

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

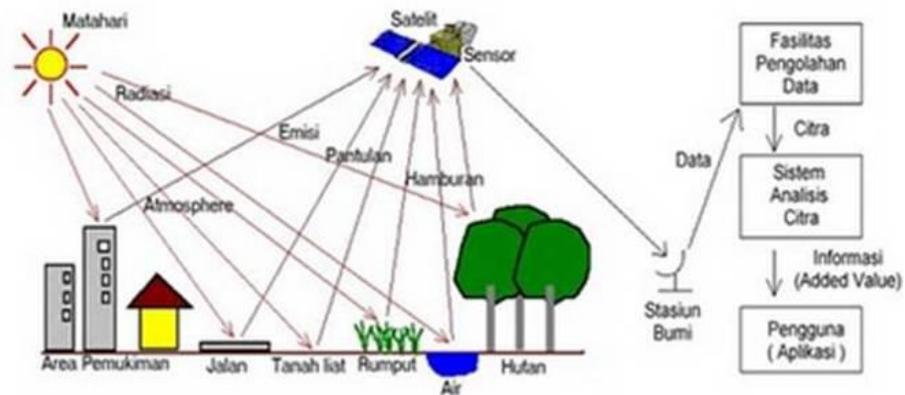
Penginderaan Jauh atau Inderaja (*Remote Sensing*) adalah ilmu, seni, dan teknik pengambilan data/informasi tentang objek yang ada di permukaan bumi tanpa kontak langsung dengan objek yang bersangkutan. Inderaja adalah teknik yang dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisis data/informasi tentang bumi, dimana data/informasi tersebut berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi dan ditangkap oleh suatu sistem sensor. Perekaman data/informasi oleh sensor dilakukan jauh di angkasa karena sensor yang digunakan untuk melakukan perekaman ditempatkan pada wahana satelit yang mengorbit mengelilingi bumi [1].

Untuk melakukan penginderaan jauh disamping diperlukan alat sensor, juga diperlukan sistem stasiun penerima dan pengolah data untuk menghasilkan *raw data* yang akan dimanfaatkan oleh para pengguna (*users*). Resolusi citra satelit bervariasi tergantung pada sistem instrumen sensor yang digunakan dan ketinggian orbit satelit. Misalnya, arsip Landsat citra berulang pada resolusi 30 meter. Sebuah sensor harus mampu memberikan resolusi spasial, *spectral* dan temporal yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang diinginkan *users* [7].

Prinsip perekaman oleh sensor dalam pengambilan data melalui metode penginderaan jauh dilakukan berdasarkan perbedaan daya reflektansi energi elektromagnetik masing-masing objek di permukaan bumi. Daya reflektansi yang berbeda-beda oleh sensor akan direkam dan didefinisikan sebagai objek yang berbeda yang dipresentasikan dalam sebuah citra. Energi elektromagnetik bagi sistem pasif berasal dari energi radiasi matahari dengan melalui atmosfer terlebih dahulu kemudian berinteraksi dengan objek dipermukaan bumi. Energi

radiasi matahari tidak semua sampai di permukaan bumi karena sebagian diserap dan sebagian dihamburkan di atmosfer. Energi yang sampai dipermukaan bumi sebagian dipantulkan atau dipancarkan kembali oleh objek-objek di permukaan bumi, dan direkam oleh sensor penginderaan jauh [8].

Didalam pelaksanaan operasi keseharian sensor indera yang ada di dalam sistem satelit merekam permukaan bumi, kemudian hasil rekaman ini dikirimkan ke stasiun penerima data yang berlokasi di permukaan bumi. Beberapa pra-pemrosesan terjadi di stasiun penerima, dan kemudian data hasil pra-pemrosesan dalam bentuk citra satelit diserahkan kepada pengguna untuk dimanfaatkan sesuai dengan keperluan masing-masing pengguna [9]. Proses radiasi dari matahari sampai terjadi perekaman oleh sensor yang kemudian diterima oleh stasiun penerima dapat dilihat seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Proses Penginderaan Jauh [10].

Seperti telah disinggung di atas, deteksi dan pemisahan objek rupabumi mencakup pendeteksian dan perekaman energi radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan oleh objek atau material permukaan. Objek yang berbeda akan memberikan nilai dan jenis yang berbeda pada spektrum elektromagnetik. Sistem penginderaan jauh menggunakan sensor yang dibawa satelit pada pesawat terbang dapat berupa sistem aktif dan pasif. Sistem sensor aktif

menggunakan energi yang dipancarkan oleh sensor yang berada dalam pesawat atau satelit itu sendiri. Sedangkan sistem sensor pasif mengandalkan iluminasi (pencahayaan) dari matahari [9].

