

**STUDI KEJADIAN *CROSS EQUATORIAL NORTHLY SURGES (CENS)*
DI PESISIR UTARA JAKARTA**

***EVENT STUDY OF CROSS EQUATORIAL NORTHLY SURGES (CENS)
IN THE NORTH COAST OF JAKARTA***

Tri Hadinata¹, Gentio Harsono², Furqon Alfahmi³

¹Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Prodi Hidrografi

²Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal)

³Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Email: trihadinata2016@gmail.com

ABSTRAK

Banjir rob yang terjadi di Pesisir Utara Jakarta disebabkan faktor astronomis, tetapi banjir rob juga seringkali diperkuat dengan adanya fenomena meteorologis. Curah hujan yang lebat akibat adanya *Cross Equatorial Northly Surges (CENS)* serta angin yang di timbulkan sering menjadi penyebab banjir rob di pesisir di Utara Jakarta. Dengan terjadinya curah hujan yang lebat akibat adanya *Cross Equatorial Northly Surges (CENS)* serta angin yang di timbulkan sering menjadi penyebab banjir rob di Pesisir di Utara Jakarta. Penelitian ini bertujuan mengetahui curah hujan yang terjadi karena adanya *CENS*, mengetahui besarnya energi kinetik angin saat kejadian rob di Pesisir Utara Jakarta. Data yang digunakan meliputi data angin diambil dari <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/>, data curah hujan dari <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index>. Waktu penelitian dimulai Januari 2021 dengan lokasi Pesisir Utara Jakarta. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada umumnya kejadian banjir rob diiringi dengan hujan lebat baik sebelum maupun pada saat banjir rob terjadi. Nilai curah hujan 1,078 mm/jam sampai 7,836 mm/jam dengan Energi Kinetik sekitar 0,635 joule sampai 43,62 Joule.

Kata Kunci : Banjir Rob, *CENS*, Curah Hujan, Teluk Jakarta.

ABSTRACT

Tidal floods that occur in the North Coast of Jakarta are caused by astronomical factors, but tidal floods are also often reinforced by meteorological phenomena. Heavy rainfall due to Cross Equatorial Northly Surges (CENS) and the resulting winds often cause tidal flooding on the coast in North Jakarta. With the occurrence of heavy rainfall due to Cross Equatorial Northly Surges (CENS) and the resulting winds, it is often the cause of tidal flooding on the coast in North Jakarta. This study aims to determine the rainfall that occurs due to the presence of CENS, to determine the amount of wind kinetic energy during the tidal wave on the North Coast of Jakarta. The data used include wind data taken from

https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/, rainfall data from https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index. The time of the study began in January 2021 with the location of the North Coast of Jakarta. The results of this study indicate that in general the occurrence of tidal flooding is accompanied by heavy rain both before and during the tidal flood. Rainfall value is 1.078 mm/hour to 7.836 mm/hour with Kinetic Energy around 0.635 Joule to 43.62 Joule.

Keywords: Rob Flood, CENS, Rainfall, Jakarta Bay.

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir pantai termasuk wilayah yang sangat dinamis serta wilayah yang sering mengalami perubahan fisik akibat terjangan gelombang dan angin sehingga daerah pesisir berpotensi terjadinya bencana alam. Salah satu bencana di daerah pesisir adalah banjir pasang (Rob).

Banjir rob di wilayah pesisir menyebabkan genangan air selama sehari-hari, bahkan berminggu-minggu secara terus menerus dengan tinggi dan lama genangan bervariasi, tergantung pada kondisi topografi. Banjir rob juga sering terjadi dalam hitungan jam ketika terjadi air laut pasang kemudian pada waktu air laut surut maka daerah yang tadinya terkena banjir rob menjadi kering.

Semakin berkembangnya kota Jakarta Utara, semakin pula banyak permasalahan yang di hadapi oleh masyarakat. Permasalahan yang sering timbul yaitu banjir rob yang terjadi diwilayah pesisir pantai Utara Jakarta meluas. Fenomena banjir rob ini tiap tahun magnitudenya semakin meningkat. Pengaruh yang sangat nyata adalah akibat land subsidence yang diakibatkan dari penyedotan air tanah dan pembangunan Gedung-gedung di pesisir Utara Jakarta, selain itu Pengaruh lainnya adalah faktor meteorologi dan sea level rise.

Berdasarkan alasan diatas maka penelitian ini difokuskan pada studi pengaruh *Cross Equatorial Northly Surges* (CENS) dengan banjir rob yang terjadi di Pesisir Utara Jakarta, baik sebagai dampak adanya curah hujan yang besar dari perairan utara Jakarta. Selanjutnya diharapkan karya tulis ini bermanfaat dalam mitigasi bencana banjir rob guna perencanaan antisipasi terjadinya banjir rob di pesisir utara Jakarta.

