

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Astronomi dipahami sebagai ilmu yang mempelajari benda yang berada diluar atmosfer bumi seperti bintang, planet, komet dan lain-lain. Serta dipahami juga sebagai ilmu yang mempelajari fenomena-fenomena yang berhubungan dengan angkasa, gerhana bulan dan gerhana matahari. Ilmu ini muncul dari keingintahuan manusia terhadap benda-benda yang ada di langit (Mulyadi, 2018). Ilmu astronomi semakin berkembang, dan para astronom sudah mulai mendirikan observatorium sederhana dan muncullah berbagai macam keingintahuan manusia yang lebih menantang seperti keingintahuan bagaimana memetakan posisi benda langit, bentuk bumi serta posisi manusia di alam jagat raya ini.

Observatorium adalah sebangun tempat dimana dilakukannya pengamatan benda-benda langit yang mana pengamatan tersebut tercatat. Observatorium sangat identik dengan instrumen-instrumen yang beragam disamping lokasi tempat beradanya yang strategis (Qorib, 2019). Pemilihan wilayah pembangunan Observatorium harus mempertimbangkan berbagai faktor, salah satunya adalah awan. Tutupan awan menjadi faktor penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas pengamatan astronomi yang dilakukan di observatorium. Meskipun polusi cahaya dari perkotaan dapat dikurangi dengan pemilihan lokasi yang tepat, tutupan awan juga berkontribusi pada peningkatan polusi cahaya di malam hari. Awan dapat memantulkan cahaya, sehingga meningkatkan intensitas cahaya yang mencapai teleskop, dan ini dapat mengganggu pengamatan (Nouri et al., 2019).

Selain itu, *astrotourism* sebagai wisata yang berfokus pada pengamatan dan eksplorasi astronomi juga mendorong pentingnya penelitian mengenai lokasi dan parameter observatorium astronomi. Kebutuhan akan langit yang cerah, bebas dari tutupan awan, serta fasilitas observatorium yang optimal tidak hanya mendukung kegiatan ilmiah, tapi juga menarik minat wisatawan yang ingin merasakan pengalaman menikmati indahnya langit malam. Serta kualitas langit cerah, tingkat kegelapan, dan kondisi cuaca juga menjadi elemen kunci dalam menentukan keberhasilan pengamatan astronomi (Butar-Butar et al., 2022). Dengan meningkatnya popularitas *astrotourism*, pembangunan observatorium yang memenuhi syarat astronomis seperti rendahnya tingkat tutupan awan, menjadi semakin relevan.

Namun, penelitian mengenai analisis tutupan awan untuk melakukan pembangunan observatorium astronomi ini masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini ingin

menganalisis mengenai tutupan awan yang ada di Provinsi Maluku Utara yang dipertimbangkan untuk pembangunan observatorium astronomi karena dilihat dari segi *Astrotourism* di Provinsi Maluku Utara sangat baik untuk dikembangkan. Analisis ini akan dilakukan dengan menggunakan data pengamatan cuaca untuk memperoleh informasi tentang tutupan awan di lokasi yang dipilih. Hasil analisis ini akan membantu dalam menentukan lokasi yang paling cocok untuk pembangunan observatorium astronomi di Provinsi Maluku Utara.

1.2 Tujuan Dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui variabilitas tutupan awan terhadap enso di Provinsi Maluku Utara
2. Memberi rekomendasi lokasi pembangunan observatorium astronomi

1.2.2 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Diketuinya variabilitas tutupan awan di Provinsi Maluku Utara untuk pembangunan observatorium astronomi

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Observatorium Astronomi

Astronomi berasal dari bahasa Yunani yaitu *astro* (bintang) dan *nomos* (hukum) atau *nomia* (ilmu), sehingga astronomi memiliki makna hukum bintang/ilmu bintang. Astronomi merupakan cabang ilmu alam yang melibatkan pengamatan benda-benda langit. Dalam bahasa Arab, Observatorium disebut *al-Marshad*, sedangkan dalam bahasa Inggris disebut *Observatory*. *Al-Marshad* bermakna *Mauqi ar-rashd* yaitu tempat menjaga atau mengawasi. Dari makna literer ini dapat dipahami bahwa *rashd* berarti observasi, sedangkan *marshad* berarti tempat observasi atau observatorium. Dengan kata lain, Observatorium merupakan lokasi yang digunakan untuk mengamati peristiwa yang berhubungan dengan Bumi ataupun yang ada di luar angkasa (Qorib, 2019).

