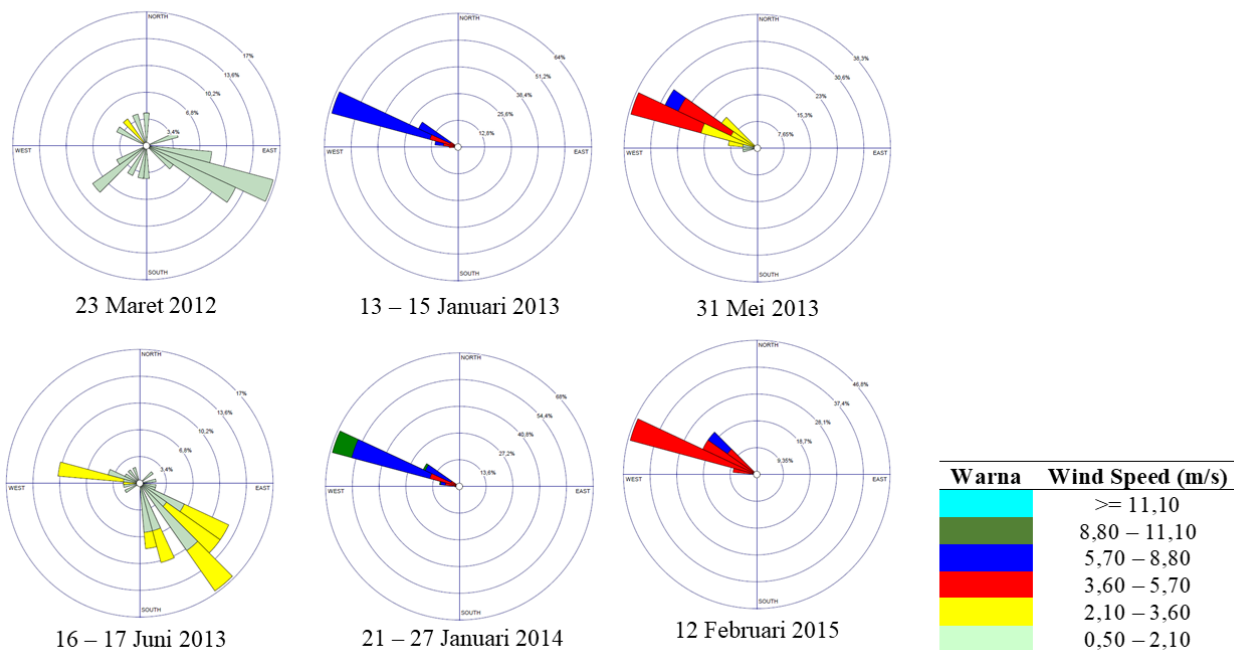
Pada penelitian ini, tanggal – tanggal kejadian banjir rob didapatkan berdasarkan kepada laporan data bencana alam BPBD Kota Semarang dan juga dari berbagai berita di media massa. Berdasarkan hasil yang didapat, kejadian banjir rob di Kota Semarang umum terjadi pada bulan Mei – Juli dan bulan Desember – Februari dengan dua tanggal kejadian banjir rob terjadi pada bulan Maret dan April, sehingga banjir rob dapat dikatakan terjadi pada musim barat, musim peralihan 1, dan musim timur. Hasil inventarisasi kejadian banjir rob Kota Semarang dapat terlihat sebagai berikut.