Spektrum elektromagnetik yang sering digunakan dalam penginderaan jauh ialah spektrum *visible* (tampak) yang memiliki panjang gelombang antara 0,4 mikrometer hingga 0,7 mikrometer. Spektrum elektromagnetik merupakan spektrum yang sangat luas, namun hanya sebagian kecil yang digunakan dalam penginderaan jauh dikenal pula istilah *band* dan *channel* (saluran dan pita). *Band* digunakan untuk menyebut bagian yang lebih sempit dari spektrum, misalnya pada spektrum *visible* terdapat *band* biru, *band* hijau, dan *band* merah. Penggunaan beberapa spektrum/*band* untuk perekaman daerah yang sama dimaksudkan untuk memudahkan interpretasi objek, karena pada *band* tertentu mungkin objek tidak dapat dikenali tetapi dapat dikenali dengan *band* lainnya [11].

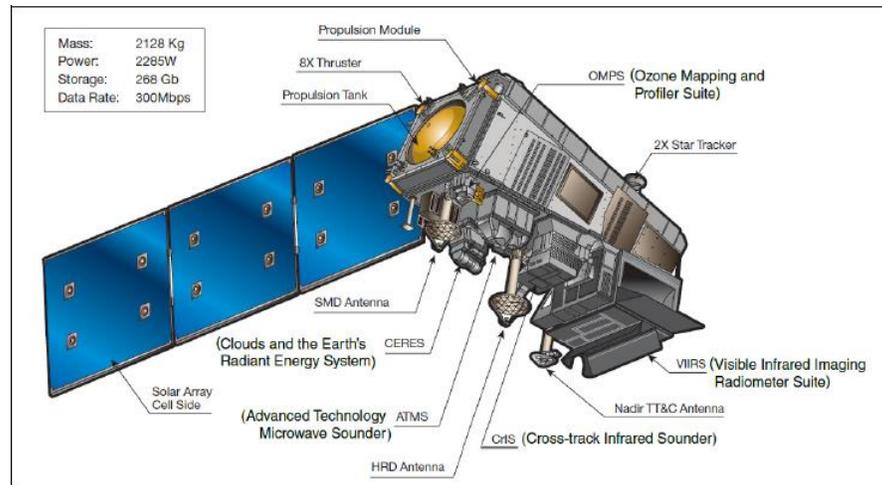
2.2 Soumi NPP VIIRS

SNPP VIIRS atau *Suomi National Polar-Orbiting Partnership Visible Infrared Imager Radiometer Suite* dirancang untuk meningkatkan kemampuan *low light imaging* dari DMSP dan melanjutkan spektral *band* inti yang sudah dikembangkan MODIS. Soumi NPP-VIIRS merupakan radiometer yang digunakan untuk mendapatkan citra visibel dan *infrared* objek di permukaan bumi, atmosfer, dan laut [4].

2.2.1 Satellite Soumi NPP (*National Polar-Orbiting Partnership*)

Satelit *Soumi NPP (National Polar-Orbiting Partnership)* diluncurkan pada tanggal 27 Oktober 2011 dan mengorbit polar *sun-synchronous* pada ketinggian 824 km dari permukaan bumi dan melintas ekuator (*equator crossing*). Satelit S-NPP membawa 5 sensor yaitu *Visible Infrared Imager*

Radiometer Suite (VIIRS), Cross-track Infrared Sounder (CrIS), Advanced Technology Microwave Sounder (ATMS), Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS), dan Cloud and Earth Radiant Energy System (CERES), setiap sensor tersebut terdapat pada Konfigurasi satelit Soumi NPP diperlihatkan seperti pada Gambar 2.2 [4].



Gambar 2. 2 Konfigurasi Satelit Soumi NPP [4].

Satelit NPP merupakan proyek kerjasama antara *Navy International Programs Office (NIPO)* dan *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. Sensor NPP dapat digunakan untuk mengumpulkan data atmosfer, daratan, dan lautan secara global baik digunakan untuk aplikasi meteorologi maupun aplikasi klimatologi. Stasiun Bumi Satelit Penginderaan Jauh Parepare LAPAN sudah mulai melakukan akuisisi terhadap data satelit S-NPP dan sudah menerima *raw data* sejak bulan Mei 2012 [4].

NPP yang diluncurkan pada tahun 2011 merupakan satelit pertama dari satelit-satelit generasi baru yang akan digunakan untuk mengamati lebih banyak lagi aspek dari perubahan planet bumi. Satelit tersebut utamanya dirancang untuk mengumpulkan data penting yang diperlukan untuk

meningkatkan kemampuan prediksi cuaca jangka pendek dan pemahaman mengenai perubahan iklim jangka panjang [4].

2.2.2 VIIRS (*Visible Infrared Imager Radiometer Suite*)

VIIRS merupakan salah satu sensor satelit Soumi NPP generasi terbaru yaitu seri satelit dari sistem pemantauan Bumi (*EOS/ Earth Observing System*) milik Amerika Serikat. Sensor VIIRS diluncurkan pada tanggal 28 Oktober 2011 [12].

