

Identifikasi Karakteristik *Mesoscale Convective Complex* (MCC) di Wilayah Papua dan Sekitarnya

Rino Wijatmiko Saragih^{1,2}✉, Jasruddin Daud Malago¹, dan Subaer¹

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam - Universitas Negeri Makassar, Makassar, 90222, Indonesia

²Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika - Stasiun Meteorologi Kelas II Maritim Belawan, Medan, 20414, Indonesia

Info Artikel

ABSTRAK

Sejarah Artikel:

Diterima:
25 September 2022

Disetujui:
28 Desember 2022

Dipublikasikan:
29 Desember 2022

Keywords:
MCC, Satellite,
Convective Cloud

Wilayah Papua merupakan wilayah yang topografinya didominasi dengan gunung dan bukit serta dikelilingi oleh lautan. Oleh karena itu, penguapan yang dihasilkan cukup besar. Penguapan memiliki pengaruh terhadap kondisi cuaca, terutama dalam pembentukan awan-awan konvektif. Sebuah aktifitas konvektif yang tinggi dan besar menyebabkan terbentuknya sebuah sistem konvektif skala meso. Sistem konvektif skala meso atau *Mesoscale Convective System* (MCS) terdiri dari banyak jenis, salah satunya *Mesoscale Convective Complex* (MCC). Penelitian ini menggunakan metode *applied research* dengan menerapkan algoritma untuk mengetahui karakteristik MCC. Data yang digunakan yaitu data citra satelit Himawari-8 kanal inframerah setiap jam selama tahun 2016 kemudian diolah dengan algoritma yang telah dibangun dan berdasarkan karakteristik MCC yang ada di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kejadian MCC dan perbedaan MCC yang terjadi di darat dan laut selama tahun 2016 serta penelitian ini dapat sebagai sumber rujukan dan referensi untuk mengetahui kapan kemunculan MCC di wilayah Papua dan sekitarnya sebagai acuan dalam membuat prakiraan cuaca dan peringatan dini.

ABSTRACT

Papua is a region dominated topography with mountains and hills and is surrounded by oceans. Therefore it produces considerable evaporation. Evaporation has an influence on weather conditions, especially in the formation of convective clouds. A high convective activity causes the formation of a meso-scale convective system. Mesoscale Convective System (MCS) consists of many kinds, including Mesoscale Convective Complex (MCC). In this paper using the method of applying research (applied research) with the application of algorithms to determine the characteristics of MCC. The data used is Himawari-8 infrared channel image data every hour during 2016 and then processed with an algorithm that has been built and based on the characteristics of MCC in Indonesia. This study aims to determine the characteristics of MCC events and differences in MCC that occurred on land and sea during 2016 and this research can be a source of reference and reference to find out when MCC appears in the Papua region and its surroundings as a reference in making weather forecasts and early warnings.

✉ Alamat korespondensi:
Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mataram
E-mail: rinosaragih14@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia diketahui sebagai negara maritim yang sebagian besar wilayahnya merupakan lautan sehingga mengakibatkan aktivitas penguapan di wilayah ini menjadi sangat tinggi. Ketersediaan uap air yang lembab menjadi bahan utama pembentukan awan-awan konvektif yang terbentuk dari proses konveksi. Kenaikan massa udara sehingga atmosfer menjadi labil mengakibatkan tumbuhnya awan-awan konvektif diantaranya yang paling berbahaya adalah Cumulonimbus. Awan *Cumulonimbus* tersebut dapat berkembang dan menyebabkan pertumbuhan awan yang cukup signifikan. Salah satu perkembangan dari pertumbuhan awan ini akan menyebabkan munculnya *Mesoscale Convective System* (MCS). MCS secara umum didefinisikan sebagai sistem konveksi badai yang kompleks yang berkembang menjadi skala yang lebih besar dibandingkan dengan badai sel tunggal dan secara normal bertahan dalam selang waktu beberapa jam atau lebih (Orlanski, 1975).

Salah satu jenis MCS yang terbesar yakni *Mesoscale Convective Complex* (MCC) dengan karakteristik berdasarkan penelitian pertama sekali oleh Maddox (Maddox, 1980) memiliki $\leq -32^{\circ}$ C sebagai selimut awan yang mewakili area stratus dengan luasan ≥ 100.000 km², dan inti awan digunakan $\leq -52^{\circ}$ C sebagai area konvektif dengan luasan ≥ 50.000 km². Dalam penelitian ini batas suhu -52° C diganti -56° C mengikuti penelitian dari Miller dan Fritsch (Miller, D., dan Fritsch, 1991a), karena wilayah yang diteliti termasuk dalam area Samudra Pasifik Barat (*Western Pacific Region*). Menurut Houze (Houze Jr, 2004) MCS adalah suatu sistem awan yang terjadi dengan perpaduan antara badai guntur dan area presipitasi 100 km atau lebih pada skala horizontal, kurang lebih pada satu arah. Pemahaman mengenai struktur dan bentuk dari MCS diperlukan untuk prakirawan dalam menganalisis fenomena ini. Pada wilayah Indonesia, terdapat daerah-daerah kemunculan MCC yang sering terjadi atau menjadi daerah dominan yaitu di Samudra Hindia barat Pulau Sumatra, area Pulau Papua, Samudra Pasifik Utara Papua, Area Pulau Kalimantan dan Samudra Hindia Utara Australia (Ismanto, 2011).