Pembangunan observatorium perlu memperhatikan kondisi alam, observatorium modern dapat didesain untuk menahan gangguan lingkungan. Misalnya observatorium di antartika dibuat berpanggung untuk mengantisipasi tumpukan salju di sekitarnya. Lokasi observatorium juga harus memperhatikan *astroclimate*. Orientasi kubah disesuaikan dengan konstelasi yang terlihat dari titik dibangunnya observatorium. Kubah-kubah yang

ada hendaknya tidak mengganggu pandangan satu sama lain. Selain itu sebaiknya observatorium ditempatkan pada daerah pegunungan, atau pada daerah dengan cuaca yang mendukung dan jauh dari polusi cahaya (Dierer et al., 2009).

Cuaca selain dapat mempengaruhi kejelasan pengamatan, dapat pula mempengaruhi aktivitas astronomi di observatorium (Hudson & Simstad, 2010). Menurut Hudson dan Simstad, beberapa pertimbangan terkait cuaca antara lain :

- a. Angin kencang menjadi kendala ketika penutup kubah harus ditutup demi keamanan peralatan, hal ini dapat menghentikan kegiatan pengamatan.
- b. Temperatur yang sangat rendah dapat membatasi waktu pengamatan, terkait dengan tingkat toleransi pengamat.
- c. Temperatur yang tinggi dapat mempengaruhi peralatan pengamatan dan pemotretan, dari segi sensitivitas dan jenisnya.
- d. Kelembaban yang tinggi dapat memunculkan embun, hal ini mengurangi waktu pengamatan dan pemotretan.

Selain itu Hudson dan Simstad menuliskan juga pertimbangan resiko yang dapat muncul pada kandidat lokasi terpilih, resiko tersebut antara lain :

- a. Perubahan iklim: Seluruh dunia saat ini sedang mengalami perubahan iklim, perubahan tersebut seringkali tidak terduga. Akan tetapi prediksi secara umum dapat dilakukan pada lingkungan sekitar, misalnya sumber air yang berasal dari sebuah sumur, dapat diprediksi ketahanannya.
- b. Bencana alam: Observatorium terkadang dibangun pada daerah rural yang rawan terjadi kebakaran hutan misalnya, dapat diantisipasi dengan mengadakan proteksi kebakaran. Selain itu terdapat juga resiko gempa bumi dan badai, hal ini dapat diantisipasi dengan memilih lokasi yang diperkirakan cukup aman ketika terjadi bencana, serta menggunakan desain bangunan yang sesuai (tahan gempa).
- c. Polusi cahaya: Suatu saat akan terjadi pembangunan di sekitar observatorium yang menyebabkan polusi cahaya, untuk mengevaluasinya dapat dengan cara memperhatikan pola pertumbuhan dan pembangunan. Pemilihan lokasi yang dekat dengan hutan atau taman cagar alam dapat mengurangi resiko karena daerah tersebut telah dikhususkan sebagai daerah pelestarian alam yang tidak akan dibangun.

1.3.2 Astrotourism

Astro wisata (*Astrotourism*) atau yang dikenal sebagai wisata astronomi. Wisata ini merupakan salah satu wisata alternatif yang dapat membawa para wisatawan lebih dekat dengan alam dan disaat yang sama bisa juga meningkatkan minat masyarakat terhadap astronomi, promosi terhadap pelestarian lingkungan serta salah satu cara untuk mengenalkan ilmu astronomi di kalangan wisatawan. Lebih dari itu, wisata astronomi ini dapat menjadi salah satu instrumen untuk pembangunan (Ihsan, 2024).

Lokasi pengamatan yang ideal menjadi faktor penting untuk mendapatkan hasil pengamatan yang sempurna, terutama di wilayah sekitar garis khatulistiwa yang memungkinkan pengamatan langit utara dan selatan dengan cakupan lebih luas. Selain itu, kualitas langit cerah, tingkat kegelapan, dan kondisi cuaca juga menjadi elemen kunci dalam menentukan keberhasilan pengamatan astronomi (Butar-Butar et al., 2022). Berbagai organisasi telah berkontribusi dalam melestarikan langit gelap. Salah satu upayanya adalah proyek “Astronomi dan Warisan Dunia” oleh UNESCO, yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kesadaran global tentang pentingnya warisan astronomi dan mendorong perlindungan serta dapat melestarikannya demi kepentingan umat manusia (C-Sanchez, E et al., 2019). Untuk itu, upaya menjaga langit gelap tidak hanya mendukung kegiatan pengamatan astronomi, tapi juga melestarikan warisan budaya bagi generasi mendatang.