Tabel 1. Tanggal Kejadian Banjir Rob Kota Semarang

No	Tanggal Kejadian	Kecamatan	Sumber
1.	23 Maret 2012	Semarang Utara	https://m.liputan6.com
2.	13 - 15 Januari 2013	Semarang Utara, Semarang Timur, Tugu	Data Bencana Alam BPBD Semarang & https://news.detik.com
3.	31 Mei 2013	Semarang Utara, Gayamsari	https://news.okezone.com
4.	16 - 17 Juni 2013	Gajah Mungkur, Ngaliyan, Tugu, Semarang Utara, Gayamsari, Genuk, Pedurungan	Data Bencana Alam BPBD Semarang & https://nasional.tempo.co
5.	21 Januari 2014	Gayamsari	Data Bencana Alam BPBD Semarang
5.	23 - 27 Januari 2014	Semarang Barat, Semarang Utara, Genuk, Semarang Timur, Gayamsari, Pedurungan	https://jateng.tribunnews.com
6.	12 Februari 2015	Gayamsari, Semarang timur, Semarang Utara, Genuk, Pedurungan, Semarang Barat, Ngaliyan	Data Bencana Alam BPBD Semarang
7.	28 - 30 Mei 2016	Genuk, Semarang Utara, Semarang Timur, Gayamsari	Data Bencana Alam BPBD Semarang
8.	26 Juni - 3 Juli 2016	Semarang Timur, Gayamsari, Genuk, Semarang Utara	Data Bencana Alam BPBD Semarang & https://sda.pu.go.id
9.	1-4 Juni 2017	Semarang Utara dan Genuk	https://jateng.tribunnews.com & https://tribunnews.com
10.	1 - 4 Desember 2017	Genuk, Semarang Utara, Gayamsari	https://jateng.tribunnews.com & https://kkp.go.id
11.	29 - 30 Januari 2018	Genuk dan Semarang Timur	Data Bencana Alam BPBD Semarang dan https://jateng.tribunnews.com
12.	22 - 28 Februari 2018	Gayamsari dan Genuk	Data Bencana Alam BPBD Semarang
13.	19 - 26 Mei 2018	Genuk, Semarang Timur, Semarang Utara, Gayamsari	Data Bencana Alam BPBD Semarang, https://jateng.tribunnews.com , https://bpbd.semarangkota.go.id , dan https://kompas.id
14.	10 April 2019	Genuk	https://bpbd.semarangkota.go.id
15.	14 Mei 2019	Semarang Utara	Data Bencana Alam BPBD Semarang & https://bpbd.semarangkota.go.id
16.	6 - 9 Desember 2020	Semarang Utara	Data Bencana Alam BPBD Semarang & https://bpbd.semarangkota.go.id

Kondisi Angin Pada Kejadian Banjir Rob

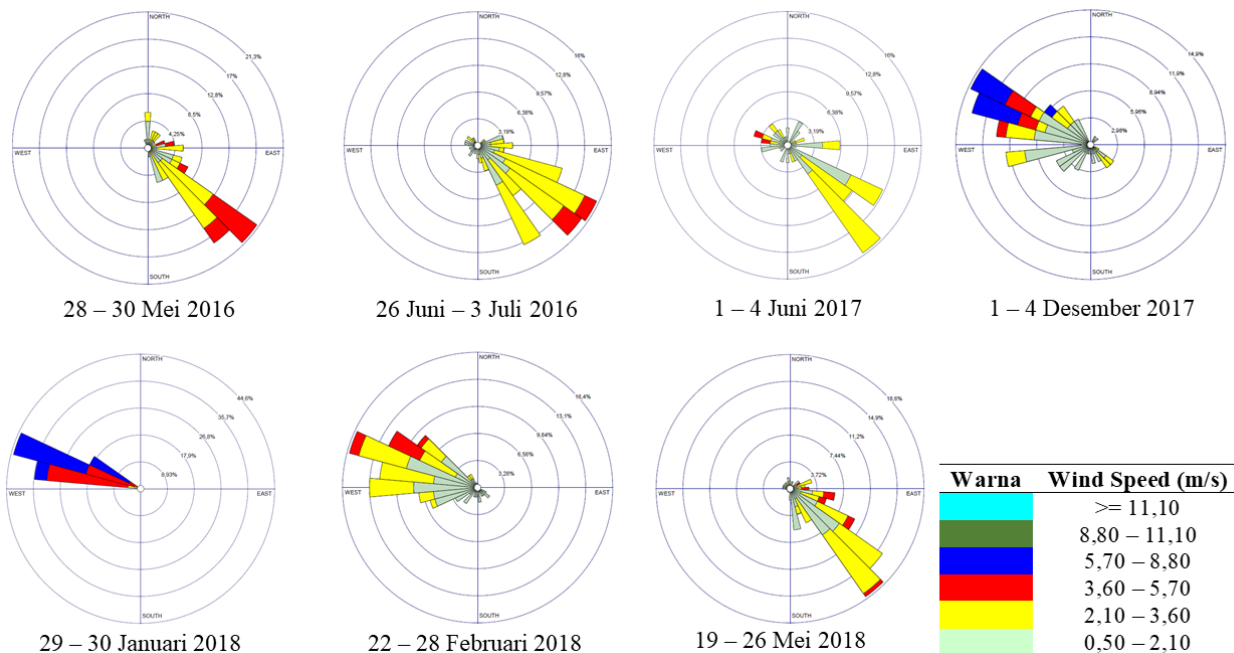
Berdasarkan hasil olah data angin ECMWF dengan menggunakan aplikasi ODV, Excel, dan WRplot, didapatkan hasil berupa *wind rose* sebagai berikut.