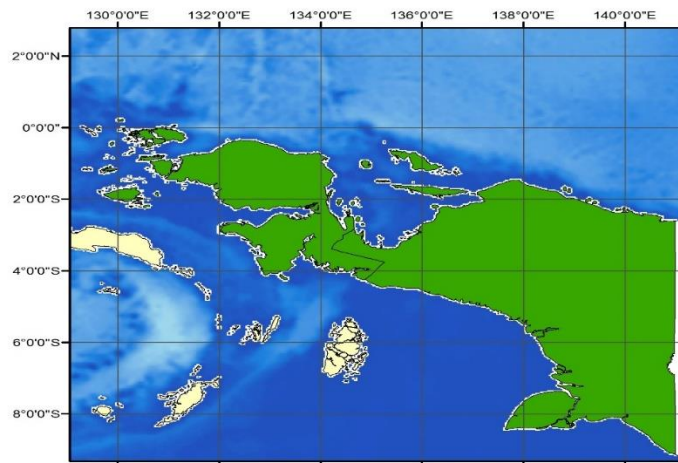
Penelitian Blamey dan Reason (Blamey & Reason, 2012) menyebutkan bahwa dampak dari MCC ini cukup berbahaya, antara lain hujan deras, angin kencang, hujan es, tornado dan juga dapat mengakibatkan banjir apabila terjadi dengan durasi yang cukup lama. Penelitian yang dilakukan oleh Trismidianto dkk. menunjukkan bahwa periode MCC pada Periode *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) membuat kemunculan MCC juga sering terjadi khususnya pada bulan Desember, Januari dan Februari (Trismidianto & Satyawardhana, 2018). Keberadaan MCC memiliki kontribusi positif dalam menghasilkan curah hujan baik selama periode MJO distribusi kemunculannya MCC dominan terjadi di wilayah Indonesia bagian Timur meliputi Maluku, Papua Barat, dan perairan Utara Papua (Muhlis & Mulsandi, 2017). Putri dkk telah melakukan penelitian terkait karakteristik dan hasil analisisnya menunjukkan bahwa MCS juga sering terjadi di Indonesia (Putri dkk., 2018). Penelitian Feng memperlihatkan bahwa MCS juga memiliki peran penting dalam sistem iklim yang menyebabkan limpahan curah hujan dan mendistribusikan kembali energi di atmosfer sehingga membentuk sirkulasi global dalam sistem iklim (Feng dkk., 2018). Beberapa fenomena MCC telah banyak dilakukan penelitian di beberapa wilayah Indonesia seperti di Wilayah Tual (Saragih, 2019), penelitian kejadian MCC pada wilayah Bangka Belitung (Saragih dkk., 2019), penelitian MCC di Selat Karimata (Diniyati & Haryanto, 2021) dan penelitian Septiadi (Septiadi & Septiadi, 2019) MCC di kawasan maritim di Indonesia. Sebagian besar penelitian memperlihatkan dampak dari MCC cukup berbahaya yaitu peningkatan curah hujan pada wilayah yang dilaluinya. Penelitian yang dilakukan oleh Ismanto (Ismanto, 2011) untuk wilayah Indonesia dan juga menurut Blamey dan Reason (Blamey & Reason, 2012) untuk wilayah Afrika Selatan serta menurut penelitian Yang (Yang dkk., 2015) menunjukkan rentang hidup rata-rata MCC di wilayah China yaitu memiliki durasi hidup sekitar 11 jam. Wilayah Indonesia banyak ditemui adanya sistem ini dikarenakan kondisi perairan

yang hangat akibat siklus radiasi musiman (sesuai dengan posisi matahari), salah satunya adalah MCC yang terbentuk di wilayah Papua dalam tahun 2016.

Wilayah Papua dan laut sekitarnya diambil sebagai lokasi penelitian untuk mengetahui bagaimana perbedaan MCC di darat dan laut sehingga dapat diketahui karakteristik untuk memprediksi munculnya MCC. Pemilihan lokasi MCC dikarenakan pada daerah wilayah Papua masih sangat sedikit pembahasan mengenai MCC khususnya untuk mengetahui kapan fase tumbuh, fase matang, dan fase meluruh dari MCC di wilayah Papua, sehingga dapat bermanfaat sebagai bahan pembuatan peringatan dini dan prakiraan, untuk mengurangi dampak yang akan ditimbulkan dari bencana tersebut.

METODE

Lokasi penelitian yang dikaji adalah wilayah Papua dan sekitarnya meliputi wilayah laut Banda, sebagian wilayah Maluku dan wilayah laut bagian utara Papua dengan letak koordinat 3° LU-10° LS serta 127° BT-143° BT seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Himawari-8 yang bersumber dari <http://www.data.jma.go.id> dalam format (.pgm) dan format (.dat). Pengolahan data mengikuti pola olahan data pada penelitian yang ada sebelumnya (Carvalho & Jones, 2002; Ismanto, 2011; Maddox, 1980; Miller, D., dan Fritsch, 1991b).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk dapat menyeleksi citra satelit Himawari-8 kanal IR-1 yang sesuai dengan kriteria MCC (Ismanto, 2011). Prosedur penyeleksian ini menggunakan aplikasi image processing adalah data satelit yang telah di unduh dari kochi (.pgm) merupakan data gambar *graymap* dengan skala warna 0-255 (hitam-putih). Data ini di konversi menjadi data suhu dalam Kelvin dan disimpan dalam format (.dat) agar data dapat diproses oleh aplikasi image processing. Data citra satelit IR-1 yang mempunyai nilai suhu puncak awan dalam Kelvin dipilih yang mempunyai nilai lebih kecil dari 241 °K sebagai selimut awan (SA) dan 217 °K sebagai inti awan dingin (IA). Tiap grid yang memenuhi nilai tersebut diganti dengan “1” dan yang tidak memenuhi diganti dengan angka “0” (merubah data satelit menjadi data biner). Mencari luasan area yang memenuhi syarat suhu (piksel yang memiliki nilai “1”) dengan menghitung jumlah piksel yang saling terhubung dengan 4 koneksi grid disekitarnya. Seleksi selanjutnya hanya dipilih area yang memiliki luasan SA $\geq 100.000 \text{ km}^2$ Sekitar 3305 piksel, IA $\geq 50.000 \text{ km}^2$ sekitar 1652 piksel. Seleksi

selanjutnya adalah dengan mencari titik pusat dari area yang terpilih. Untuk menentukan titik pusat dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2).