Sensor VIIRS terdiri dari 22 *band* dengan liputan *band* spektral sebesar 0,412 μm hingga 12 μm . Dari 22 *band* spektral berbeda yang dimiliki sensor VIIRS, 16 *band* merupakan *band* resolusi sedang (*M-band*) yang memiliki resolusi spasial 750 m di nadir, enam *band* lainnya terdiri dari lima *band* resolusi pencitraan (*I-band*), yang memiliki resolusi spasial 375m pada titik nadir, dan satu *band* pankromatik siang/malam (*Day Night Band* (DNB)) dengan resolusi spasial 750m. Secara umum sensor VIIRS hampir memiliki kesamaan dengan sensor *Moderate resolution Imaging Spectroradiometers* (MODIS) yang terdapat pada satelit *Terra* dan *Aqua* yang saat ini telah beroperasi, namun memiliki perbedaan dalam hal lebar cakupan lebih besar (+ 3040 km) dan resolusi spasial lebih baik [12].

Resolusi radiometrik yang dimiliki oleh citra VIIRS mencapai 14 bit dan mampu mendeteksi batas limit cahaya sampai dengan $2\text{E}^{-11}\text{Watt/cm}^2/\text{sr}$ sehingga citra VIIRS memiliki kapabilitas untuk mendeteksi api dan cahaya di malam hari. VIIRS memiliki teknologi sensor yang dilengkapi dengan *Day Night Band* (DNB) yaitu salah satu *band* yang menghasilkan data yang dapat memberikan informasi polusi cahaya dan jumlah tutupan awan; datanya dapat dicari atau diperoleh langsung dari website NOAA.

DNB merupakan *pachromatic solar reflective band* yang mampu mendeteksi cahaya di malam hari yang dimiliki VIIRS (VIIRS-DNB) untuk melakukan deteksi cahaya rendah pada kondisi malam hari dan memiliki kemampuan untuk melihat pantulan cahaya permukaan bumi terutama di malam hari seperti kebakaran, petir, lava gunung berapi, lampu perkotaan, biolum, *gas flare*, dan lampu kapal besar (penangkap ikan atau kapal penumpang), *band* ini berfungsi untuk memindai dan merekam keadaan bumi pada waktu malam [13].

VIIRS merupakan instrumen sensor untuk mendeteksi panjang gelombang cahaya hijau hingga *infrared* dan menggunakan filter untuk mengamati sinar redup seperti lampu kota, cahaya api, cahaya aurora, kebakaran dan pantulan sinar bulan. Dalam citra satelit ini, cahaya aurora, kebakaran dan cahaya semu (efek pembiasan, pantulan dsb) telah dihilangkan untuk lebih menampilkan cahaya lampu penerangan misalnya kawasan perkotaan atau kawasan lainnya [14]. Salah satu pandangan malam hari yang diperoleh dari citra komposit yang dikeluarkan oleh NASA menggunakan satelit SUOMI NPP yang diambil dari pertengahan April hingga akhir Oktober tahun 2012 diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Pulau Sumatera pada malam hari [15].

Suomi-NPP bisa melewati titik yang sama dua kali sehari pada sekitar pukul 01.30 dini hari dan 13.30 siang hari waktu setempat. Teknologi Soumi NPP memungkinkan para peneliti mempelajari atmosfer, darat, dan laut saat malam hari. Sehingga sangat mudah untuk mengidentifikasi lampu-lampu kota yang menunjukkan pusat-pusat populasi padat, yang bersumber dari aktivitas manusia di daratan. Pada kawasan perairan misalnya untuk sumberdaya perikanan tangkap bisa diidentifikasi adanya aktivitas nelayan melalui lampu-lampu kapal penangkap ikan yang besar [14].

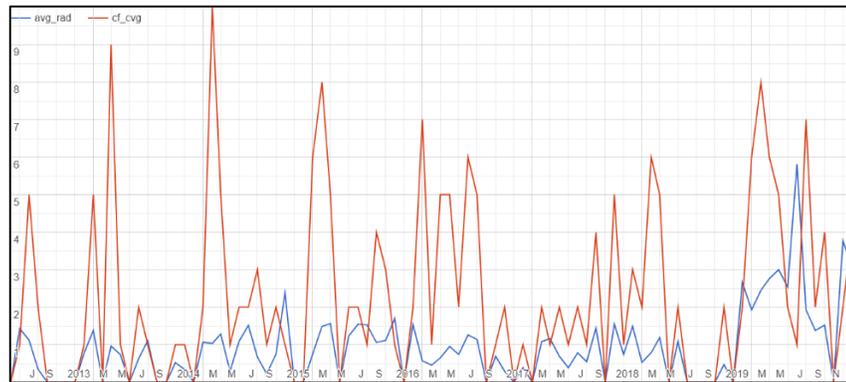
2.2.3 Pemanfaatan satelit Soumi NPP VIIRS

Satelit Suomi NPP secara umum dirancang untuk meningkatkan kemampuan pemantauan lingkungan global dan mengetahui dinamika kondisi atmosfer, awan, lautan, vegetasi, dan kondisi es di permukaan bumi. Data VIIRS juga dapat dimanfaatkan dalam pengamatan perubahan iklim global, kondisi *ozone* di atmosfer serta suhu permukaan laut dan daratan, memantau kondisi lapisan es di darat dan di laut, dan memantau

bencana alam seperti; erupsi gunung api, kebakaran lahan, kekeringan, serta keberadaan badai dan angin topan [12].