Gambar 1. *Wind rose* (dibaca : arah datang dari) pada tanggal kejadian banjir rob periode 2012 - 2015

Pada hasil *wind rose* tahun 2012 – 2015 (Gambar 2), terlihat terdapat enam tanggal kejadian banjir rob dengan tiga tanggal terjadi pada musim barat dan tiga tanggal terjadi pada musim peralihan 1 dan musim timur. Angin kencang yang datang dari arah barat dan barat laut dilihat terjadi pada empat dari enam tanggal kejadian banjir rob tersebut, di mana tiga tanggal kejadian terjadi pada musim barat (Januari hingga Februari) dan satu tanggal pada musim peralihan 1 (Mei). Dari empat tanggal kejadian banjir rob tersebut, pada satu tanggal (21 – 27 Januari 2014) ditemukan kecepatan angin mencapai 9,66 m/s yang didasarkan pada skala *beaufort* termasuk ke dalam kategori *fresh breeze* dan mampu menghasilkan gelombang setinggi 2 – 2,5 m. Untuk tiga tanggal lainnya (13 – 15 Januari 2013, 31 Mei 2013, dan 12 Februari 2015) memiliki kecepatan angin mencapai 5,78 – 7,59 m/s. Berdasarkan skala *beaufort*, kecepatan angin ini termasuk ke dalam kategori *moderate breeze* yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 1 – 1,5 m.

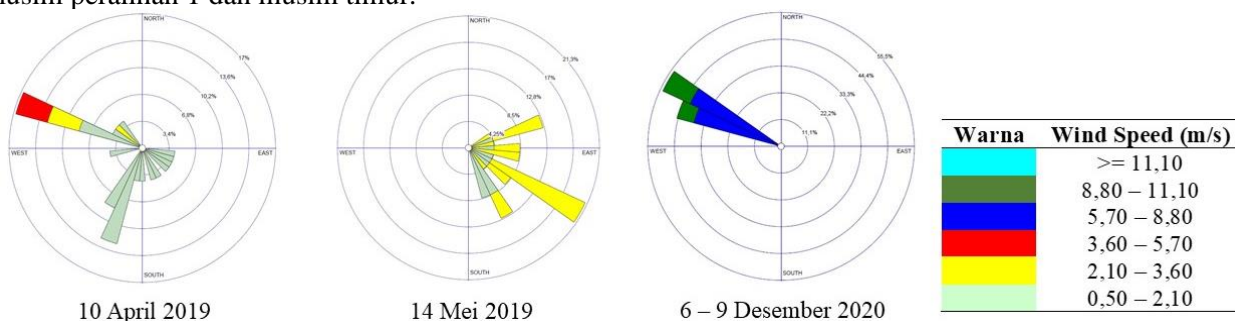
Untuk dua tanggal (23 Maret 2012 dan 16 – 17 Juni 2013), terlihat angin datang dari arah tenggara dengan kecepatan yang lebih pelan dari pada empat tanggal lainnya. Angin berkecepatan 3,4 m/s terlihat pada tanggal 16 – 17 Juni 2013, di mana pada skala *beaufort* dikategorikan sebagai *gentle breeze* yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,6 – 1 m. Pada tanggal 23 Maret 2012, kecepatan angin mencapai 2,5 m/s yang dikategorikan dalam skala *beaufort* sebagai *light breeze* yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,2 – 0,3 m. Periode 2012 - 2015 ini terlihat kecepatan angin jauh lebih kencang di saat tanggal kejadian banjir rob di musim barat dibandingkan di saat musim peralihan 1 dan musim timur.