$$X_0 = \frac{\sum_1^N X_i}{N} \tag{1}$$

$$Y_0 = \frac{\sum_1^N Y_i}{N} \tag{2}$$

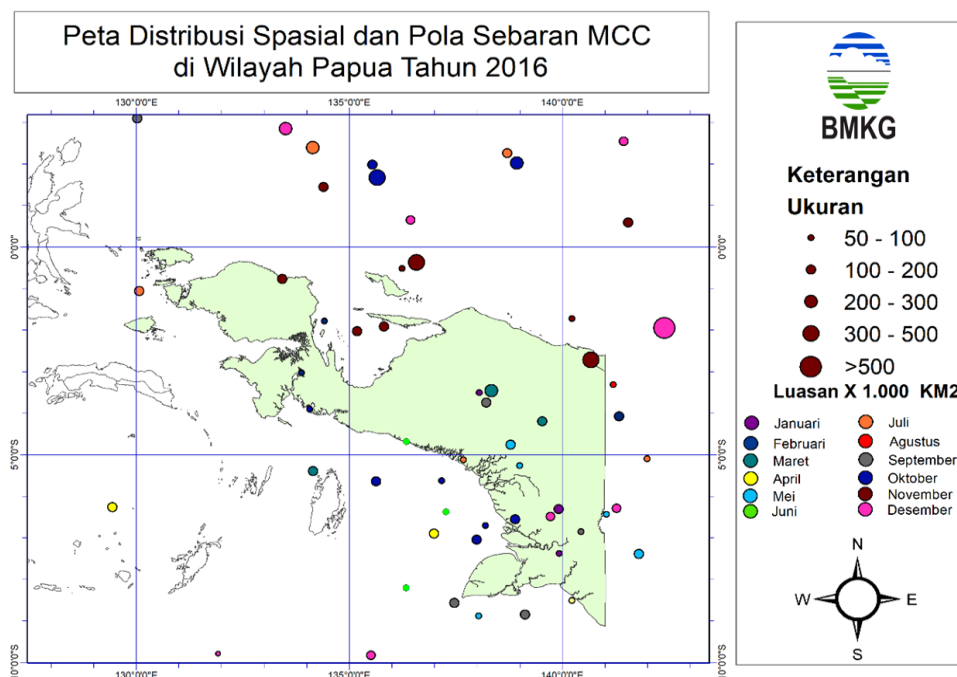
dengan X_i adalah piksel ke-i pada sumbu X, dan Y_i adalah piksel ke-i pada sumbu Y. X_0 dan Y_0 adalah pusat (center) serta N adalah luasan area (total piksel) (Ismanto, 2011).

Data identifikasi kriteria MCC yang dilakukan oleh Maddox (Maddox, 1980) nilai eksentritas $\geq 0,7$. Eksentritas merupakan salah satu cara untuk menentukan bentuk kelonjong dari suatu gambar sistem awan. Eksentritas ini memiliki nilai antara 0 hingga 1. Setelah diketahui letak geografis dari MCC maka dilakukan plotting distribusi spasial dan propagasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Spasial dan Pola Sebaran Hasil Identifikasi MCC

Hasil identifikasi dari MCC dengan menggunakan hasil olahan MATLAB dan juga Plotting menggunakan ARCGIS didapat distribusi spasial MCC pada Gambar 1 yang merupakan sebaran MCC di wilayah Papua selama tahun 2016. Distribusi dari posisi MCC dimana lokasi lingkaran menunjukkan lokasi saat kejadian luasan maksimum tercapai dari suatu MCC sedangkan luasan dari lingkaran menunjukkan seberapa besar luasan dari kejadian MCC tersebut.



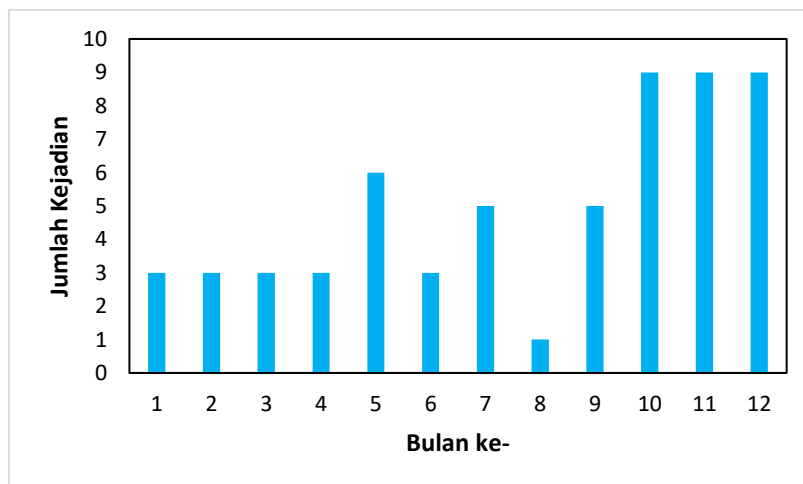
Gambar 2. Distribusi spasial dan pola sebaran MCC, lingkaran menunjukkan luas dan warna menunjukkan pembagian bulan

Plotting hasil sebaran pada Gambar 2 dibagi dalam setiap bulan, dimulai dari Januari hingga Desember dengan warna yang berbeda. Hasil yang diplot pada Gambar 2 adalah MCC yang

memenuhi kriteria MCC dan memiliki durasi minimal 6 jam yang merupakan hasil dari pengolahan data selama tahun 2016. Hasil dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa sebaran MCC terjadi di darat maupun dilaut. Frekuensi kejadian MCC selama tahun 2016 di wilayah Papua ada sebanyak 59 kejadian. Frekuensi munculnya MCC yang paling besar terdapat di wilayah perairan dengan jumlah MCC sebanyak 37 kejadian, sedangkan frekuensi kejadian didarat sebanyak 22 kejadian. Wilayah lautan yang sering terjadinya MCC adalah wilayah lautan sebelah utara Papua, yang banyak terjadi pada bulan Oktober, November dan Desember. Lalu dilanjutkan dengan kejadian MCC di wilayah perairan laut Arafura yang juga dominan terjadinya MCC. Pada Gambar 2 terlihat bahwa kemunculan MCC hampir terjadi pada semua bulan selama 1 tahun di wilayah Papua, baik di wilayah daratan maupun di wilayah lautan. Kejadian MCC yang memiliki luasan yang besar banyak terjadi di wilayah lautan, khususnya di wilayah lautan sebelah utara Papua. Luasan MCC yang besar hingga lebih dari 300.000 km² terjadi di wilayah lautan sebelah utara Papua jika dibandingkan dengan daerah selatan lautan Papua yaitu laut Arafura. Untuk wilayah daratan luasan MCC lebih kecil dibanding wilayah lautan yaitu antara 50.000-300.000 km².

Distribusi Bulanan MCC

Distribusi Bulanan MCC pada bagian ini akan ditampilkan berupa grafik yang bersumber dari hasil Gambar 2 sehingga dapat dilakukan analisis distribusi dari MCC di wilayah Papua dan sekitarnya.