1.3.3 Tutupan Awan

Awan, yang mewakili sekitar 70% dari luas bumi, terus-menerus mengubah keseimbangan energi radiatif, yang mengakibatkan perubahan meteorologi yang mempengaruhi siklus hidrologi, cuaca lokal, dan iklim. Interaksi mereka dengan aerosol mengakibatkan pendinginan global serta efek rumah kaca karena perubahan karakteristik fisik mereka. Interaksi tersebut memiliki efek pada efisiensi presipitasi, yang pada gilirannya mempengaruhi vegetasi dan keamanan sumber daya air (Heinle et al., 2010). Selain itu, tutupan awan dan jenis awan adalah elemen meteorologi yang meningkatkan ketidakpastian dalam memprediksi iklim dan fenomena meteorologi karena mereka melakukan tindakan ganda memantulkan radiasi matahari dan menyerap radiasi bumi yang dipantulkan dari permukaan (B. D. Santer et al., 2008). Oleh karena itu, pengamatan awan, termasuk tutupan awan frekuensi tinggi dan akurasi tinggi dan jenis awan, diperlukan sebagai data masukan untuk radiasi, prakiraan cuaca, dan model iklim (Kim, BY et al., 2015).

Meskipun tutupan awan merupakan data observasi utama untuk cuaca dan iklim global, tutupan awan merupakan salah satu variabel meteorologi yang belum dapat dilakukan observasi otomatis berbasis darat di beberapa negara, termasuk Korea Selatan. Dengan kata lain, data tutupan awan (okta atau kesepuluh) hanya tercatat melalui mata pengamat manusia; dengan demikian, hal tersebut didasarkan pada penilaian subjektif pengamat (Huo & Lu, 2009). Oleh karena itu, data tutupan awan sering kali dicirikan oleh begitu banyak variabilitas, tergantung pada pengamat. Khususnya, data observasi yang tercatat oleh pengamat yang tidak terampil akan mengandung beberapa kesalahan, yang menurunkan kualitas data observasi (Kim, BY et al., 2015). Dengan kata lain, data observasi kurang objektif. Pada siang hari, observasi awan manusia dilakukan pada interval 1 jam; namun, pada malam hari, hanya dilakukan pada interval 1–3 jam, tergantung pada siklus kerja pengamat dan kondisi cuaca. Oleh karena itu, untuk melengkapi kurangnya objektivitas dan meningkatkan periode observasi, yang merupakan kekurangan utama observasi manusia, satelit meteorologi dan data observasi jarak jauh permukaan dapat digunakan (Calbó & Sabburg, 2008).

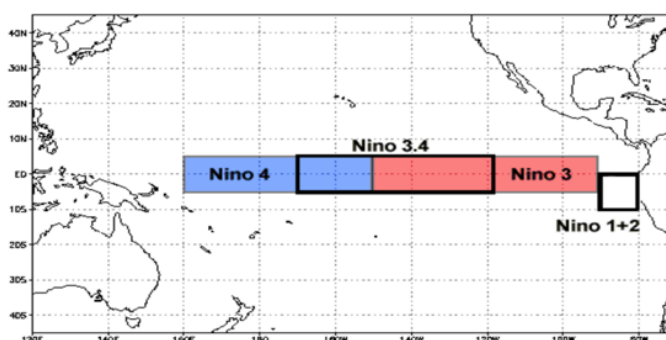
Pengamatan astronomi dalam spektrum tampak dan inframerah hanya dapat dilakukan saat langit cerah, dengan tingkat kekeruhan seminimal mungkin. Menurut *European Southern Observatory* (Kerber et al., 2014), malam fotometrik didefinisikan oleh tidak adanya awan yang terlihat dan variasi transparansi atmosfer di bawah 2%, langit cerah didefinisikan sebagai langit dengan tutupan awan kurang dari 10% dan variasi transparansi di bawah 10% dan sirrus tipis adalah istilah untuk variasi transparansi di atas 10%. Metode dikembangkan untuk menilai tutupan awan dengan kamera inframerah seluruh langit yang sensitif terhadap awan yang sangat tipis tetapi tidak tertipu oleh variasi PWV (Kerber et al., 2014).