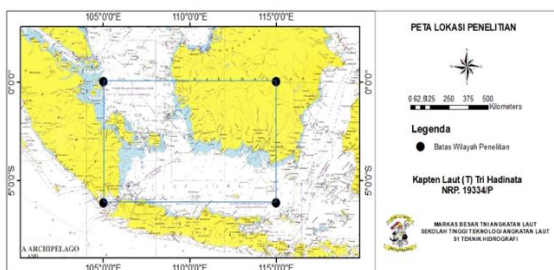
BAHAN DAN METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini Data sekunder yang terdiri dari data dinamika muka air laut di perairan Teluk Jakarta. Data tersebut diperoleh dari data pengamatan pasut dari stasiun BIG yang berada di sekitar perairan Teluk Jakarta. Kemudian data Indeks CENS yang diperoleh dari BMKG. Data kejadian banjir rob yang terdapat di media elektronik tahun 2019, dan 2020 yang diambil pada kejadian-kejadian yang signifikan. Selanjutnya data curah hujan yang di peroleh dari <https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/index.htm>.

Berikut ini rincian data dan sumber data yang diperoleh :

1. Indeks CENS pada waktu kejadian banjir rob yang diperoleh dari data BMKG.

2. Data rata-rata kecepatan angin pada lokasi penelitian yang diperoleh dari download data angin komponen "v" pada *ECMWF*.
 3. Rata-rata energi kinetik Angin yang terjadi disekitar pesisir Utara Jakarta
 4. Informasi kejadian banjir rob yang signifikan pada tahun 2019, dan 2020 dari media elektronik.
 5. Dokumentasi atau foto kejadian banjir rob dikawasan pesisir Utara Jakarta.
- Adapun lokasi penelitian di Laut Jawa 105° E – 115°E dan ekuator 0 - 6.13°S dan di Kawasan Pesisir Teluk Jakarta (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Area Penelitian.
Sumber : Peta Pushidrosal

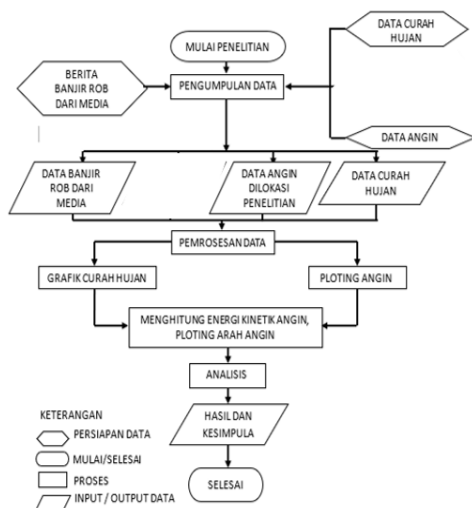
Dalam penelitian ini terdapat beberapa teknik dalam mengumpulkan data yaitu mulai dari kajian literatur, serta penggunaan data sekunder. Pengumpulan data angin *CENS* dan data curah hujan diperoleh dari BMKG. Data rata-rata angin komponen "v" diperoleh dari download data *ECMWF* Semua data diambil pada tahun 2019, dan 2020.

Pada waktu pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa instrument yang dipakai untuk mengumpulkan data dan pengolahan data penelitian yaitu:

1. Perangkat lunak *Excel* digunakan untuk menghitung rata-rata energi kinetik angin pada lokasi penelitian.
2. Perangkat lunak *Panoplay* bertujuan untuk menggambarkan nilai rata angin komponen "v" pada lokasi penelitian mulai dari H-72 jam sampai hari H waktu kejadian rob.
3. Perangkat lunak *OpenGrADS* bertujuan untuk menggambarkan arah angin dan magnitudenya pada lokasi penelitian mulai dari H-72 jam sampai hari H waktu kejadian rob.

Adapun tahap analisis data pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
Pada tahapan ini penulis mengumpulkan data-data yang akan diolah meliputi download data angin dari perangkat lunak *ECMWF*. Mengumpulkan data curah hujan dari *GSMaP* yang diambil saat terjadi banjir rob.
2. Tahapan pengolahan
Pengolahan data ini dilaksanakan pada tahun 2019, dan 2020 dengan pemilihan bulan dan tanggal terjadinya rob yang signifikan dan mengganggu masyarakat. Perhitungan analisis harmonik menggunakan perangkat lunak *T_tide-V1.0* Beta untuk menentukan konstanta harmonik dan menghitung residu antara pasut pengamatan dan pasut prediksi. Pengolahan dan plotting data angin menggunakan perangkat lunak *Panoplay*, *openGrADS*, dan *Excel* untuk menghitung rata-rata energi kinetik angin. Gambar 2 adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian