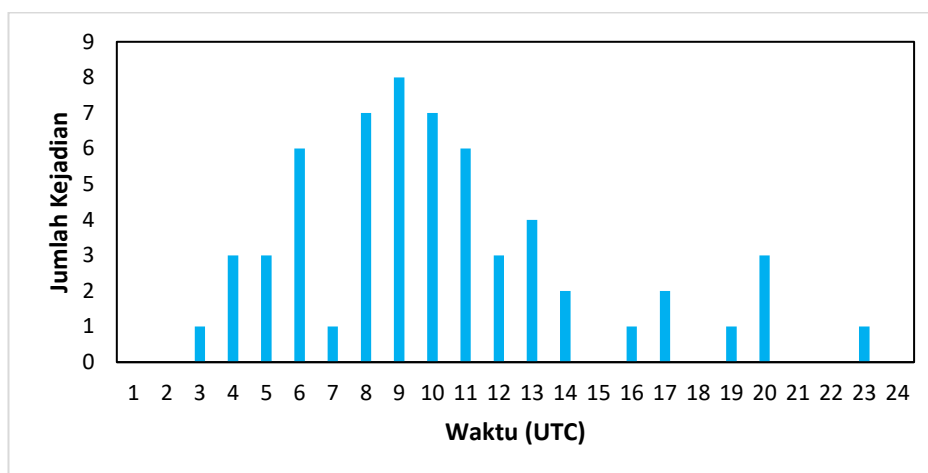


Gambar 3. Distribusi MCC setiap bulan selama tahun 2016

Hasil Gambar 2 diketahui bahwa distribusi kemunculan MCC yang terjadi di lautan memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah kemunculan didaratan. Berdasarkan Gambar 3 dapat dihasilkan berapa jumlah kemunculan MCC setiap bulan selama tahun 2016. Terlihat bahwa jumlah kemunculan MCC terbanyak pada bulan Oktober, November dan Desember. Kemunculan MCC yang paling sedikit terjadi pada bulan Agustus hanya sebanyak 1 kejadian MCC, dan pada bulan Januari, Februari, Maret, April dan Juni jumlah kejadian MCC yang terjadi adalah sebanyak tiga kejadian MCC. Pada bulan Mei sebanyak enam kejadian dan Juli sebanyak lima kejadian MCC. Kejadian MCC yang dipilih adalah MCC yang sesuai dengan karakteristik penemuan Maddox (Maddox, 1980).

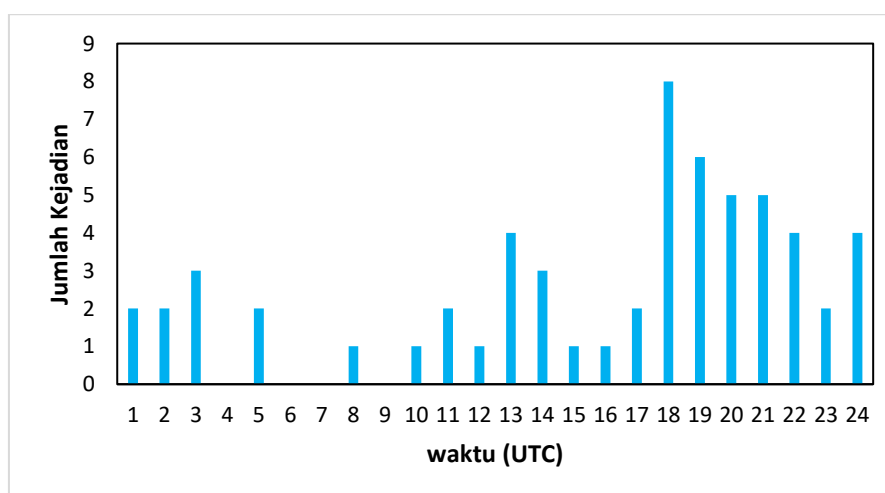
Pola Waktu Kejadian MCC

Pola waktu kejadian pada bagian ini adalah karakteristik diurnal. Karakteristik diurnal ini digunakan untuk mengetahui bagaimana pola kejadian MCC pada setiap waktu yaitu saat fase awal terbentuknya, fase maksimum (luasan MCC mencapai keadaan maksimum), dan fase punah (MCC tidak memenuhi kriteria).



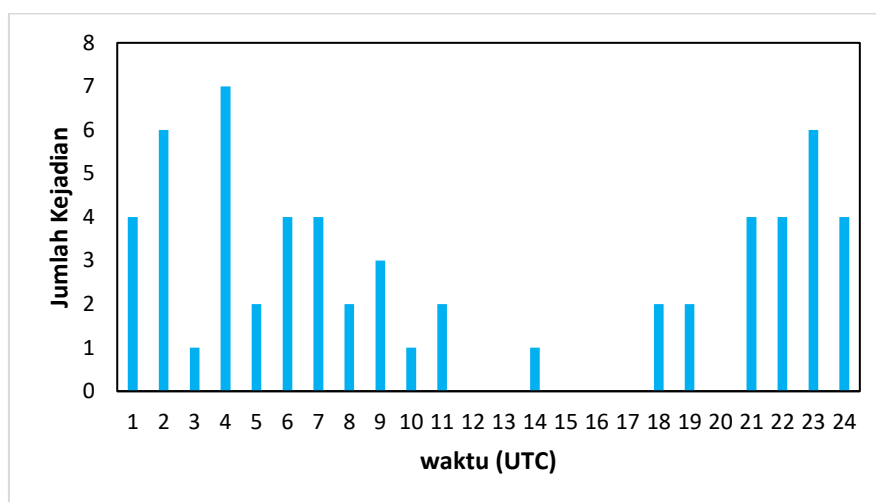
Gambar 4. Grafik waktu awal kejadian dari MCC

Pada Gambar 4 dapat diperoleh hasil bahwa fase awal MCC. Wilayah Papua dan sekitarnya mulai memasuki fase awal paling sering pada pukul 8-11 UTC atau pukul 17.00 WIT – 20.00 WIT. Kejadian fase awal terbentuknya MCC yaitu pada saat MCC belum memenuhi kriteria atau MCC masih pada awal fase terbentuknya awan tersebut. Fase awal tersebut terjadi pada dominan pada pukul 9 UTC atau pada pukul 18.00 WIT waktu Papua, terlihat bahwa sebanyak delapan kejadian terjadi pada pukul 9 UTC dan diikuti pukul 8 – 10 UTC atau pukul 17.00 WIT – 19.00 WIT sebanyak tujuh kejadian. Tetapi fase awal terjadinya MCC juga terjadi pada jam 20 UTC atau 05.00 WIT sebanyak tiga kejadian.