Bersesuaian dengan uraian sebelumnya pemanfaatan VIIRS untuk mendeteksi objek cahaya lampu di permukaan bumi pada malam hari (tampilan malam) dimungkinkan oleh adanya DNB. Pencitraan malam hari memberikan pandangan intuitif tentang bumi, kata William Stefanov (2012), seorang ilmuwan di kantor program Stasiun Luar Angkasa Internasional NASA. Lampu-lampu kota adalah sarana yang sangat baik untuk melacak pertumbuhan perkotaan dan pinggiran kota, yang menjadi masukan bagi perencanaan untuk penggunaan energi dan bahaya perkotaan, untuk mempelajari pulau-pulau panas perkotaan, dan untuk menginisialisasi model iklim [14].

Informasi data VIIRS dapat diperoleh dari website resmi dari NOAA, dan juga dapat diperoleh dari *Google Earth Engine*. Salah satu jenis data VIIRS dalam *Google Earth Engine* yaitu data *VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1* yang memiliki 2 *band* yaitu nilai cahaya DNB rata-rata (*avg_rad*) dan jumlah total pengamatan (*cf_cvg*) dengan resolusi *15 arc seconds*. Data VIIRS dikumpulkan setiap bulan, ada banyak area atau wilayah di dunia yang tidak mendapatkan cakupan data berkualitas baik di bulan-bulan tertentu, dapat disebabkan oleh tutupan awan terutama di daerah tropis atau karena penerangan matahari, seperti yang terjadi pada wilayah kutub di bulan-bulan musim panas. Data yang diperoleh berupa grafik *nighttime* yang mengindikasikan waktu perekaman objek, nilai *band avg_rad* dan *band cf_cvg*. Lihat Gambar 2.4 yang terkait dengan wilayah penelitian tahun 2012 hingga 2019 [16].



Gambar 2. 4 Grafik data *Nighttime* [17].

Grafik *nighttime* seperti pada gambar yang diperoleh dapat digunakan untuk mengidentifikasi ada tidaknya perubahan objek di permukaan bumi yang berhubungan dengan perkembangan wilayah, jika grafik *nighttime* meningkat semakin tinggi pula nilai intensitas cahaya malam yang diperoleh, hal ini dapat menandakan adanya perubahan/ perkembangan di wilayah tersebut [16].

2.3 Citra Landsat 8

Citra satelit Landsat adalah salah satu citra satelit sumberdaya alam yang mempunyai resolusi spasial 30 m x 30 meter. Pada penelitian ini menggunakan data reflektansi Landsat 8 *Top of Atmosphere* (TOA) yang dapat diakses terbuka dalam *Google Earth Engine* (GEE). Banyak citra Landsat yang tersedia dalam GEE telah diproses ke tingkat geometris dan akurasi medan yang relatif tinggi. Data reflektansi Landsat 8 TOA dari Koleksi 1 Tier 1 merepresentasikan citra kualitas tertinggi yang tersedia di koleksi Landsat 8. *Scene* dalam koleksi Tingkat 1 secara konsisten didaftarkan secara geografis, yang berarti semua citra dikoreksi untuk perpindahan menggunakan titik kontrol tanah dan data model ketinggian digital. Dalam koleksi Tingkat 1, semua citra didaftarkan dengan *error root-mean-square* (RMSE) ≤ 12 m. Pendaftaran geometris ini memastikan korespondensi piksel-ke-piksel yang diperlukan untuk integrasi citra multi-temporal [18].

Selain set data yang terdaftar secara geometris, normalisasi radiometrik diperlukan saat menggunakan citra multi-temporal, normalisasi ini memastikan bahwa sifat spektral-radiometrik konsisten di seluruh pengamatan yang dilakukan pada hari yang berbeda atau dengan sensor yang berbeda. Kalibrasi radiometrik melibatkan konversi angka digital mentah dan belum diproses (DN) untuk setiap *band* spektral yang terdapat dalam *scene* Landsat tertentu menjadi nilai pancaran pada sensor yang memperhitungkan kekhususan sensor yang memperoleh citra, termasuk perubahan pengukuran, kerusakan mekanis, atau penurunan kualitas dalam kualitas sensor. Untuk koleksi *Tier 1* semua citra dalam koleksi ini telah dikalibrasi secara radiometrik untuk memastikan konsistensinya dengan *scene* lain [18].