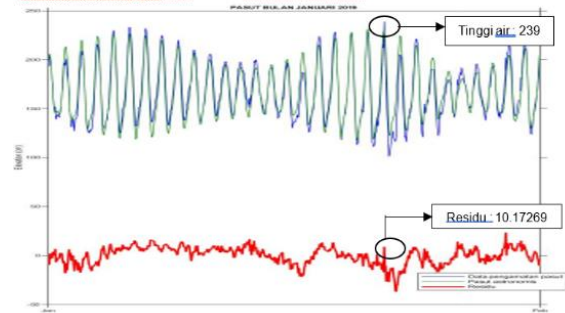


Gambar 2. Diagram Alir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

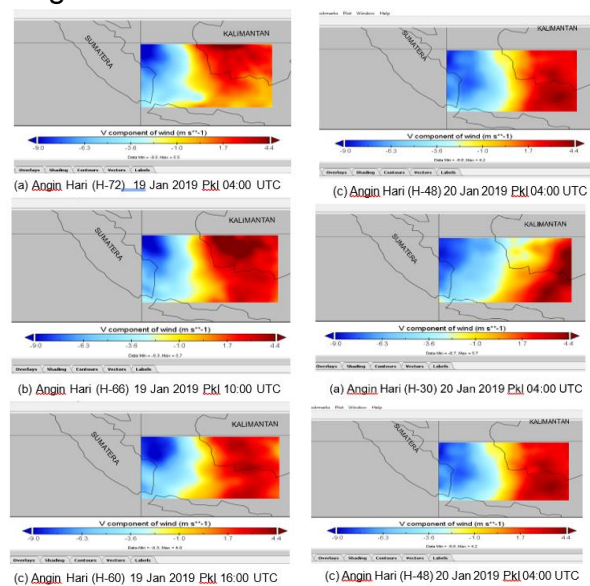
Sahala (1984), Teluk Jakarta merupakan perairan semi tertutup yang masih mendapat pengaruh sifat laut dari Laut Jawa dan menerima limpasan air sungai yang bermuara ke dalam teluk. Proses pendangkalan terjadi cakupan dominan di daerah-daerah muara sungai karena air sungai yang masuk ke dalam teluk membawa sedimen dengan konsentrasi yang tinggi. Kedalaman laut Teluk Jakarta sangat landai, kedalaman 5 m berada pada jarak 1-2 km dari garis pantai, kedalaman 10 m terdapat pada jarak 4-5km dari garis pantai. Berdasarkan Pengembangan Terpadu Pesisir Ibukota Negara (PTPIN) 2014, variasi kedalaman yang tinggi terdapat diperairan sebelah barat Teluk Jakarta sedangkan di pantai timur relatif rata.

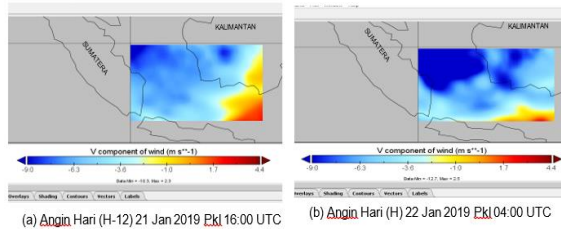
Karakteristik Pasut Pada Bulan Januari 2019



Gambar 3, Pasang Surut Air Laut Bulan Januari 2019.

Gambar 3 terlihat pada 22 Januari 2019 elevasi muka air laut dikawasan Pesisir Utara Jakarta, terjadi pasang 239 cm dan residu antara pasang pengamatan dan prediksi 10,172 cm. Bertepatan 22 Januari 2019 pukul 04:00 waktu UTC+7 jam tepat pukul 11:00 WIB diberitakan dalam media elektronik terjadi banjir rob di kawasan Pesisir Utara Jakarta, lokasi terjadinya banjir rob di daerah Pelabuhan Nizam Zachman, Muara Baru dan Muara Angke Kecamatan Penjaringan Jakarta Utara dengan ketinggian 50 cm sampai dengan 60 cm.



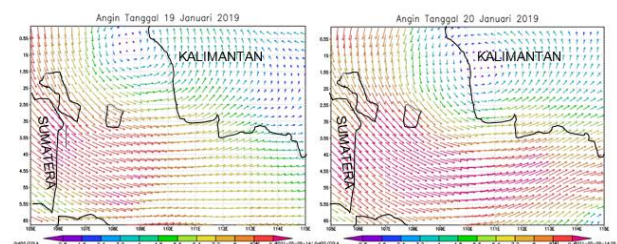


Gambar 4. Ploting Angin Komponen V

Gambar 4 dapat dilihat bahwa pengaruh angin sebelum terjadinya banjir rob di Pesisir Utara Jakarta. Pada H-72 jam atau 3 hari sebelum hari H kejadian banjir rob, terlihat angin yang bertiup dengan kekuatan yang bervariasi mulai dari -3,6 m/s sampai dengan 1,7 m/s. Rata-rata energi kinetik yang terjadi pada 3 hari sebelum hari H yaitu tanggal 19 Januari 2019 cukup rendah antara 0,703 sampai dengan 0,765 joule.

Waktu H-48 jam atau 2 hari sebelum hari H terjadinya banjir rob pada lokasi penelitian terlihat warna dari ploting lokasi penelitian sebagian warna biru dan sebagian lagi warna merah dengan kekuatan angin -3,6 m/s sampai dengan 1,7 m/s arah menuju daratan Pulau Jawa. Kemudian pada H-12 atau 1 hari sebelum kejadian banjir rob, angin komponen “v” dengan ditunjukkan warna biru dan biru muda dengan nilai angin -6,3 m/s kemudian Sebagian kecil berwarna kuning dengan nilai angin -1,0 m/s. Selanjutnya pada hari H kejadian banjir rob 22 Januari 2019 nilai angin yang terjadi dilokasi penelitian dengan ditunjukkan warna biru dan biru muda dengan nilai angin -3,6 m/s sampai -9,0 m/s, arah angin menuju ke arah Pesisir Utara Jakarta dan warna kuning melewati lokasi penelitian mengarah ke Pesisir Pantai.