Gambar 5. Grafik waktu maksimum (puncak) kejadian dari MCC

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa grafik dari puncak kejadian MCC. Puncak kejadian MCC pada grafik ini yaitu pada saat MCC pada luasan maksimum terjadi. MCC di wilayah Papua terlihat terjadi pada fase maksimum memasuki pukul 18-22 UTC atau pukul 03.00 WIT-07.00 WIT. Pada pukul 18 UTC atau pukul 03.00 WIT terlihat bahwa fase puncak MCC terjadi sebanyak delapan kejadian, dan pada pukul 19 UTC atau pukul 04.00 WIT sebanyak enam kejadian, dan pada pukul 20-21 UTC sebanyak lima kejadian, lalu grafik menurun pada jam berikutnya. Dan paling sedikit terjadi pada pukul 4-9 UTC atau pukul 13.00 WIT-18.00 WIT.



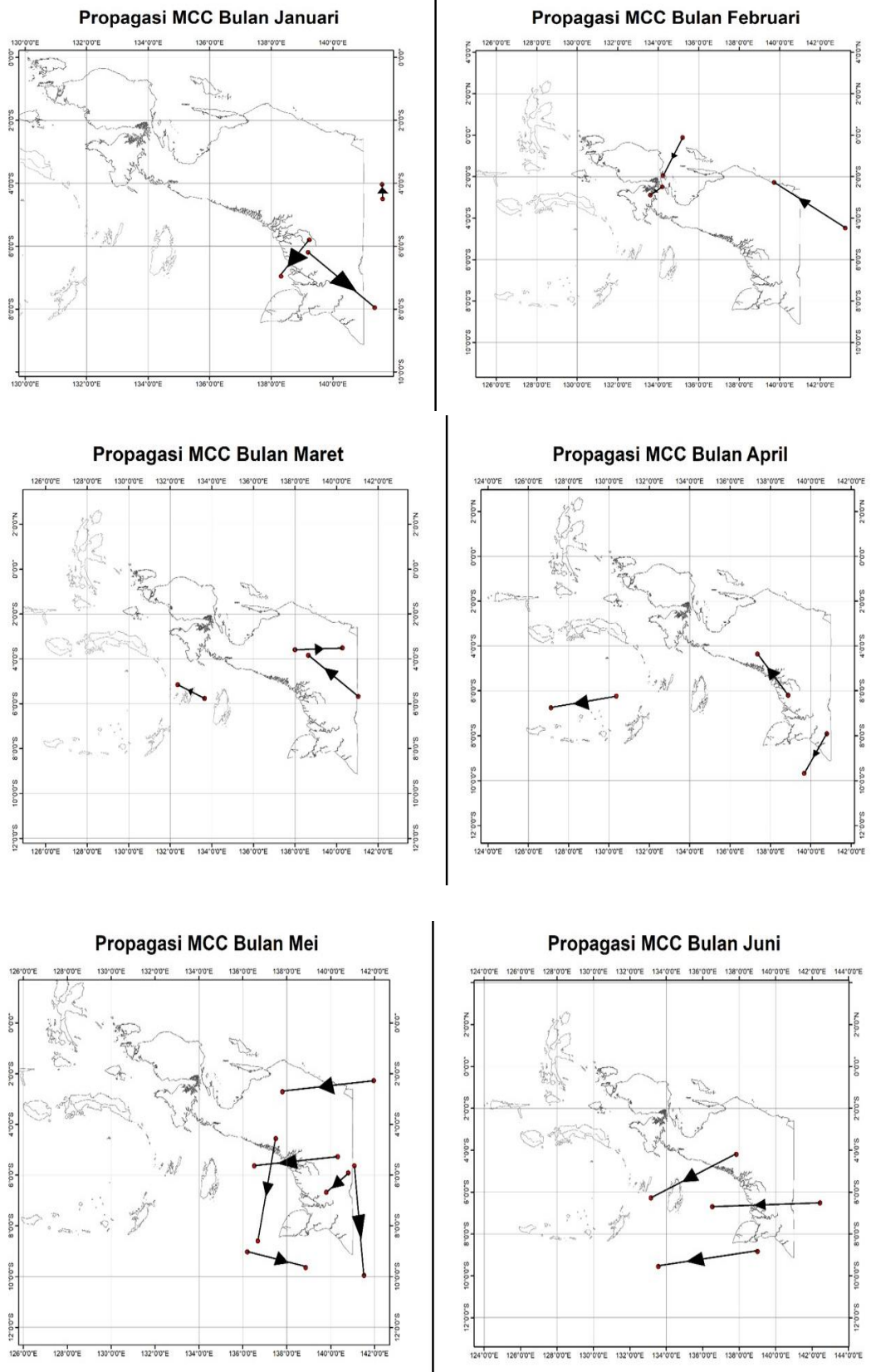
Gambar 6. Grafik waktu akhir kejadian MCC

Pembuatan Gambar 6 didasarkan pada saat luasan dari MCC tersebut sudah tidak memenuhi kriteria luasan MCC dan keadaan awan yang luasannya sangat kecil. Berdasarkan waktu akhir MCC terlihat bahwa kejadian MCC ini berakhir paling dominan pada pukul 2-7 UTC atau pukul 11.00 WIT – 16.00 WIT. Grafik waktu akhir kejadian MCC pada pukul 4 UTC atau pukul 13.00 WIT sangat dominan ditandai dengan sebanyak tujuh kejadian MCC penuh pada jam tersebut. Pada pukul 23 UTC atau pukul 08.00 WIT terlihat juga bahwa sebanyak 6 kejadian MCC masa akhir. Lalu rata-rata pola kejadian akhir MCC terjadi pada jam lainnya dengan rata-rata sebanyak empat kejadian pada pukul 1 UTC, 6 UTC dan 7 UTC serta pukul 21-22 UTC. Masa akhir MCC sangat jarang ditemui pada jam 12-17 UTC atau pukul 21.00 WIT – 02.00 WIT.