2.4 Klasifikasi Citra Landsat

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisa citra dengan bantuan komputer. Pengolahan citra dan pengenalan pola menjadi bagian dari proses pengenalan citra. Kedua aplikasi ini akan saling melengkapi untuk mendapatkan ciri khas dari suatu citra yang akan dikenali. Interpretasi citra adalah tindakan mengkaji foto atau citra dengan maksud untuk mengenali objek dan gejala serta menilai arti pentingnya objek dan gejala tersebut. Deteksi merupakan pengenalan awal dengan melihat foto udara atau citra secara keseluruhan. Identifikasi merupakan pembacaan ciri-ciri (spektral, spasial, dan temporal) dari setiap objek. Analisis merupakan penguraian dan pengklasifikasian data hasil identifikasi sehingga menghasilkan bentuk tabel, grafik dan atau peta tematik. Pada proses pengolahan data citra Landsat pada penelitian ini melakukan metode untuk memperoleh informasi dari data penginderaan jauh yang paling sering digunakan ialah klasifikasi multispektral berdasarkan analisis terhadap reflektansi. Klasifikasi citra multispektral dilakukan menggunakan dua metode klasifikasi yaitu *supervised classification* dan *unsupervised classification* [19].

Klasifikasi *supervised* (terbimbing) adalah klasifikasi digital dimana pengkelasan pola-pola penutup penggunaan lahan. Klasifikasi *unsupervised* (tidak terbimbing) metode klasifikasi tidak terbimbing dilakukan pengelompokan nilai-nilai piksel pada suatu citra oleh komputer ke dalam kelas-kelas nilai (spektral, temporal, spasial) dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Pada metode klasifikasi tidak terbimbing, proses pengolahan data didahului dengan operator melakukan analisis secara visual untuk menentukan jumlah kelas (*cluster*) yang akan dibuat. Kemudian setelah mendapatkan jumlah kelas pola lahan, data citra diolah berdasarkan kelas-kelas nilai dikelompokkan oleh computer menggunakan algoritma tertentu. Dari kelas pola yang diperoleh, bisa juga dilakukan penggabungan beberapa kelas yang dianggap memiliki informasi yang sama menjadi satu kelas tertentu pada citra didasarkan masukan dari operator [20].

Dalam penelitian ini memanfaatkan klasifikasi citra *unsupervised* Iso data. Klasifikasi Iso Data mengklasifikasikan kelas secara merata. Piksel-piksel diklasifikasikan ke kelas terdekat. setiap iterasi kalkulasi ulang sarana dan mereklasifikasi piksel sehubungan dengan cara baru. Iteratif membagi kelas, penggabungan dan menghapus dilakukan berdasarkan parameter input *threshold*. Semua piksel diklasifikasikan ke kelas terdekat kecuali deviasi standar atau ambang batas jarak yang ditentukan, dalam hal ini beberapa piksel mungkin *unclassified* jika tidak memenuhi kriteria yang dipilih. Proses ini berlanjut sampai jumlah piksel dalam setiap perubahan kelas kurang dari ambang perubahan piksel yang dipilih atau jumlah maksimum iterasi tercapai [21].

2.5 Perkembangan Wilayah

Tingkat perkembangan suatu wilayah pada dasarnya merupakan fungsi dari lingkungan alam, penduduk, kegiatan ekonomi, sosial interaksi antara lingkungan alam, penduduk, kegiatan ekonomi dan sosial pada gilirannya akan mempengaruhi tingkat perkembangan wilayah. Komponen berbagai fungsi tersebut seperti

lingkungan alam berhubungan dengan aksesibilitas wilayah yang meliputi luas wilayah, jarak ke ibukota kabupaten dan panjang jalan, sedangkan dari segi penduduk berhubungan dengan jumlah penduduk dan kepadatannya, serta kegiatan ekonomi dan sosial berhubungan dengan jumlah fasilitas sarana sosial dan ekonomi yang mempengaruhi dalam menunjang kebutuhan penduduk di wilayah tersebut [22].

Secara geografis perkembangan wilayah cenderung tidak seimbang, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan berbagai macam jenis potensi baik sumber daya alam maupun sumber daya manusianya [22].

Adapun faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *backwash effects* adalah:

1. Corak perpindahan penduduk dari wilayah yang masih terbelakang ke wilayah maju. Adanya perkembangan ekonomi di wilayah-wilayah yang lebih maju merupakan daya tarik bagi tenaga kerja yang berpendidikan/berkualitas untuk meningkatkan taraf hidup yang lebih baik. Sedangkan di wilayah terbelakang, yang ada hanyalah orang-orang yang umumnya lebih konservatif. Keadaan demikian tidak menguntungkan bagi perkembangan wilayah yang masih terbelakang karena setiap saat kehilangan putra-putri daerahnya yang bermutu.
2. Arus investasi yang tidak seimbang. Permintaan modal di wilayah terbelakang biasanya sangat minimal, disamping itu produktivitasnya pun sangat rendah sehingga tidak merangsang bagi penanaman modal dari luar, bahkan modal dari dalam justru terus mengalir ke luar (wilayah yang lebih maju) karena lebih terjamin untuk menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi.
3. Pola dan aktivitas perdagangan yang didominasi oleh industri-industri di wilayah yang lebih maju, sehingga wilayah terbelakang sangat sukar mengembangkan pasar bagi hasil-hasil industrinya.