Gambar 2. Wind rose (dibaca : arah datang dari) pada tanggal kejadian banjir rob periode 2016 – 2018

Terdapat tujuh kejadian banjir rob pada periode 2016 - 2018 dengan tiga tanggal terjadi pada musim barat (Desember – Februari) dan empat tanggal terjadi di musim peralihan 1 dan musim timur. Terlihat pada hasil wind rose (Gambar 3), pada tiga tanggal kejadian di musim barat, terlihat angin datang dari arah barat dan barat laut. Dari tiga tanggal tersebut, pada dua tanggal kejadian banjir rob (1 – 4 Desember 2017 dan 29 – 30 Januari 2018), kecepatan angin mencapai 7,67 – 7,79 m/s. Kecepatan angin ini berada pada kategori moderate breeze dan mampu menghasilkan gelombang setinggi 1 – 1,5 m. Untuk satu kejadian lainnya (22 – 28 Februari 2018) terlihat angin datang dengan kecepatan mencapai 4,52 m/s yang termasuk di kategori gentle breeze yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,6 – 1 m.

Untuk empat tanggal yang terjadi pada musim peralihan 1 dan musim timur (28 – 30 Mei 2016, 26 Juni – 3 Juli 2016, 1 – 4 Juni 2017, dan 19 – 26 Mei 2018), terlihat angin datang dari arah tenggara. Kecepatan angin yang terjadi pada empat tanggal ini mencapai 3,85 – 4,38 m/s yang termasuk di dalam kategori gentle breeze dan mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,6 – 1 m/s. Pada periode 2016 – 2018, terlihat karakteristik angin sama dengan hasil sebelumnya di mana angin memiliki kecepatan lebih kencang di tanggal kejadian banjir rob di musim barat dibandingkan dengan di tanggal kejadian banjir rob yang terjadi waktu musim peralihan 1 dan musim timur.



Gambar 3. Wind rose (dibaca: arah datang dari) pada tanggal kejadian banjir rob periode 2019 – 2020

Untuk hasil wind rose periode 2019 – 2020 (Gambar 4), terdapat tiga tanggal kejadian banjir rob dengan dua tanggal berada pada musim peralihan 1 (April dan Mei) dan satu tanggal berada pada musim barat (Desember). Angin pada tanggal kejadian 6 – 9 Desember 2020 datang dari arah barat laut dengan kecepatan

mencapai 10,31 m/s, yang berada pada kategori *fresh breeze* dan mampu menghasilkan gelombang setinggi 2 – 2,5 m. Untuk tanggal kejadian 10 April 2019, walaupun berada pada musim peralihan 1, terlihat arah angin datang dari barat laut dengan kecepatan mencapai 3,88 m/s yang di dalam skala *beaufort* berada pada kategori *gentle breeze* yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,6 – 1 m. Berbeda untuk tanggal kejadian banjir rob 14 Mei 2019, angin datang dari arah tenggara dengan kecepatan mencapai 3,36 m/s yang dikategorikan ke dalam *light breeze* yang mampu menghasilkan gelombang setinggi 0,2 – 0,3 m.

Dari keseluruhan hasil *wind rose*, dapat diketahui 2 tanggal kejadian banjir rob terjadi angin pada kategori *fresh breeze*, 5 tanggal kejadian rob dengan angin di kategori *moderate breeze*, 7 kejadian banjir rob dengan angin di kategori *gentle breeze*, dan 2 kejadian banjir rob dengan angin di kategori *light breeze*. Pengaruh besar kecepatan angin dapat dilihat pada kejadian rob yang terjadi di musim barat, di mana umumnya terjadi angin kencang dengan kategori *fresh breeze* dan *moderate breeze* yang datang dari arah barat di kejadian banjir rob pada bulan Desember – Februari. Kedua kategori angin ini dapat menghasilkan gelombang tinggi. Berbeda dengan musim peralihan 1 dan musim timur di mana umumnya kecepatan angin lebih pelan dengan kategori *gentle breeze* dan *light breeze* dan datang dari arah timur. Menurut Satriadi (2017), pembangkitan gelombang di perairan Semarang sangat dipengaruhi oleh angin di saat musim barat. Hal ini dikarenakan angin pada musim barat tidak terhalang seperti pada musim timur, di mana arah angin datang dari arah tenggara dan terhalang oleh pulau, mengakibatkan gelombang signifikan pada musim timur tidak sebesar di saat musim barat.