Propagasi MCC Setiap Bulan

Propagasi MCC Pada Bulan Januari – Juni 2016

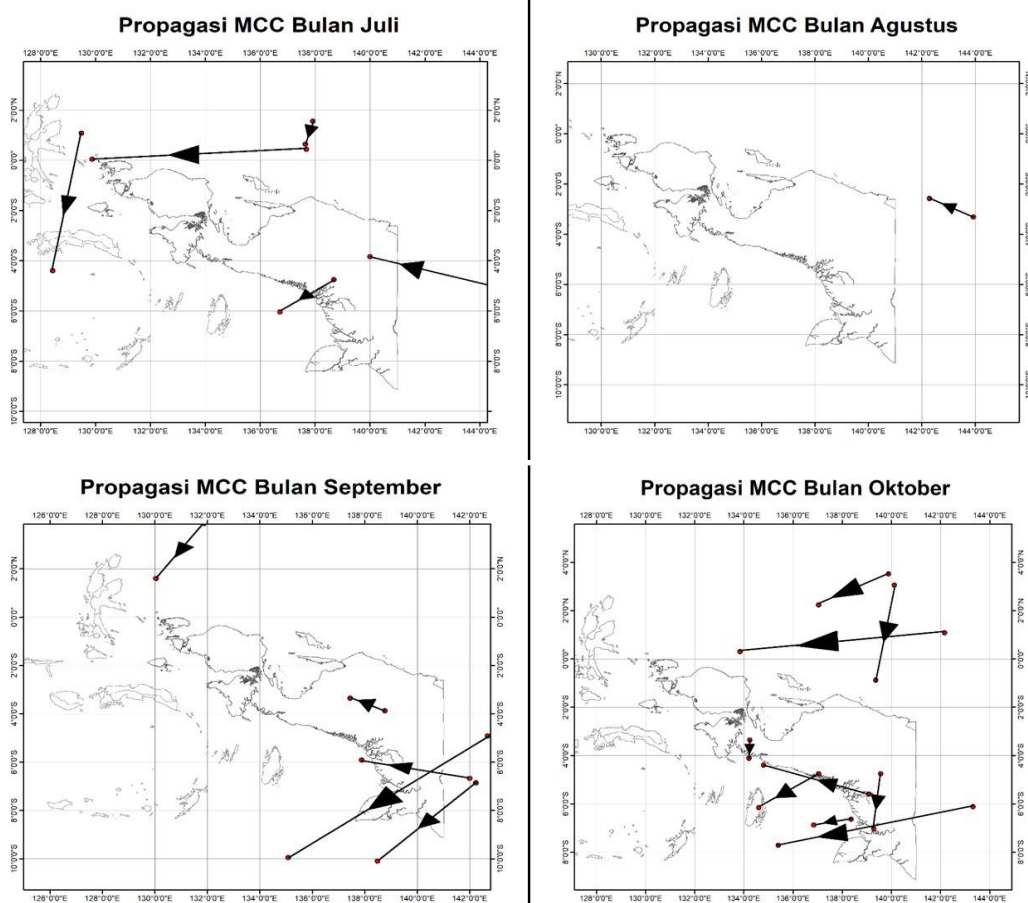
Selain distribusi spasial dan temporal yang menjadi hal penting selanjutnya adalah pola pergerakan MCC. Informasi pergerakan MCC ini dapat dijadikan kewaspadaan pada daerah-daerah frekuensi tinggi munculnya MCC tersebut. Pada bagian ini akan dilakukan analisis pergerakan (*track*) dari MCC dari fase awal hingga fase penuh) dan juga arah pergerakan MCC yang dominan. Propagasi pada bulan Januari sampai bulan Juni tahun 2016 dapat dilihat pada gambar berikut.

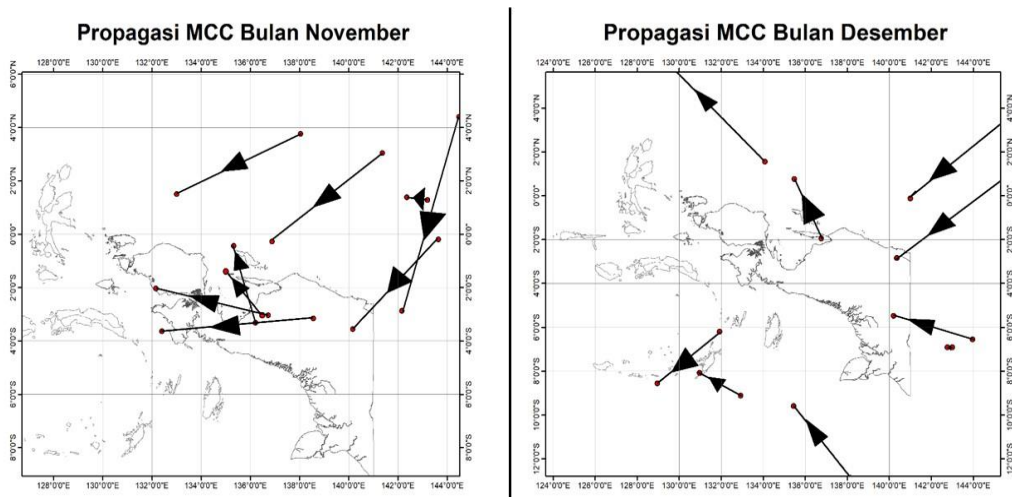


Gambar 6. Pergerakan MCC pada bulan Januari – Juni 2016

Pola pergerakan MCC pada bulan Januari dominan bergerak menuju tenggara hingga barat daya. MCC yang bermula muncul pada daerah Papua bagian selatan sekitar wilayah Agats bergerak menuju arah selatan dan tenggara. pergerakan MCC pada bulan Februari sebagian besar bergerak ke arah barat daya, tetapi ada juga yang bergerak menuju arah barat laut. MCC muncul di sebelah utara Papua dekat dengan Manokwari dan wilayah Modan. MCC juga muncul di Papua bagian Timur dan berakhir di sekitar wilayah Jayapura. Pergerakan MCC pada bulan Maret terlihat bahwa dua kejadian MCC bergerak ke arah barat hingga barat laut, dan satu kejadian berikutnya bergerak ke arah timur laut hingga timur. Pergerakan MCC pada bulan April dominan bergerak ke arah barat daya hingga barat laut. Terdapat kejadian yang terjadi di laut Banda, dan juga MCC yang berasal dari wilayah Merauke menuju ke arah Papua bagian selatan serta kejadian MCC yang berasal dari wilayah Agats bergerak menuju ke barat laut yaitu menuju wilayah Timika. Pada bulan Mei terlihat bahwa MCC bergerak dominan ke arah selatan hingga barat hanya satu kejadian pergerakan MCC yang bergerak ke arah tenggara. MCC dominan terjadi di wilayah Papua bagian selatan. Pada bulan Juni pola pergerakan MCC sangat bergerak ke arah barat daya hingga barat. Terlihat juga pergerakan MCC cukup jauh. Terdapat MCC berasal dari wilayah Papua barat dekat Puncak Jaya hingga menuju lautan, dan MCC yang berada di laut dekat wilayah Merauke, serta yang terakhir MCC yang berasal dari timur Papua yang bergerak ke arah barat hingga menuju Lautan didekat pulau Dobo.