4. Adanya jaringan-jaringan pengangkut yang lebih maju, sehingga kegiatan produksi dan perdagangan dapat dilaksanakan lebih efisien (menguntungkan) [22].

2.6 Kebijakan Tol Laut

Negara Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia sehingga transportasi laut menjadi tulang punggung untuk distribusi barang yang berdampak langsung terhadap pengurangan disparitas harga bahan pokok dan bahan penting antara Jawa dan luar Jawa serta konektivitas Pulau Jawa sebagai pusat produksi dan konsumsi barang dari/ke luar Jawa. Keberpihakan terhadap transportasi laut dan logistik harus dilakukan secara terus menerus sampai terjadi keseimbangan perkembangan wilayah sehingga angkutan laut dan logistik menjadi relatif seimbang [23].

Dasar dari penyelenggaraan tol laut adalah Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 106 Tahun 2015 Nomor 106 Tahun 2015 tentang penyelenggaraan kewajiban pelayanan publik untuk angkutan barang di laut (Perpres Tol Laut) pada tanggal 1 Oktober 2015 lalu. Tol Laut merupakan rute transportasi laut mulai dari Sumatera sampai Papua dengan melewati semua pelabuhan utama di Indonesia. Dengan mewujudkan konsep tol laut, kapal-kapal besar akan terus berlayar dari ujung barat sampai timur sehingga memudahkan transportasi barang, jasa, dan orang ke seluruh wilayah Indonesia. Di dalam pelaksanaannya tol laut didukung oleh kapal-kapal besar yang lalu lalang di seluruh perairan Indonesia. Untuk pelabuhan-pelabuhan besar di Indonesia akan didukung oleh kapal yang berukuran kecil tugasnya menjangkau wilayah yang tidak terjamah kapal besar [24].

Tol Laut adalah konektivitas laut yang efektif berupa adanya kapal yang melayari secara rutin dan terjadwal dari barat sampai ke timur Indonesia. Tol Laut bertujuan untuk mengembangkan ekonomi maritim, dengan menjadikan laut sebagai basis

konektivitas produksi dan pemasaran antar daerah/pulau di Indonesia dan *regional*. Dalam forum rektor Indonesia tahun 2015 menyatakan sebagai negara kepulauan yang memiliki laut yang luas dan garis pantai yang panjang, sektor maritim dan kelautan berperan penting bagi Indonesia baik dalam aspek ekonomi dan lingkungan, sosial budaya, hukum dan keamanan [25].

Dalam pelaksanaan program tol laut pelabuhan menjadi salah satu komponen yang sangat berperan, pelabuhan (*port*) merupakan suatu daerah perairan yang terlindung dari gelombang dan digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal maupun kendaraan air lainnya yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan penumpang, barang maupun hewan, reparasi, pengisian bahan bakar dan lain sebagainya yang dilengkapi dengan dermaga tempat menambatkan kapal, kran-kran untuk bongkar muat barang, gudang transit, serta tempat penyimpanan barang dalam waktu yang lebih lama, sementara menunggu penyaluran ke daerah tujuan atau pengapalan selanjutnya [25]. Selain itu menurut Triatmodjo pelabuhan merupakan pintu gerbang serta pemelancar hubungan antar daerah, pulau bahkan benua maupun antar bangsa yang dapat memajukan daerah belakangnya atau juga dikenal dengan daerah pengaruh.

Pembangunan pelabuhan menjadi salah satu yang hal penting untuk pendukung tol laut tersebut. Pembangunan pelabuhan telah dilakukan diberbagai penjuru tanah air, sekitar 80 % terdapat di wilayah timur Indonesia, sedangkan sisanya tersebar di wilayah tengah dan barat Indonesia. Di wilayah barat dilakukan pembangunan pelabuhan di Pulau Sumatera berfungsi untuk melayani pelayaran kapal perintis. Adapun jaringan trayek kapal perintis meliputi trayek R-1, R-2 dan R-3 dengan kapal-kapalnya antara lain KM. Sabuk Nusantara 35, KM. Sabuk Nusantara 37, dan Kapal Coaster sebesar 1200 DWT. Enam pelabuhan tersebut antara lain Pelabuhan Calang dan Pelabuhan Singkil di Provinsi Aceh. Pelabuhan Sirombu dan Pelabuhan Tanjung Tiram di Provinsi Sumatera Utara, Pelabuhan Tua Pejat di Provinsi Sumatera Barat serta Pelabuhan Sadai di Provinsi Bangka Belitung [6].