Dalam GCM, dinamika konveksi dan pembentukan awan biasanya tidak dapat disimulasikan secara eksplisit karena resolusi horizontalnya terlalu rendah. Jarak grid horizontal beberapa kilometer diperlukan, sedangkan GCM yang berkontribusi pada CMIP6 memiliki resolusi atmosfer horizontal rata-rata sekitar 140 km ([IPCC 2021](#)). Oleh karena itu, GCM harus bergantung pada penggunaan skema parameterisasi semi-empiris yang menghasilkan ketidakpastian besar dalam simulasi proses tersebut yang terkait dengan tutupan awan (Bony et al., 2015). Interaksi awan dengan iklim global kemungkinan akan semakin memperkuat pemanasan antropogenik ([IPCC 2021](#)). Namun, awan merupakan parameter yang paling tidak pasti dalam penilaian umpan balik iklim global, yang menjadi lebih rumit karena kurangnya pemahaman tentang proses

pembentukan awan dan juga karena awan perlu diparameterisasi dalam GCM karena resolusi GCM yang terlalu rendah ([IPCC 2021](#)).

1.3.4 Enso

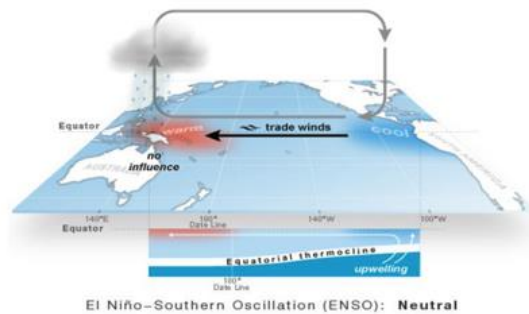
ENSO (*El Niño -Southern Oscillation*) merupakan salah satu fenomena global yang terjadi di Samudera Pasifik yang ditandai dengan adanya penyimpangan (anomali) *suhu permukaan laut* (SPL) di pantai Barat Ekuador dan Peru yang lebih tinggi dari batas normalnya. Fenomena ENSO dibagi menjadi 3 yaitu ENSO Netral, El Niño dan La Niña yang dapat memberikan pengaruh terhadap curah hujan di Indonesia yang ditandai dengan jumlah curah hujan yang tidak menentu setiap bulannya. Untuk keperluan prediksi hujan maupun SST Indonesia digunakan data SST pada Niño 3.4 (*Oceanic Niño Indeks, ONI*), yaitu wilayah dengan batas 5°LU-5° LS, 120-170° BT yang ditunjukkan pada (*Gambar 1*).



Gambar 1. Posisi SST Nino 3.4 (BMKG, 2016).

A. Enso Netral

Dalam kondisi normal, keberadaan angin pasat tenggara yang bertiup dari arah yang tetap sepanjang tahun menyebabkan terjadinya arus permukaan yang membawa massa air permukaan ke wilayah Pasifik bagian barat. Karena adanya daratan Indonesia maupun Australia maka massa air tersebut tertahan dan lama kelamaan terkumpul. Mengingat massa air laut dekat permukaan bersifat hangat maka massa air yang terkumpul tersebut meningkatkan suhu muka laut di Pasifik barat. Pada tahap ini akan terbentuk suatu sirkulasi arus dimana arus permukaan menuju ke arah barat sedangkan arus di lautan dalam menuju ke arah timur.

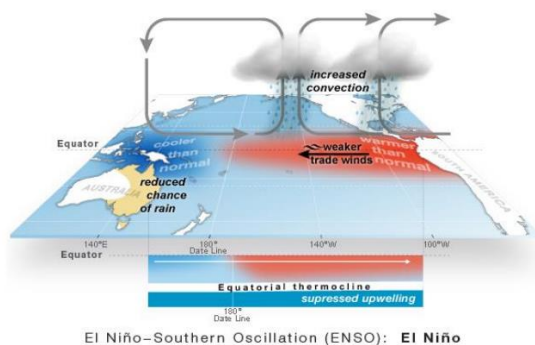


Gambar 2. Siklus Terjadinya ENSO Netral (BMKG, 2016).