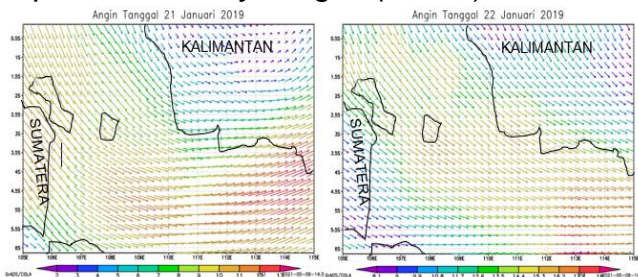
Ploting Gambar 5 terlihat jika pada tanggal 19 Januari 2019 (H-3) sebelum kejadian banjir rob, angin yang bertiup dari Laut Cina Selatan karena perbedaan tekanan mampu melewati ekuator sampai melewati Selat Karimata dan sampai ke Pantai Utara Jakarta kemudian belok ke arah Timur karena angin yang bertiup dari Laut Cina Selatan bertekanan kuat maka sampai melewati ekuator dan sampai Pantai Utara Jakarta. Angin ini yang disebut dengan *CENS*, setelah sampai Pantai Utara Jakarta kemudian belok ke arah Timur dan naik lagi melewati atas Laut Jawa sampai berputar di atas Kalimantan. Angin yang bertiup ini dari utara menuju ke Selatan dengan arah negatif dengan nilai 8,8 m/s sampai 9,8 m/s. Angin yang dominan bertiup dari Utara menuju ke Selatan melewati ekuator. Karena tekanan angin yang dari Laut Cina Selatan lebih kuat maka mampu melewati ekuator dan angin yang dari selatan tekanannya lebih rendah maka angin ini disebut *Cross Equatorial Nocthrly Surges (CENS)*.



Gambar 5. Arah Angin Pada Hari H-3 dan H-2.

Dari ploting data angin yang dilaksanakan maka dapat dilihat pada Gambar 6 arah angin yang terjadi pada tanggal 21 Januari 2019 dan tanggal 22 Januari 2019 terlihat arah angin dominan ke Selatan (nilai negatif). Kemudian pada tanggal 03 Desember 2018 terlihat nilai angin dominan yang terbentuk antara 9 m/s

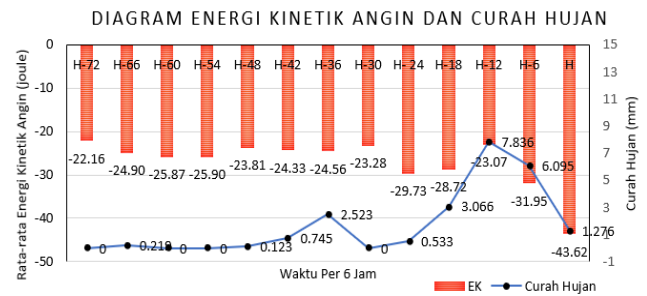
sampai dengan 10 m/s dan pada lokasi tepat di sekitar Selat Karimata angin bertiup kearah Selatan sampai pada Laut Utara Jakarta kemudian belok ke Timur melewati Laut Jawa. Angin ini bertiup dari Laut Cina Selatan dengan kuat kemudian bisa menembus Equator sampai ke Pantai Utara Jakarta. Angin bertiup tidak sekuat hari sebelumnya, nilainya sudah berkurang dengan warna dominan kuning. Selanjutnya pada 22 Januari 2019 yang merupakan hari terjadinya banjir rob tiupan angin terlihat angin dengan arah negatif dari utara ke selatan melalui Selat Karimata, Angin ini masih mendominasi dengan mengarah ke Selatan sampai ke Laut Jawa angin bertiup kearah Timur nilai 15,3 m/s. Tidak hanya melewati Selat Karimata saja tetapi mulai dari atas Pulau Kalimantan sampai ke Barat arah angin semuanya dominan bertiup kearah Selatan. Jadi pada H-3 sampai dengan hari H kejadian banjir rob terjadi *Cross Equatorial Northly Surges (CENS)*.



Gambar 6. Arah Angin Pada Hari H-1 dan H.

Gambar 7 digambarkan energi kinetik dan curah hujan yang terjadi mulai 3 hari sebelum terjadinya banjir rob (H-72 jam) sampai dengan terjadinya banjir rob. Data energi kinetik angin diambil pada ordinat pesisir utara Jakarta pada 106,87°E dan 0 -6.13°S, kemudian curah hujan diambil pada lokasi yang dekat dengan pesisir Utara Jakarta dengan

ordinat -4,13°S sampai dengan -6,13°S dan 105,25°E – 106,87°E.