Selain itu di Sumatera pembangunan juga dilakukan di Pelabuhan Panjang dimana pembangunan tol laut Pelabuhan Panjang merupakan salah satu *alternative* mengatasi permasalahan kepadatan lalu lintas yang ada serta jaringan konektivitas untuk distribusi logistik dari Pelabuhan Tanjung Priok ke Pelabuhan Panjang atau sebaliknya sesuai dengan kebijakan pemerintah pusat dan tertuang dalam rencana kerja pemerintah daerah tahun 2016 dalam bentuk Peraturan Gubernur nomor 16 Pembangunan tol laut. Tol laut Pelabuhan Panjang Lampung diresmikan pada tanggal 22 Juni 2016, Pelabuhan Panjang terletak di Teluk Lampung dibagian selatan Pulau Sumatera [26].

2.7 Time Series

Data berkala atau *time series* adalah data yang biasanya digunakan untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan/peristiwa /kegiatan. Biasanya jarak atau interval dari waktu ke waktu sama rangkaian waktu, data berkala atau *time series* merupakan serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala, ataupun variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan waktu terjadinya, dan kemudian disusun sebagai data statistik [27]. *Time series* dapat berisi satu atau lebih dari empat komponen salah satunya yaitu *trend*. *Trend* adalah pergerakan jangka panjang dari suatu *Time series*. Setiap kenaikan atau penurunan, nilai variabel yang terjadi selama periode beberapa tahun memberikan *trend*. *Trend* ini dapat berupa linier atau non-linier dan jenis *trend* lain seperti parabola (kuadrat) dan logaritmik (eksponensial) [28]. Garis lurus yang digambarkan pada grafik menunjukkan sistem koordinat persegi panjang, yang dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$\check{Y} = a + b.X \quad (2.1)$$

Dimana:

\check{Y} : nilai dugaan periode waktu ke-X.

X: periode waktu

a: titik potong garis kecendrungan (*trend*) dengan sumbu Y

b: koefisien arah garis kecendrungan (*trend*)

Berdasarkan diagram pencarnya, model *trend* linear dapat terus meningkat atau terus menurun dalam jangka waktu yang lama. Maka, bentuk *trend* linear dapat dibedakan menjadi:

1. *Trend* positif = trend meningkat

$$\check{Y} = a + b.X \quad (2.2)$$

2. *Trend* negatif = trend menurun

$$\check{Y} = a - b.X \quad (2.3)$$

Jika diagram pencarnya berbentuk linear maka ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam analisis selanjutnya. Seperti metode *trend* tangan bebas, metode *trend* semi *average* dan metode *trend least square*. Pada penelitian ini memanfaatkan *trend* tangan bebas yaitu metode paling sederhana untuk menemukan garis *trend*. Itu Prosedur pertama melibatkan *plotting* dari deret waktu pada grafik dan pemasangan garis lurus garis melalui titik-titik yang diplot sedemikian rupa sehingga garis lurus menunjukkan *trend* seri [29].

2.8 Persamaan Garis dan Gradien

Persamaan garis lurus adalah persamaan garis yang jika digambar dalam bidang koordinat Kartesius grafiknya berupa garis lurus. Bentuk umum dari persamaan garis lurus adalah

$$ax + by + c = 0 \quad (2.4)$$

di mana c adalah konstanta. Dalam persamaan garis lurus terdapat kemiringan garis atau gradien. Kemiringan garis atau gradien garis atau kecondongan garis adalah konstanta atau bilangan yang menentukan kedudukan/posisi garis tertentu.

Kemiringan garis atau gradien garis atau kecondongan garis dikelompokkan ke dalam tiga kategori yaitu kemiringan garis positif, kemiringan garis nol dan kemiringan garis negatif [30]. Sebuah garis memiliki kemiringan/gradien positif apabila posisi garis itu miring ke kanan (jatuh ke arah kanan), kemiringan/gradien garis nol apabila garis tersebut sejajar sumbu x, dan kemiringan/gradien garis negatif apabila posisi garis itu miring ke kiri (jatuh ke arah kiri). Gradien atau kemiringan garis (m) adalah konstanta yang ditentukan oleh perbandingan selisih ordinat dengan selisih absisnya atau

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2.5)$$

Sebuah garis tegak lurus sumbu x atau sejajar sumbu y didefinisikan tidak memiliki kemiringan/gradien [31].