Kondisi Pasang Surut Pada Kejadian Banjir Rob



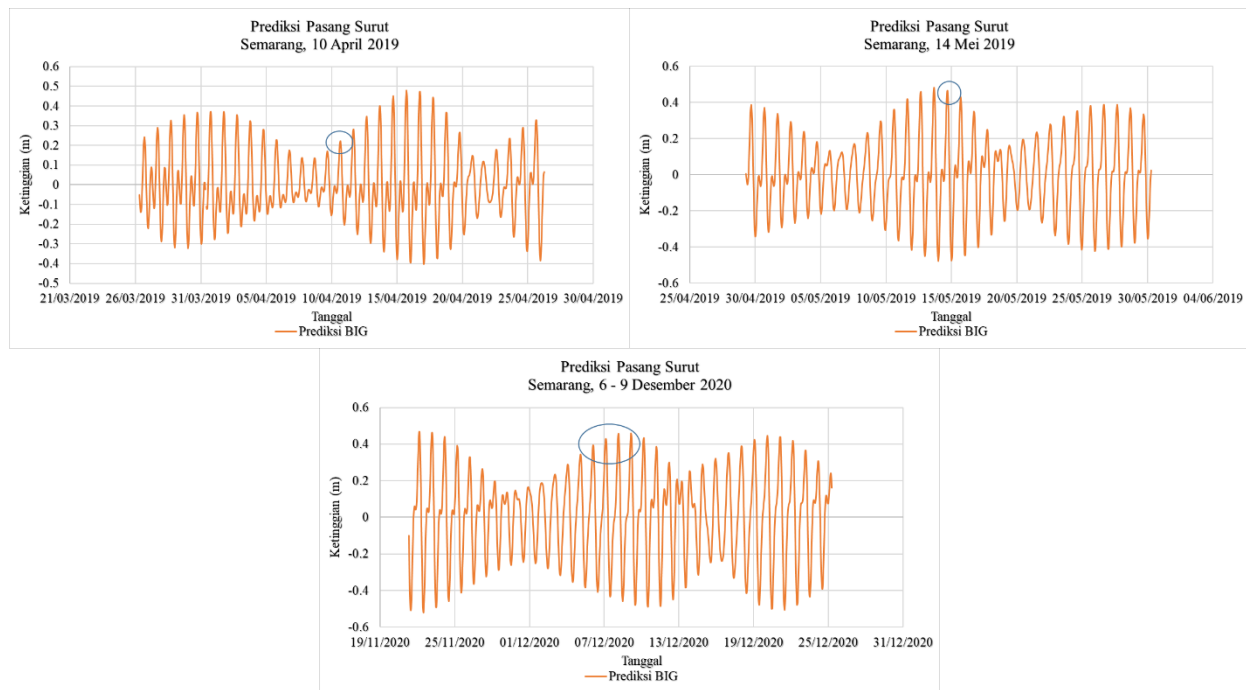
Gambar 4. Pasang surut pada tanggal kejadian banjir rob (lingkaran/oval biru) periode 2012 – 2015

Berdasarkan hasil prediksi pasang surut BIG pada periode 2012 – 2015 (Gambar 5), terlihat dari enam kejadian, pasang purnama terjadi pada dua tanggal kejadian banjir rob yakni 13 – 15 Januari 2013 dan 31 Mei 2013. Untuk tanggal 13 – 15 Januari 2013, kejadian banjir rob terjadi pada saat musim barat. Posisi pasang purnama ini pun membantu angin kencang yang datang dalam terbentuknya banjir rob. Sedangkan pasang perbani terjadi pada empat tanggal kejadian yakni 23 Maret 2012, 16 – 17 Juni 2013, 12 – 27 Januari 2014, dan 12 Februari 2015. Pada tanggal kejadian di mana pasang perbani, banjir rob dapat diduga terjadi diakibatkan pengaruh lain seperti angin, gelombang, atau curah hujan yang tinggi.