Pergerakan ini diakibatkan oleh massa air yang terkumpul di Pasifik barat akan bergerak turun (*downwelling*) sehingga arus di pasifik timur akan naik (*upwelling*) seperti yang ditunjukkan pada (*Gambar 2*). Arus yang naik ini membawa massa air dari lautan dalam yang tentu saja bersifat dingin. Hal inilah yang normal terjadi di Samudera Pasifik dimana suhu muka laut di Pasifik barat lebih hangat dibandingkan di Pasifik timur sekitar Pantai Barat Peru (Potts, 2024).

B. El Nino

El Niño adalah fenomena panasnya permukaan air laut di Samudera Pasifik (di atas rata-rata suhu normal), terutama bagian timur dan tengah. Istilah El Niño berasal dari bahasa Spanyol yang berarti anak Tuhan, pada mulanya dipergunakan oleh para nelayan di sepanjang pantai Ekuador dan Peru untuk menunjukkan adanya aliran/arus panas samudera yang khusus muncul pada sekitar waktu natal dan beberapa bulan berikutnya. El Niño adalah fenomena memanasnya suhu muka laut di Samudera Pasifik ekuator (khususnya bagian tengah dan timur) dari keadaan normal (NOAA, 2005).



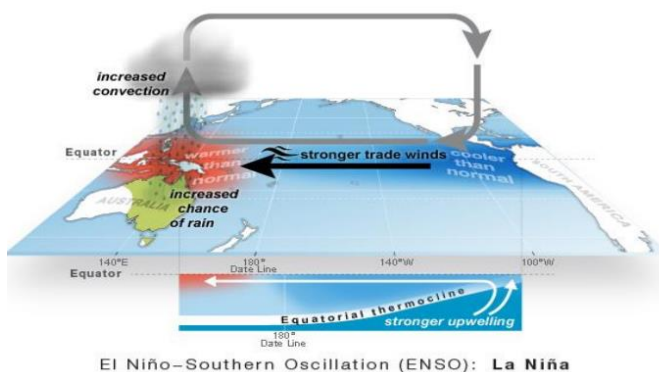
Gambar 3. Siklus Terjadinya El Nino (BMKG, 2016).

Pada gambar diatas, menunjukkan bahwa fenomena ini mengakibatkan terjadinya konveksi di atas atmosfer. Sehingga curah hujan di wilayah tersebut akan meningkat dan berpengaruh di sekitar wilayah Indonesia. Untuk wilayah Indonesia, secara umum El Niño berdampak berupa berkurangnya curah hujan namun, pengaruh El Niño tidak sama di seluruh wilayah Indonesia, bahkan ada daerah-daerah yang pengaruh El Niño tidak begitu nyata. Pengaruh El Niño di Indonesia juga sangat tergantung pada intensitas dan waktu serta lamanya. Wilayah Indonesia tidak keseluruhan dipengaruhi oleh El Niño dikarenakan posisi geografis Indonesia yang dikenal sebagai benua maritim (BMKG, 2016).

Pada gambar diatas menunjukkan suhu muka laut di Pasifik ekuator timur menjadi lebih panas dari pada kondisi normalnya. Hal ini mengakibatkan konveksi banyak terjadi di daerah tersebut yang menyebabkan curah hujan yang meningkat. Banyaknya konveksi menyebabkan massa udara berkumpul ke wilayah Pasifik ekuator timur, termasuk massa udara dari Indonesia sehingga wilayah Indonesia curah hujannya berkurang dan di beberapa wilayah mengalami kekeringan.