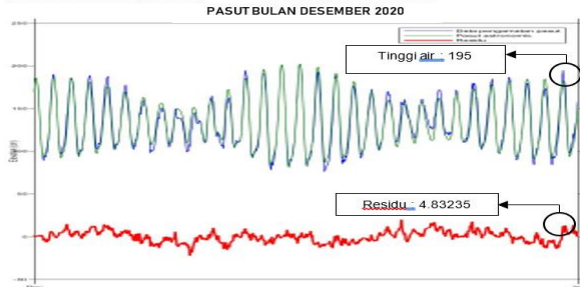
Gambar 7. Diagram Energi Kinetik dan Curah Hujan.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa pada saat H-54 jam sampai H-72 jam atau 3 hari sebelum terjadinya banjir rob terlihat pada diagram energi kinetik yang terbentuk bernilai -25,90 joule sampai -22,16 joule kemudian curah hujan yang terjadi pada saat itu terlihat pada H-72 jam terjadi hujan dengan nilai 0 mm tetapi di H-66 jam nilai curah hujan 0,219 mm/jam. Kemudian pada H-30 jam sampai H-48 jam atau 2 hari sebelum hari H banjir rob terlihat pada diagram energi kinetik antara -23,28 joule sampai dengan -24,56 joule. Curah hujan pada H-36 jam bernilai 2,523 mm/jam (terjadi hujan) kemudian pada H-30 jam terjadi hujan dengan nilai 0 mm/jam (tidak terjadi hujan).

Selanjutnya pada H kejadian banjir rob sampai dengan H-24 jam terlihat bahwa energi kinetik angin bernilai negatif mulai dari -23,07 joule naik sampai ke -43,62 joule pada hari H, curah hujan yang terjadi pada H-24 jam bernilai 0,533 mm/jam kemudian pada H-18 jam terjadi hujan dengan nilai curah hujan 3,066 mm/jam, kemudian H-12 jam terjadi peningkatan curah hujan dengan nilai 7,836 mm/jam. Pada saat hari H banjir rob curah hujan yang terjadi bernilai 1,276 mm/jam. Untuk

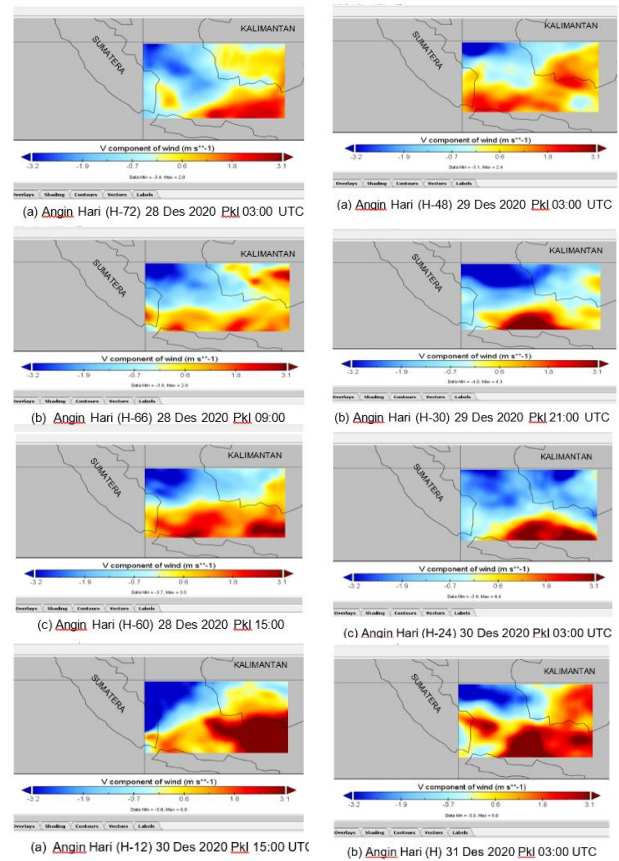
angin komponen “v” yang terjadi bernilai negatif menunjukkan arah angin bertiup, mulai dari H-72 jam sampai hari H kejadian banjir rob pada tanggal 22 Januari 2019. Jika dilihat dari diagram di atas di Wilayah Utara Jakarta angin bertiup dominan kearah Selatan. Utara Jakarta angin bertiup kearah Utara dengan nilai positif (+).

Karakteristik Pasut Pada Bulan Desember 2020



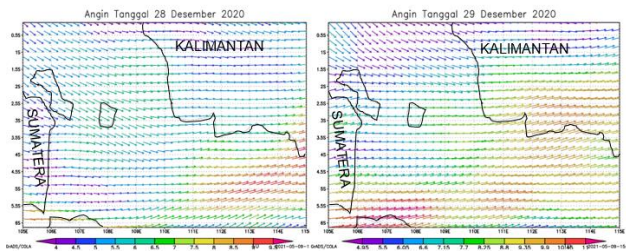
Gambar 8. Pasang Surut Air Laut Bulan Desember 2020.

Gambar 8 terlihat pada 31 Desember 2020 elevasi muka air laut di Kawasan Pesisir Utara Jakarta, terjadi pasang 195 cm dan residu antara pasang pengamatan dan prediksi 4,83235 cm. Pada 31 Desember 2020 pukul 03:00 waktu UTC+7 jam tepat pukul 10:00 WIB diberitakan dalam media elektronik terjadi banjir rob di Kawasan Pesisir Utara Jakarta, lokasi terjadinya banjir rob di daerah Pelabuhan Kaliadem, Muara Angke, Jakarta Utara dengan ketinggian 20 cm sampai dengan 30 cm.