Gambar 5. Pasang surut pada tanggal kejadian banjir rob (lingkaran/oval biru) periode 2016 – 2018

Pasang surut pada periode 2016 – 2018 (Gambar 6) menunjukkan terjadinya pasang purnama pada enam tanggal kejadian banjir rob. Empat dari enam kejadian banjir rob tersebut (28 – 30 Mei 2016, 26 Juni – 3 Juli 2016, 1 – 4 Juni 2017, dan 19 – 26 Mei 2018) terjadi di saat musim peralihan 1 dan musim timur. Karena hasil *wind rose* (Gambar 3) menunjukkan angin pada tanggal - tanggal kejadian ini cukup pelan, diduga kejadian banjir rob pada empat tanggal ini diakibatkan oleh pasang purnama. Sedangkan untuk dua tanggal lainnya (22 – 28 Februari 2018 dan 19 – 26 Mei 2018) terlihat pasang purnama terjadi di saat musim barat. Pada kedua kejadian ini, kecepatan angin cukup kencang dan dengan adanya pasang purnama diduga mampu menyebabkan banjir rob yang jauh lebih tinggi. Sedangkan untuk tanggal 1 – 4 Desember 2017, pasang berada pada posisi perbani sehingga kejadian banjir rob yang terjadi tidak di akibatkan oleh pasang laut.



Gambar 6. Pasang surut pada tanggal kejadian banjir rob (lingkaran/oval biru) periode 2019 – 2020

Dari tiga tanggal kejadian banjir rob pada tahun 2019 - 2020, terlihat pada hasil (Gambar 7) dua tanggal kejadian banjir rob (14 Mei 2019 dan 6 – 9 Desember 2020) terjadi dengan kondisi pasang purnama. Pada tanggal 14 Mei 2019, kejadian rob yang terjadi berada pada musim timur, angin yang datang tidak kencang dan datang dari arah tenggara, sehingga banjir rob yang terjadi karena pengaruh pasang purnama. Sedangkan untuk tanggal 6 – 9 Desember 2020 banjir rob terjadi pada musim barat dan angin yang datang sangat kencang dan dengan posisi pasang purnama banjir rob yang terjadi diduga jauh lebih tinggi dari pada musim timur. Untuk tanggal 10 April 2019, posisi pasang berada pada posisi perbani sehingga banjir rob yang terjadi diakibatkan pengaruh di luar dari pasang surut.

Berdasarkan seluruh hasil pasang surut, kejadian banjir rob dapat terjadi pada kondisi pasang purnama maupun pasang perbani. Terlihat terdapat sepuluh tanggal kejadian di mana kejadian banjir rob terjadi di saat pasang purnama atau pasang menuju pasang purnama. Pada enam dari sepuluh tanggal kejadian tersebut (31 Mei 2013, 28 – 30 Mei 2016, 26 Juni – 3 Juli 2016, 1 – 4 Juni 2017, 19 – 26 Mei 2018, dan 14 Mei 2019), pasang purnama terjadi di waktu musim timur. Empat kejadian lainnya (13 – 15 Januari 2013, 29 – 30 Januari 2018, 22 – 28 Februari 2018, dan 6 – 9 Desember 2020) terjadi di saat musim barat. Pada musim barat, angin yang datang cukup kencang. Gabungan dari kedua angin kencang dan pasang purnama diduga mampu memperburuk banjir rob yang terjadi. Menurut Hanifah dan Ningsih (2018), ketinggian banjir rob semakin kuat ketika gelombang ekstrem oleh angin kencang dan pasang purnama bergabung. Untuk enam kejadian lainnya terjadi di saat pasang perbani, diduga kejadian banjir rob diakibatkan oleh pengaruh faktor lain.