C. La Nina

La Niña adalah fenomena turunnya suhu permukaan air laut di Samudera Pasifik yang lebih rendah dari wilayah sekitarnya. La Niña merupakan kebalikan dari El Niño. Pada saat kondisi La Niña, suhu muka laut di Pasifik ekuator timur lebih rendah dari pada kondisi normalnya. Sedangkan suhu muka laut di wilayah Indonesia menjadi lebih hangat. Sehingga terjadi banyak konveksi dan mengakibatkan massa udara berkumpul di wilayah Indonesia, termasuk massa udara dari Pasifik ekuator timur. Hal tersebut menunjang pembentukan awan dan hujan. Sehingga fenomena La Niña ditandai dengan terjadinya hujan deras dan angin kencang di wilayah Indonesia terutama Indonesia bagian timur. Selama periode La Niña, angin menjadi lebih kuat dari biasanya oleh peningkatan gradien tekanan antara Samudra Pasifik bagian barat dan timur. Hasilnya, *upwelling* pun menjadi lebih kuat di sepanjang pantai Amerika Selatan dengan suhu muka laut yang lebih dingin dari biasanya di wilayah Samudra Pasifik bagian timur, dan suhu muka laut yang lebih hangat dari biasanya di Samudera Pasifik bagian barat (Zakir *et al.*, 2009).



Gambar 4. Siklus terjadinya La Nina (BMKG, 2016).

Fenomena La Niña menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia bertambah, bahkan sangat berpotensi menyebabkan terjadinya banjir. Peningkatan curah hujan ini sangat tergantung dari intensitas La Niña tersebut. Namun karena posisi geografis Indonesia yang dikenal sebagai benua maritim, maka tidak seluruh wilayah Indonesia dipengaruhi oleh fenomena La Niña.

La Niña dan El Niño memberikan dampak terhadap kehidupan manusia. La Niña mengakibatkan musim hujan di atas kawasan Indonesia dengan rata-rata intensitas curah hujan yang lebih tinggi dari tahun-tahun biasanya. El Niño mengakibatkan musim kemarau yang cukup panjang dibandingkan dengan kondisi normal. Fenomena alam El Niño dan La Niña biasanya berulang setiap periode empat tahun sekali (Gunawan *et al.*, 2007).

1.3.4.1 Hubungan ENSO dengan Tutupan Awan

Terdapat kaitan yang erat antara curah hujan di Indonesia dan indikator ENSO seperti dengan suhu permukaan laut di wilayah Pasifik Timur (dikenal dengan istilah kawasan NINO) sebagaimana yang telah banyak dilaporkan oleh beberapa peneliti (Haylock & McBride, 2001).

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sri Woro (2008) bahwa perubahan tutupan awan di Indonesia, dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti suhu air laut, angin monsun, dan pola cuaca seperti posisi *Equatorial Trough* (ET) dan *Inter-Tropical Convergence Zone* (ITCZ). Pada tahun 1963, tutupan awan di Sumatera bagian utara lebih sedikit pada bulan Juni (40%-50%), lalu meningkat pada bulan Juli menjadi (60%-70%). Hal ini berkaitan dengan suhu air laut yang lebih dingin di sekitar pantai barat Indonesia pada

bulan Juni, sehingga penguapan yang menghasilkan awan juga berkurang. Namun pada tahun 1972, suhu air laut yang lebih hangat menyebabkan peningkatan awan yang signifikan di Sumatera (70%-80%) selama Juli-Agustus. Pola serupa juga terjadi di wilayah Indonesia bagian Timur, yang sangat dipengaruhi oleh kelembapan tinggi dan angin monsun.

1.3.4.2 Hubungan ENSO dengan Observatorium

Penelitian yang dilakukan oleh Wirid Birastri (2018) membahas parameter curah hujan jangka panjang di daerah LAO (*Lampung Astronomical Observatory*) dan pengaruh aktivitas Matahari terhadapnya. Sebagai variabilitas iklim utama skala global, ENSO diduga menjadi salah satu penghubung antara aktivitas Matahari dengan variasi curah hujan. Pengamatan pada Lokasi observatorium tentunya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca disekitar Lokasi pengamatan. Pada penelitian Machzumy (2019) menjelaskan bahwa lokasi yang memiliki curah hujan yang tinggi akan berdampak pada rendahnya tingkat keberhasilan pengamatan dalam hal ini rukyat hilal. Bahkan akhir dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti tadi menyimpulkan bahwa rendahnya tingkat keberhasilan rukyat pada lokasi observatorium yang diteliti adalah karena dipengaruhi oleh faktor eksternal, yakni tingginya curah hujan.