Gambar 9. Ploting Angin Komponen V.

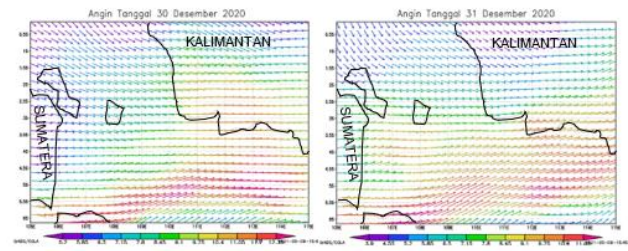
Pada delapan ploting Gambar 9 menunjukkan beberapa perbedaan angin bertiup dan energi kinetik yang berbeda tiap harinya mulai H-72 jam sampai dengan hari H kejadian atau bisa di bilang 3 hari sebelum terjadi banjir rob. Pada H-72 jam terlihat data angin di tunjukan sebagian warna biru muda dan sebagian kecil warna kuning dan kuning tua. Dengan nilai kekuatan angin komponen “v” -1,9 m/s sampai ke 1,8 m/s. Rata-rata energi kinetik yang terjadi pada 3 hari sebelum hari H yaitu 28 Desember 2020 antara 0,319 joule sampai dengan 1,139 joule.



Gambar 10. Arah Angin Pada Hari H-3 dan H-2.

Ploting Gambar 10 terlihat jika pada 28 Desember 2020 (H-3) sebelum kejadian banjir rob, beberapa angin yang bertiup dari Barat Laut melewati ekuator menuju kearah Tenggara, angin yang menuju ke Tenggara lebih dominan mulai dari Selat Karimata sampai Laut Jawa kemudian belok kearah Timur dengan nilai 5 m/s sampai dengan 7 m/s (dengan arah negatif). Dari gambar diatas dapat dilihat pada tanggal 28 Desember 2020 terjadi Cross Equatorial Northly Surges (CENS) yang melintas di atas Selat Karimata sampai Laut Jawa merupakan angin yang dominan. Kemudian ada juga angin yang bertiup dari arah Barat menuju ke Timur sampai ke 110°E berbelok kearah Timur Laut dengan nilai 9 m/s.

Selanjutnya pada 29 Desember 2020 dorongan angin dari Utara menuju ke Selatan melewati ekuator lebih dominan dengan nilai 5,5 m/s sampai dengan 6,6 m/s melintas melewati atas Selat Karimata kemudian belok kearah Timur. Selanjutnya angin yang bertiup dari Barat Sumatera kearah Timur melewati Selat Karimata dengan nilai 5,5 m/s sampai dengan 7,7 m/s. Melihat ploting data yang ditampilkan pada H-2 terjadi *Cross Equatorial Northly Surges (CENS)* pada lokasi penelitian dikarenakan ada angin dari Laut Cina Selatan yang melewati ekuator.

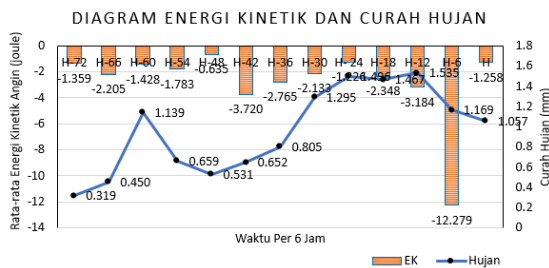


Gambar 11. Arah Angin Pada Hari H-1 dan H.

Selanjutnya pada tanggal 31 Desember 2020 yang merupakan hari terjadinya banjir rob tiupan angin terlihat angin dengan arah negatif dari Utara ke Tenggara kemudian belok kearah Timur (Gamba 11). Angin belok kearah Timur tepat di daerah Selat Karimata dengan nilai antara 5,2 m/s sampai 7,12 m/s dengan arah angin ke Selatan. Angin tadi bertekanan kuat sehingga mampu melewati Equator tetapi setelah sampai atas Selat Karimata belok ke timur. Selanjutnya ada angin yang bertiup dari Barat Sumatera menuju ke Timur melalui atas Laut Jawa dengan nilai 9,1 m/s sampai dengan 11,35 m/s. Tepat di Utara Pulau Jawa angin mendominasi kearah Timur dengan nilai 11,35 m/s, sampai pada 115°E angin masih bertiup kearah Timur. Dengan terjadinya angin yang bertiup dari Laut Cina Selatan yang bertekanan kuat sehingga melewati ekuator sampai ke Selat Karimata maka saat itu terjadi *Cross Equatorial Northly Surges (CENS)*. Angin *CENS* dominan bertiup kearah Selatan, arah angin ini dikategorikan arah negatif. Pada saat terjadi angin *CENS* bertepatan terjadi banjir rob di Pantai Utara Jakarta disertai terjadi hujan.

Gambar 12 digambarkan energi kinetik dan curah hujan yang terjadi mulai 3 hari sebelum terjadinya banjir rob (H-72 jam) sampai dengan terjadinya banjir rob.

Data energi kinetik angin diambil pada ordinat Pesisir Utara Jakarta pada 106,87°E dan 0 -6.13°S. kemudian curah hujan diambil pada lokasi yang dekat dengan pesisir Utara Jakarta dengan ordinat -4,13°S sampai dengan -6,13°S dan 105,25°E – 106,87°E.