Rekapitulasi Tanggal Kejadian**Tabel 2.** Rekapitulasi kejadian banjir rob Kota Semarang periode 2012 – 2020

No.	Tanggal Kejadian	Pasang (m)	Curah Hujan (mm)	Arah Datang Angin	Angin (m/s)
1	23 Maret 2012	0,164	0	Tenggara	2,5
2	13 - 15 Januari 2013	0,425	49 30 45	Barat Laut	7,59
3	31 Mei 2013	0,446	6	Barat Laut	5,78
4	16 - 17 Juni 2013	0,294 0,275	39 43	Tenggara	3,4
5	21 - 27 Januari 2014	0,215 0,199 0,172 0,155 0,17 0,224 0,339	43,3 28,5 120,5 31,2 92,8 0,5 40,7	Barat Laut	9,66
6	12 Februari 2015	0,195 0,356	14,4 1,2	Barat	6
7	28 - 30 Mei 2016	0,385 0,386	0 1,7	Tenggara	4,1
8	26 Juni – 3 Juli 2016	0,354 0,294 0,283	1,5 0 0	Tenggara	3,85
9	1 - 4 Juni 2017	0,415	7 14	Tenggara	4,38
10	1 - 4 Desember 2017	0,293	54,7	Barat Laut	7,67
11	29 - 30 Januari 2018	0,373 0,405	3,8 22,5	Barat	7,79
12	22 - 28 Februari 2018	0,158 0,277 0,424	0,4 0 0	Barat	4,52
13	19 - 26 Mei 2018	0,338 0,467 0,36	3,9 4,7 0	Tenggara	4,13
14	10 April 2019	0,221	0	Barat Laut	3,88
15	14 Mei 2019	0,466	0	Tenggara	3,36
16	6 - 9 Desember 2020	0,427 0,457 0,459	38,8 31,6 26,4	Barat Laut	10,31

Dari Hasil rekapitulasi (Tabel 2), dapat di analisa faktor dari setiap tanggal kejadian banjir rob yang terjadi. Terdapat enam tanggal kejadian rob (31 Mei 2013, 28 – 30 Mei 2016, 26 Juni – 3 Juli 2016, 1 – 4 Juni 2017, 19 – 26 Mei 2018, dan 14 Mei 2019) yang di mana pasang purnama terjadi dengan kondisi angin yang tidak terlalu kencang dan di kategorikan sebagai *gentle breeze*. Untuk tiga tanggal kejadian banjir rob (21 – 27 Januari 2014, 12 Februari 2015, dan 1 – 4 Desember 2017) terjadi ketika posisi pasang perbani dengan terjadinya angin kencang dengan kategori *moderate breeze* dan *fresh breeze*. Empat tanggal kejadian banjir

rob (13 – 15 Januari 2013, 29 – 30 Januari 2018, 22 – 28 Februari 2018, dan 6 – 9 Desember 2020) terjadi ketika pasang purnama dengan angin kencang yang berada di kategori *moderate breeze* dan *fresh breeze*.

Apabila dilihat dari bulan terjadinya, pasang purnama terlihat terjadi pada tanggal – tanggal kejadian banjir rob di bulan Mei hingga Juli, menjadikan pasang purnama faktor dominan banjir rob di Semarang ketika musim peralihan 1 dan musim timur. Sedangkan angin kencang terlihat terjadi pada bulan Desember hingga Februari, menjadikan angin sebagai faktor dominan penyebab terjadi banjir rob di Semarang di saat musim barat. Pada beberapa tanggal kejadian banjir rob, terlihat angin kencang diikuti oleh curah hujan yang tinggi (13 – 15 Januari 2013, 21 – 27 Januari 2014, 1 – 4 Desember 2017, dan 6 – 9 Desember 2020). Menurut Budiman dan Supriadi (2019), kondisi banjir rob dapat diperparah dengan terjadinya curah hujan tinggi, khususnya daerah terdampak yang terletak dekat dengan sungai, di mana curah hujan mampu mengakibatkan sungai – sungai meluap. Dari enam belas tanggal kejadian banjir rob, terdapat tiga tanggal kejadian banjir rob (23 Maret 2012, 16 – 17 Juni 2013, 10 April 2019) yang terjadi ketika tidak ada pasang purnama maupun angin kencang. Diduga banjir rob pada tanggal – tanggal ini diakibatkan oleh pengaruh faktor di luar perhitungan. Seperti pada tanggal 16 – 17 Juni 2013, banjir yang terjadi diakibatkan oleh curah hujan tinggi seperti pada hasil (Tabel 4) dan bukan dari air laut.