1.3.5 Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan salah satu upaya untuk cara pendataan manajemen lingkungan dan merupakan bagian dari pengelolaan penyakit berbasis suatu wilayah, ini merupakan suatu analisis dan uraian tentang penyakit wilayah secara geografis meliputi kependudukan, persebaran, lingkungan, sosial, ekonomi, kasus ini berhubungan dengan antar variabel tersebut dimana masing-masing variabel dapat menjadi faktor risiko terjadinya penyakit parah bagi suatu wilayah. Berbagai faktor risiko dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok faktor risiko yaitu, faktor kependudukan dan faktor lingkungan. Faktor kependudukan meliputi ; jenis kelamin, umur, status gizi, status imunisasi, kondisi sosial ekonomi, adapun faktor risiko lingkungan meliputi ; kepadatan hunian, lantai rumah, ventilasi, pencahayaan, kelembaban, suhu dan ketinggian. Untuk mendeteksi lingkungan yang rentan penyakit dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dan *Geographic Information System* (GIS) yang merupakan suatu sistem yang mampu mengolah, memperbaiki, memperbaharui, dan menganalisis data, khususnya data spasial secara cepat. Dengan GIS data yang

dihasilkan dapat diolah, disimpan dan ditampilkan dengan cepat sesuai dengan yang diharapkan (Ruswanto, 2022).

1.3.5.1 Analisis Komposit

Analisis komposit merupakan suatu metode yang digunakan untuk menggabungkan data atau informasi dari berbagai lokasi geografis dalam satu waktu atau periode tertentu untuk mengidentifikasi pola, atau hubungan spasial di wilayah yang lebih luas. Metode ini sering digunakan dalam studi iklim, meteorologi atau pemetaan untuk mengamati fenomena atau kondisi yang melibatkan ruang atau lokasi tertentu, seperti tutupan awan, suhu, curah hujan atau variabel lainnya.

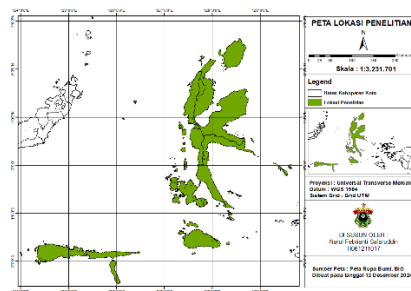
1.3.6 Metode Tabulasi

Metode tabulasi merupakan teknik penyajian data dalam bentuk tabel yang teratur untuk memudahkan dalam analisis. Data mentah yang diklasifikasikan, disusun dalam baris dan kolom, lalu dihitung menggunakan statistik seperti frekuensi atau persentase, dimana data yang telah diperoleh telah tersusun rapi dalam sebuah tabel yang mudah dipahami. Tujuan dari metode ini adalah untuk menyederhanakan data agar lebih mudah dipahami.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Provinsi Maluku Utara merupakan kawasan timur Indonesia, maluku memiliki posisi strategis di antara dua benua yaitu Asia dan Australia serta dua samudra yakni Samudra Pasifik dan Saudra Hindia. Batas geografis Maluku dibagian utara berbatasan dengan Laut Filipina, di timur berbatasan dengan Samudra Pasifik dan Papua Barat, di bagian selatan berbatasan dengan Provinsi Maluku, serta dibagian barat berbatasan dengan Laut Maluku dan Sulawesi Utara. Maluku Utara berada pada 3° LU hingga 2° LS dan 123° BT hingga 129° BT.



Gambar 5. Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini yaitu:

1. Perangkat Keras terdiri dari:
 - a) 1 buah laptop
 - b) 1 buah printer
2. Perangkat lunak terdiri dari:
 - a) *Software* Matlab 2017a
 - b) *Software* Notepad
 - c) *Software* Microsoft Excel 2019
 - d) *Software* ArcGIS 10.8

2.2.2 Bahan

Data yang diolah berupa data sekunder tutupan awan dan *data El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) di wilayah Maluku, Indonesia dari katalog *Era-5 Climate Reanalysis* dan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

1. Data Tutupan Awan Total

Data Tutupan awan total yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari tahun 1994-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *Era-5 Climate Reanalysis*. Era-5 menyediakan berbagai jenis data atmosfer, daratan dan laut yang dirancang untuk aplikasi cuaca dan iklim.

[Climate reanalysis | Copernicus](#)

2. Data *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO)

Data Nino yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari tahun 1994-2023 yang diperoleh dari situs yang disediakan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). NOAA menyediakan data cuaca, iklim, lautan dan lingkungan berdasarkan dataset dan instansi yang menyediakan data-data tersebut dengan skala global.