Propagasi MCC Pada Bulan Juli – Desember 2016.





Gambar 7. Pergerakan MCC pada bulan Juli – Desember 2016

Pergerakan MCC pada bulan Juli dan Agustus. Pada bulan Juli MCC dominan bergerak dari arah barat daya hingga barat laut. Begitu juga pada bulan Agustus terdapat satu kejadian MCC yang bergerak ke arah barat laut. Pada Bulan Juli MCC terdapat tiga kejadian berasal dari wilayah Papua bagian selatan dan dua kejadian dari wilayah Papua bagian tengah. Pada bulan September terlihat bahwa MCC mulai muncul di wilayah Papua bagian tengah hingga Papua bagian selatan dan juga di wilayah Papua bagian utara terdapat satu kejadian MCC. Pola pergerakan MCC pada bulan september bergerak ke arah barat daya dan barat laut. Pergerakan MCC pada bulan Oktober. Dimana MCC dominan tumbuh pada wilayah Papua bagian Selatan dan wilayah Papua bagian Utara. Pola pergerakan MCC sendiri dominan bergerak ke arah selatan hingga barat. Pergerakan MCC pada bulan November. MCC dominan mulai tumbuh di wilayah Papua bagian Utara dan terdapat empat kejadian MCC bergerak ke arah barat daya, dua kejadian MCC bergerak ke arah barat dan tiga kejadian MCC bergerak ke arah barat laut. Sehingga MCC dominan bergerak dari barat daya hingga barat laut. Pergerakan MCC pada bulan Desember. MCC memulai fase tumbuh pada wilayah Papua bagian Utara sebanyak empat kejadian, dan wilayah Laut Banda dan kepulauan Maluku bagian Tenggara serta berasal dari wilayah Papua bagian timur. Pergerakan MCC sendiri ada lima kejadian yang bergerak menuju barat laut, menuju arah barat daya sebanyak tiga kejadian dan sisanya bergerak ke arah barat. Sehingga MCC pada bulan Desember dominan bergerak ke arah barat daya hingga barat laut.

Terlihat bahwa MCC di wilayah Papua sangat dominan muncul setiap bulan selama tahun 2016, hanya saja terdapat satu kejadian dimana MCC hanya muncul satu kali yaitu pada bulan Agustus. Pada bulan lainnya MCC muncul rata-rata sebanyak tiga kejadian MCC yaitu pada bulan Januari, Februari, Maret, April dan Juni. Kemunculan MCC yang cukup banyak terjadi pada bulan Oktober, November dan Desember yaitu sebanyak 9 kejadian MCC. Dari penjabaran mengenai distribusi MCC, terlihat bahwa kejadian MCC yang memiliki luasan yang besar dan durasi yang lama juga cenderung terjadi di lautan. Menurut Ismanto (Ismanto, 2011) bahwa MCC membutuhkan boundary layer berisi udara hangat dan lembab yang wilayahnya luas (Samudra Hindia dan Samudra Pasifik). Sedangkan untuk daratan sistem ini terjadi karena adanya low level jet yaitu massa udara dingin yang menyebar berfungsi sebagai pengganjal yang memaksa udara hangat di sekitarnya terangkat masuk menuju sistem (Ahrens, 2000) sehingga menyebabkan suatu aliran angin kuat yang disebut low level jet. Pengulangan kejadian ini dapat menyebabkan sebuah sistem konvektif bertahan lama dan semakin berkembang.

SIMPULAN

Mesoscale Convective Complex (MCC) di wilayah Papua telah dicoba dikaji berdasarkan analisis citra satelit pada kanal infra merah (IR1) setiap bulannya selama tahun 2016. Dari analisis karakteristik MCC selama dua belas bulan di tahun 2016 menunjukkan bahwa kejadian MCC memiliki pola distribusi paling banyak terjadi di wilayah lautan dibandingkan dengan daratan. Pola diurnal MCC cenderung terjadi pada sore hingga malam hari. Secara umum fase maksimum MCC di wilayah Papua ini dominan mencapai fase maksimum pada tengah malam. Durasi hidup MCC pada penelitian ini memiliki waktu rata-rata lebih dari sembilan jam. Distribusi spasial MCC pada wilayah Papua muncul sepanjang bulan pada semua musim. Pola kemunculan MCC di wilayah Papua mengikuti pola hujan di wilayah Papua yaitu pola hujan yang dominan Ekuatorial dan bisa dipengaruhi oleh keberadaan ITCZ atau posisi matahari. Pola propagasi MCC baik didarat maupun dilaut dominan bergerak ke arah barat daya-barat laut. Perbedaan antara MCC yang ada didarat dan dilaut mulai terlihat dari luasan MCC. MCC yang berada dilaut memiliki ukuran rata-rata 50.000 km²-500.000 km², sedangkan luasan MCC yang ada darat memiliki ukuran rata-rata 50.000 km²-300.000 km².