KESIMPULAN

Penelitian ini terdapat 16 kejadian banjir rob di Kota Semarang selama periode 2012 – 2020 yang umumnya terjadi pada bulan Desember hingga Februari dan Mei hingga Juli dengan pasang purnama menjadi faktor penyebab yang dominan pada kejadian banjir rob di bulan Mei – Juli (musim peralihan pertama dan musim timur) dan angin kencang yang dapat diikuti pasang purnama ataupun curah hujan tinggi menjadi faktor penyebab yang dominan pada kejadian banjir rob di bulan Desember – Februari (musim barat).

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, A. S., dan I. H. Supriadi. 2019. Potensi Kejadian Rob di Pesisir Probolinggo Serta Perbandingan Kondisinya Antara Musim Barat dan Musim Timur Berdasarkan Data Oseanografi dan Meteorologi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(3) : 667 – 681.
- Chandra, K. R., dan D. Supriharjo. 2013. Mitigasi Bencana Banjir Rob di Jakarta Utara. *Jurnal Teknik POMITS*, 2(1) : 25 - 30.
- Erlani, R., dan W. H. Nugrahandika. 2019. Ketangguhan Kota Semarang dalam menghadapi Bencana Banjir Pasang Air Laut (Rob). *Journal of Regional and Rural Development Planning*. 3(1) : 47 – 63.
- Guillory, A., dan M. Giusti. 2021. ERA5 : How to Calculate Wind Speed and Wind Direction from U and V Components of the Wind?. Diakses pada 10 April 2021, dari <https://confluence.ecmwf.int/pages/viewpage.action?pageId=133262398>
- Hanifah, F., dan N. S. Ningsih. 2018. Identifikasi Tinggi dan Jarak Genangan Daerah Rawan Bencana Rob di Wilayah Pantai Utara Jawa yang Disebabkan Gelombang Badai Pasang dan Variasi Antar Tahunan. *Jurnal Teknik Sipil*, 25 (1) : 81 – 86.
- Ikhsyan, N., C. Muryani, dan P. Rintayati. 2017. Analisis Sebaran, Dampak, dan Adaptasi Masyarakat Terhadap Banjir Rob di Kecamatan Semarang Timur dan Kecamatan Gayamsari Kota Semarang. *Jurnal GeoEco*, 3(2) : 145 – 156.
- Ismanto, A., A. Wirasatriya, M. Helmi, A. Hartoko, dan Prayogi. 2009. Model Sebaran Penurunan Tanah di Wilayah Pesisir Semarang. *Ilmu Kelautan*, 14(4) : 189 – 196.
- Ismunarti, D. A., A. Satriadi, dan A. Rifai. 2014. Pemodelan ARIMA untuk Prakiraan Kenaikan Muka Air Laut dan Dampaknya Terhadap Luas Sebaran Rob Tahun 2020 di Semarang. *Statistika*, 2(2) : 15 – 23.
- Jamalludin, K. I. F., T. M. Alam, dan W. S. Pranowo. 2016. Identifikasi Banjir Rob Periode 2013 – 2015 Di Kawasan Pantai Utara Jakarta. *Jurnal Chart Datum*, 2(2) : 1 – 11.
- Satriadi, A. 2017. Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan Di Perairan Dangkal (Studi Kasus Perairan Semarang). *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1) : 17 – 23.
- Setiyono, H., M. Helmi, I. B. Prasetyawan, M. Yusuf, dan A. Rifai. 2020. Perubahan Morfologi Muara Sungai di Pesisir Kota Semarang dalam Penanggulangan Banjir dan Rob. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(2).

- Widada, S., M. Zainuri, G. Yulianto, A. Satriadi, Y. J. Wijaya, dan M. Helmi. 2020. Mitigation of Floodwaters Inundation Due to Land Subsidence in the Coastal Area of Semarang City. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*, 530(012006).
- Williams, J. J., L. S. Esteves, G. L. Lymbery, A. Plater, A. J. Souza, dan Worsley. 2020. The Coastal Flooding by Extreme Events (CoFEE) Project.
- World Meteorological Organization. 2017. *Manual on Codes Internasional Codes* Volume 1 Part A. WMO, Geneva