Gambar 12. Diagram Energi Kinetik dan Curah Hujan.

Gambar 12 dapat dilihat bahwa pada saat H-54 jam sampai H-72 jam atau 3 hari sebelum terjadinya banjir rob terlihat pada diagram energi kinetik dengan nilai -1,36 joule sampai -2,21 joule dengan nilai arah negatif. Kemudian curah hujan yang terjadi pada saat itu terlihat pada H-72 jam terjadi hujan dengan nilai 0,319 mm/jam tetapi di H-54 jam nilai curah hujan 0,659 mm/jam (terjadi hujan). Jadi jika dilihat dari diagram diatas pada h-3 terjadi hujan dan arah angin negatif. Kemudian pada H-30 jam sampai H-48 jam atau 2 hari sebelum hari H banjir rob terlihat pada diagram energi kinetik berkisar antara -2,13 joule sampai dengan -3,37 joule. Curah hujan pada H-30 jam sampai dengan H-48 jam bernilai 0,531 mm/jam sampai dengan 1,295 mm/jam (terjadi hujan). dari diagram di atas jika H-2 juga terjadi hujan.

Selanjutnya pada H kejadian sampai dengan H-24 jam terlihat bahwa energi kinetik angin bernilai mulai dari -1,26 joule

sampai ke -12,28 joule pada hari H dengan arah negatif, curah hujan yang terjadi pada H-24 jam bernilai 1,496 mm/jam. Pada saat hari H banjir rob curah hujan yang terjadi bernilai 1,057 mm/jam (terjadi hujan). Untuk angin komponen “v” yang arahnya negatif pada hari H kejadian banjir rob pada tanggal 31 Desember 2020. Jika dilihat dari diagram di atas di maka pada saat kejadian banjir rob arah angin ke Selatan, dan pada Hari H kejadian banjir rob kondisi cuaca sedang terjadi hujan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini dapat mengidentifikasi kejadian *Cross Equatorial Northly Sugers (CENS)* dengan bukti adanya anomali tinggi muka air laut yang mengindikasikan terjadinya banjir rob di Pesisir Utara Jakarta, dengan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Secara umum, kejadian banjir rob di Pesisir Utara Jakarta disebabkan sifat-sifat periodik pasang surut dan disertai dengan curah hujan yang lebat pada saat dan sebelum kejadian banjir rob. Namun demikian, kondisi curah hujan terbentuk tidak selalu disebabkan oleh adanya *CENS*. Kemunculan *CENS* mengakibatkan dampak yang lebih besar pada banjir rob yang terjadi.
- b. Energi kinetik angin yang terjadi sekitar 0,635 joule sampai dengan 43,62 joule dengan arah angin ke Selatan. Januari 2019 dan Desember 2020 dapat dikategorikan *CENS* yang kuat.
- c. Kejadian anomali muka air laut pada saat banjir rob dalam kajian ini sekitar 4,832 cm sampai 10,172 cm.

Saran

- a. Dalam rangka menindak lanjutin kesempurnaan penelitian ini maka dapat dilakukan penelitian lebih mendalam dengan memasukan faktor penurunan tanah (*land subsidence*), serta pemanfaatan citra satelit untuk memprediksi cakupan luasan yang terkena banjir rob, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik dan lengkap.
- b. Dengan memperhatikan faktor penyebab banjir rob dari hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh TNI AL dalam rangka melaksanakan menjaga lingkungan laut yang ada di pesisir Utara Jakarta.
- c. Adanya penelitian lanjutan tentang banjir rob di Teluk Jakarta yang membahas secara komperhensip antara faktor oseanografi dan faktor meteorologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzri. (2011). Data Angin Dengan *Wind Waverose* [online]. Terdapat di: <http://adzriair.blogspot.com/2011/03/data-angin-dengan-wind-wave-rose.html>.
- Bakti, F. P., & Muin, M. (2008). Identifikasi Fenomena Banjir Rob Jakarta Utara Dengan Menggunakan Model Hidrodinamika. *Jurnal ADOC.pub*.
- Chang, C. P., Harr, P. A., & Chen, H. J. (2005). Synoptic Disturbances over the Equatorial South China Sea and Western Maritime Continent During Boreal Winter. *Monthly Weather Review*, 133(3), 489-503. doi:10.1175/MWR-2868.1
- Chang W., & Z Li, 2004. *On the Realionship between Westrn Continent Monsoon Rainfall and ENSO during Northern Winter*; vol7, 665-672
- Compo, G. P., Kiladis, G. N., & Webster, P. J. (1999). *The horizontal and vertical structure of east AAsian winter monsoon preassure surges* Quart. *J. Roy. Meteor. Soc*, 125(553), 29-54.
- Dirhamsyah. (2005). *Indonesian Legislative Frame work for Costal and Coral Reef Resources Management: A Critical Review and Recommendation*. *Ocean and Costal Management*, 49(1-2), 68-92. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.09.001>
- Haryono., & Narni, S. (2004). Karakteristik Pasang Surut Laut di Pulau Jawa. *Forum Teknik*, 28(1), 1-5.
- Hildaliyani, U. (2011). *Analisa Daerah Genangan Banjir Rob (Pasang) di Pesisir Utara Jakarta Menggunakan Data Citra Satlit Spot dan Los*, repository.ipb.ac.id. <https://www.liputan6.com/regional/read/3213857/video-sudah-4-hari-banjir-rob-genangi-wilayah-utara-jakarta>. diakses pada 08 Februari 2021
- [https://news.detik.com/berita/d-3797334/banjir-rob-rendam rumah warga blok-empang-muara-angke](https://news.detik.com/berita/d-3797334/banjir-rob-rendam-rumah-warga-blok-empang-muara-angke). diakses pada 08 Februari 2021.
- <https://www.liputan6.com/news/read/3215933/akibat-air-pasang-banjir>. diakses pada 08 Februari 2021.
- [https://www.liputan6.com/news/read/3876988/fenomena-supermoon banjir - rob-setinggi-60-sentimeter-terjang-muara-baru](https://www.liputan6.com/news/read/3876988/fenomena-supermoon-banjir-rob-setinggi-60-sentimeter-terjang-muara-baru). diakses pada 08 Februari 2021.
- <https://www.liputan6.com/news/read/4387727/video-air-Lautpasang-kawasan->