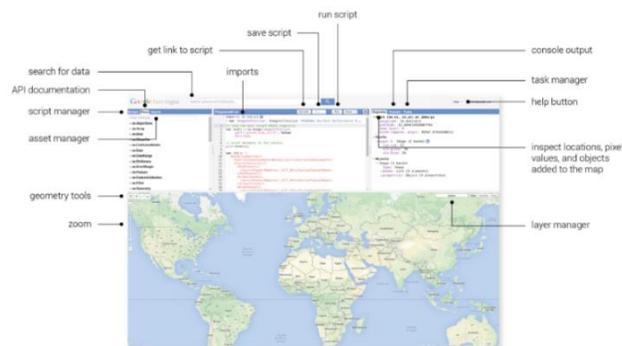
2.9 Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) merupakan sebuah inovasi teknologi geospasial dari *Google*, dan *Google Earth Engine* juga dapat diartikan sebagai arsip penginderaan jauh dengan petabyte data di satu lokasi dan sebagai sebuah *platform* berbasis *cloud* atau Pemrosesan geospasial berbasis *cloud platform* untuk mengeksekusiskala besar untuk analisa data geospasial terutama data raster dan *Google Earth Engine* merupakan platform untuk data *processing* [32].

Google Earth Engine adalah *platform* komputasi yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan analisis geospasial pada infrastruktur *Google*. Ada beberapa cara untuk berinteraksi dengan *platform* yaitu *Code Editor* adalah IDE berbasis web untuk menulis dan menjalankan *script*. *Client libraries* menyediakan Python dan *JavaScript* di sekitar API web di *google earth Engine* [32].

1. Code editor

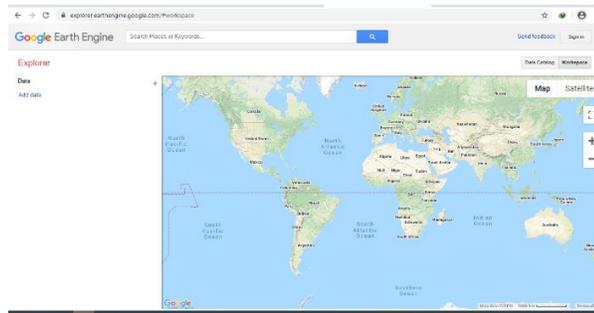
Code Editor Earth Engine di code.earthengine.google.com adalah IDE berbasis web untuk *Earth Engine JavaScript API* hal ini membutuhkan pengguna untuk masuk dengan akun *Google* yang telah diaktifkan untuk akses *Earth Engine*. Fitur *code editor* dirancang untuk membuat pengembangan alur kerja geospasial yang kompleks menjadi cepat dan mudah [32]. *Code Editor* memiliki elemen-elemen seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Platform code editor google Earth Engine [32].

2. Explorer

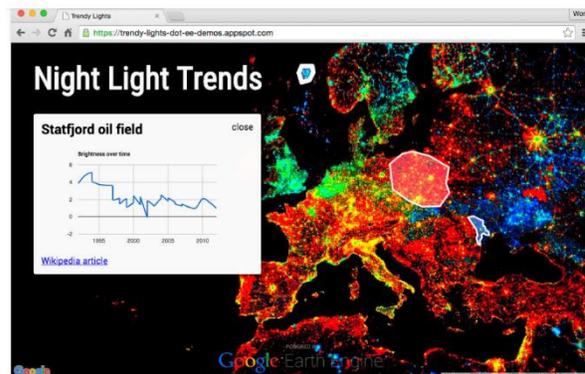
Explorer adalah aplikasi web yang ringan untuk menjelajahi katalog data dan menjalankan analisis sederhana atau *Explorer* adalah antar muka web sederhana ke API *Earth Engine*. Ini memungkinkan siapa saja untuk memvisualisasikan data dalam katalog data publik. pengguna *Earth Engine* yang sudah masuk juga dapat mengimpor data, menjalankan analisis sederhana, menyimpan, dan mengeksport hasilnya [32]. Tampilan *platform explorer* pada *Google Earth Engine* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Platform Explorer [32].

3. Client libraries

Client libraries menyediakan fungsi *JavaScript* dan *Python wrapper* untuk *Earth Engine* API. Klien dapat menggunakannya untuk membuat aplikasi khusus dan mengembangkan kode *Earth Engine* secara lokal menggunakan penerjemah *JavaScript* atau *Python* [32]. Tampilan *client libraries* pada *Google Earth Engine* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 7 Platform Client libraries [32]

Google Earth Engine memiliki beberapa Kelebihan yaitu:

- a. Memiliki akses terhadap data citra satelit dan data lainnya dengan jumlah yang sangat besar (*petabyte*), dan terus di update.
- b. *Processing* data berjalan secara *cloud* dan *parallel* di server *Google*.

- c. Memiliki algoritma-algoritma data *processing* yang cukup banyak dan terus disempurnakan oleh *Google Engineer* dan diuji oleh komunitas, sehingga algoritma tersebut menjadi semakin baik dan teruji.
- d. Dipakai oleh peneliti, akademisi dan berbagai lembaga di dunia untuk berbagai aplikasi.
- e. Dengan *Application Programming Interface (API)* yang tersedia untuk *Java Script* dan *Python*, memungkinkan pengguna untuk melakukan pengolahan data yang lebih kompleks sesuai dengan kebutuhannya.
- f. Dukungan dokumentasi yang cukup lengkap bagi para pemula untuk menggunakan *platform* ini [33].