(<https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>)

2.3 Pengumpulan Data

Data tutupan awan dan data ENSO yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan dari data sekunder katalog ERA-5 dan NOAA tahun 1994-2023 wilayah Indonesia akan tetapi pada pengolahannya peneliti mengkhususkan hanya untuk wilayah Maluku. Pada tahap ini, tahap persiapan dimulai dengan mencari dan mengumpulkan informasi-informasi yang berhubungan dengan penelitian terkait dan mendapatkan teori yang dapat mendukung penelitian. Sumbernya dapat berupa jurnal dan buku-buku. Kemudian, mengumpulkan data yang digunakan dalam penelitian terkait yang berupa data sekunder.

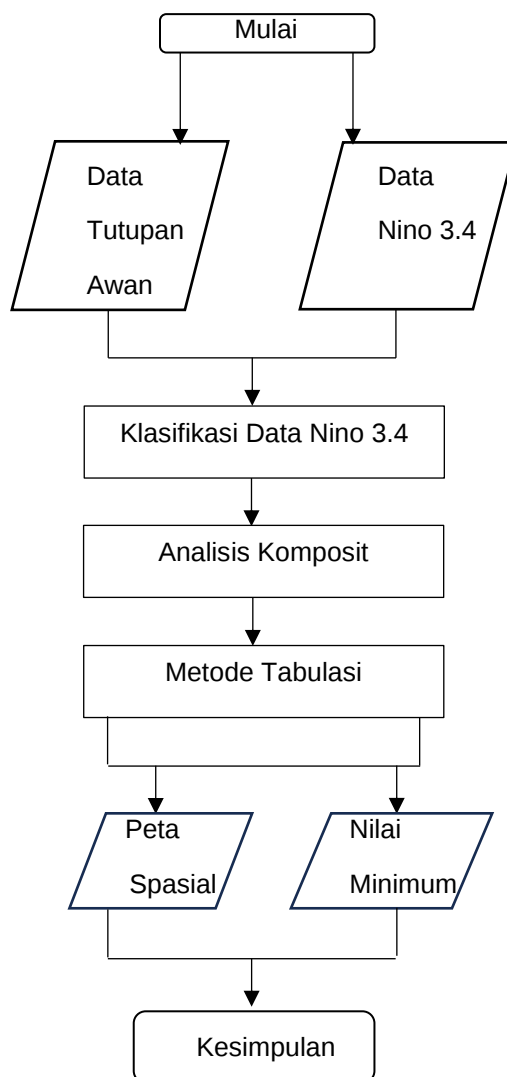
2.4 Pengolahan Data

Untuk tahap pengolahan data dalam penelitian ini, dilakukan dengan mempersiapkan data dan *software* pengolahan data. Langkah-langkahnya yakni sebagai berikut:

1. Mengolah data tutupan awan pada Software Matlab untuk menghasilkan peta spasial rata-rata tutupan awan di Provinsi Maluku Utara selama periode 1994-2023.
2. Mengklasifikasikan data Nino 3.4 dalam 3 fase yaitu fase El Nino, fase netral, dan fase La Nina. Data Nino 3.4 yang bernilai lebih dari -5 (> -5) diklasifikasikan menjadi fase El Nino, data yang bernilai -0.5 sampai 0.5 dikelompokkan menjadi fase netral, dan data yang bernilai kurang dari -5 (< -5) dikelompokkan menjadi fase La Nina. Setelah seluruh data telah dikelompokkan, hasil pengelompokan tersebut dimasukkan kedalam software Matlab.

3. Mengolah data tutupan awan untuk peta spasial dalam 3 fase yaitu fase El Nino, fase netral, dan fase La Nina dengan menggunakan metode *composite*. Pada tahap pengolahan data ini digunakan data Nino 3.4 yang diteloh diklasifikasikan sebelumnya.
4. Menentukan nilai minimum tutupan awan pada setiap daerah kabupaten/kota yang ada di Provinsi Maluku Utara dengan melihat pada nilai yang terdapat pada colorbar dari peta spasial rata-rata.
5. Melakukan tabulasi data berupa penyediaan nilai minimum tutupan awan dalam bentuk tabel.

2.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 6. Bagan Alir