- mutiara-angke-digenangi-banjir. diakses pada 08 Februari 2021.
<https://wartakota.tribunnews.com/2020/10/20/cuaca-ekstrem-membuat-belasan-rt-di-muara-angke-terendam-banjir-rob> diakses pada 08 Februari 2021.
- <https://foto.tempoco.com/read/84638/warga-tetap-beraktivitas-saat-banjir-rob-di-pelabuhan-sunda-kelapa#foto-3>. diakses pada 08 Februari 2021.
- https://mediaindonesia.com/galleries/detail_galleries/16965-banjir-rob-muara-angke. diakses pada 08 Februari 2021.
- Iskhahar, M. (1978). *Aneka meteorologi*. Akademi Meteorologi dan Geofisika., Jakarta.
- Jamalludin, J., Fatoni, K. I., & Alam, T. M. (2016). Identifikasi Banjir Rob Periode 2013 – 2015 di Kawasan Pantai Utara Jakarta. *Jurnal Chart Datum*, 2(2), 105-116.
<https://doi.org/10.37875/chartdatum.v2i2.97>.
- KAY, R. & ALDER, V. (1999). *Costal Planning and Management*, London: E & FN SPON., 375 pp
- Lun, K., & Zhang. (1987). *A Nimerical Study on Orographic Effect on The Cold Surge in Southern China, Climate and Environment and Geophysical Fluid Dynamics* 13-124.
- Nieuwolt, S. (1977). *Tropical Climatology*. John Willey and Sons, Toront.
- Ramage, C. S. (1971). Role of A Tropical Maritime Continent In The Atmospheric Circulation. *Monthly Weather Review*, 96(6), 365-370.
[https://doi.org/10.1175/1520-0493\(1968\)096<0365:ROATMC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0493(1968)096<0365:ROATMC>2.0.CO;2)
- Ramadhan, P., Widada, S., & Subardjo, P. (2015). Dampak Kenaikan Muka Air Laut Terhadap Terhadap Genangan Rob Di Kecamatan Pademangan Jakarta Utara, *Journal Of Oceanography*, 4(1), 159-165.
- Rawi, S. (2012), Kuliah umum tentang teori pasang surut STTAL, Jakarta.
- Rosidin, N. (2007). *Unjuk Kerja Kincir Angin Savonius Dua Tingkat SKEA menggunakan Rotor Savonius dan Windside Untuk Penerangan Jalan Tol*. Bandung: ITB.
- Sahala, H. D. (1984). *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Susmoro. H, et al, (2018). *Kajian Rob, Pasang Surut dan Tinggi Muka Tanah Pesisir DKI Jakarta Guna Mitigasi Banjir Rob di Pesisir Jakarta*, Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL.
- Tarigan, M. S. (2007). Perubahan Garis pantai di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten. *Makara Journal of Sains*, 11(1), 49-55.
- Triatmodjo, B. (1999). *Teknik Pantai*. ISBN 979-8541-05-07, Beta offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2003). *Pelabuhan*, Beta offset, Yogyakarta.
- Wyrkti, K. (1961). *Physycal Oceanography of South East Asian Water*. Naga Report Vol.2. Scripps Institutuion of Oceanography. University of California, California.
- WU, Y., & WANG, W. X. (2011). *Accumulation Subcellular distribution and toxicity of inorganic mercury and methylmercury in marine phytoplankton*. *Environmental Pollution*.

Yulianto, F., & Marfai, M. A. (2015). Model Spasial Dampak Penurunan Muka Tanah dan Genangan Pasang Air Laut (Rob) di Wilayah Pesisir Utara Jakarta. *Jurnal ilmiah Geomatika*, 17(1).

Zhang, Y., Sperber, K. R., & Boyle, J. S. (1996). *Climatology of Eats Asian Winter Monsoon and Cold Surges, Result from the 1979-1995 NCEP/NCAR Reanalysis*, PCMDI Report.