REFERENSI

- Ahrens, C. D. (n.d.). *Essentials of Meteorology An Invitation to the Atmosphere* (504th ed.). 2000.
- Blamey, R. C., & Reason, C. J. C. (2012). Mesoscale convective complexes over Southern Africa. *Journal of Climate*, 25(2), 753–766.
- Carvalho, L. M. v., & Jones, C. (2002). A Satellite Method to Identify Structural Properties of Mesoscale Convective Systems Based on the Maximum Spatial Correlation Tracking Technique (MASCOTTE). *Journal of Applied Meteorology*, 40(10), 1683–1701.
- Diniyati, E., & Haryanto, Y. (2021). Identifikasi Fenomena Mesoscale Convective System (MCC) di Selat Karimata. *KELUWIH: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2).
- Feng, Z., Leung, L. R., Houze, R. A., Hagos, S., Hardin, J., Yang, Q., Han, B., & Fan, J. (2018). Structure and Evolution of Mesoscale Convective Systems: Sensitivity to Cloud Microphysics in Convection-Permitting Simulations Over the United States. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 10(7), 1470–1494.
- Houze Jr, R. a. (2004). Mesoscale Convective Systems-Review paper. *Reviews of Geophysics*, 42, 1–43.
- Ismanto, H. (2011). *Karakteristik Kompleks Konvektif Skala Meso di Benua Maritim* (Vol. 22409008). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Maddox, R. A. (1980). Mesoscale Convective Complexes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 61(11), 1374–1387.
- Miller, D., dan Fritsch, J. M. (1991a). Mesoscale Convective Complexes in Western Pacific Region. *American Meteorological Society*, 119, 2978–2992.
- Miller, D., dan Fritsch, J. M. (1991b). *Mesoscale Convective Complexes in Western Pacific Region* (p. 2978–2992).
- Muhlis, A., & Mulsandi, A. (2017). Distribusi Spasial dan Temporal Mesoscale Convective Complex (MCC) di Indonesia selama Periode MJO menggunakan Citra Satelit. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* (Vol. 4, Issue 1).
- Orlanski, I. (1975). A Rational Subdivision of Scales for Atmospheric Processes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 56(5), 527–534.
- Putri, N. S., Iwabuchi, H., & Hayasaka, T. (2018). Evolution of mesoscale convective system properties as derived from himawari-8 high resolution data analyses. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 96B, 239.

- Saragih, R. W. (2019). Identifikasi Karakteristik Mesoscale Convective Complex (MCC) di Wilayah Tual: Studi Kasus Hujan Lebat 18 Januari 2019. *POSITRON*, 9(1), 27.
- Saragih, R. W., Hestiwi, A. H., Sari, F. N. I., & Winarso, P. A. (2019). Identification of Mesoscale Convective Complex (MCC) over Bangka Belitung Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303(1).
- Septiadi, D., & Septiadi, Y. N. (2019). Identifikasi Mesoscale Convective Complex (MCC) dan Dampaknya terhadap Curah Hujan di Benua Maritim Indonesia (BMI) Sepanjang Tahun 2018. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 2(2), 73–80.
- Trismidianto, & Satyawardhana, H. (2018). Mesoscale Convective Complexes (MCCs) over the Indonesian Maritime Continent during the ENSO events. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 149(1).
- Yang, X., Fei, J., Huang, X., Cheng, X., Carvalho, L. M. V., & He, H. (2015). Characteristics of mesoscale convective systems over China and its vicinity using geostationary satellite FY2. *Journal of Climate*, 28(12), 4890–4907.
- Bogaarts, T. J. (2019). *Quantum chemistry and the variational quantum eigensolver*. Netherlands: Department of Applied Physics, Eindhoven University of Technology.
- Chen, R., Mezzacapo, A., & Wood, S. (2020). *Qiskit*. https://github.com/Qiskit/qiskit-tutorials/blob/master/legacy_tutorials/aqua/chemistry/programmatic_approach.ipynb
- Griffiths, D. J., & Darrell, F. S. (2018). *Introduction to quantum mechanics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keijzer, R. D. (2019). *Optimization of variational quantum eigensolver*. Netherlands: Department Applied Physics & Applied Mathematics, Eindhoven University of Technology .
- Komasa, J. (2001). Exponentially correlated Gaussian functions in exponentially correlated gaussian functions in variational calculations. momentum space properties of the ground state helium dimer. *Journal of Chemical Physics*, 116, 158-165.
- Kumar, S., Singh, R. P., Behera, B. K., & Panigrahi, P. K. (2019). Quantum simulation of negative hydrogen ion using variational quantum eigensolver on IBM quantum computer. 15–17.
- Lolur, P., Rahm, M., Skogh, M., García-Álvarez, L., & Wendin, G. (2021). Benchmarking the variational quantum eigensolver through simulation of the ground state energy of prebiotic molecules on high-performance computers. *The Journal Chemical Physics*, 1-10.
- Nielsen, M. A. (2005, July 29). The fermionic canonical commutation relations and the Jordan-Wigner transform.
- Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Onishi, T. (2016). A molecular orbital analysis on helium dimer and helium-containing materials. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 63, 83-86.
- Peruzzo, A., McClean, J., Shadbolt, P., Yung, M.-H., Zhou, X.-Q., Love, P. J., ... O'Brien, J.L. (2014). A Variational *eigenvalue* solver on a photonic quantum processor. *Macmillan Publishers Limited*, 1-7.
- Rahmat, M. S., & Nurwantoro, P. (2020). Kajian komputasi algoritma kuantum quantum variational eigensolver untuk simulasi molekul H₂. *Jurnal Fisika Indonesia*, 24, 17-23.
- Ryabinkin, I. G., Genin, S. N., & Izmaylov, A. F. (2019). Constrained variational quantum eigensolver: quantum computer search engine in the fock space. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 15, 249-255.
- Saputra, H. (2009). Kajian tentang komputer kuantum sebagai pengganti komputer konvensional di masa depan. *Jurnal Generic*, 4, 15-18.

- Schöllkopf, W., & Toennies, P. J. (1994). Nondestructive Mass Selection of Small Van der Waals Clusters. *Science*, 266, 1345-1348.
- Setia, K., Chen, R., Rice, J. E., Mezzacapo, A., Pistoia, M., & Whitfield, J. D. (2020). Reducing qubit requirements for quantum simulation using molecular point group symmetries. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 1-21.
- Siregar, R. E. (2014). *Mekanika Kuantum Molekul: Struktur Elektronik Atom dan Molekul*. Bandung: UNPAD Press.
- Sokolov, I. O., Barkoutsos, P. K., Ollitrault, P. J., Greenberg, D., Pistoia, M., Tavernelli, I. (2020). Quantum orbital-optimized unitary coupled cluster methods in the strongly correlated regime: Can quantum algorithms outperform their classical equivalents. *The Journal Chemical Physics*, 152, 1-17.
- Wei, S., Li, H., & Long, G. (2020). A full quantum eigensolver for quantum chemistry simulations. *AAAS Research*, 1-11.
- Zeller, S., Kunitski, M., Voigtsberger, J., Kalinin, A., Schottelius, A., Schober, C., ... Dörner, R. (2016). Imaging the He₂ quantum halo state using a free electron laser. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 14651-14655.