

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum

2.1.1 Kabupaten Penajam Paser

Kabupaten Penajam Paser adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur. Kabupaten Penajam Paser memiliki luas wilayah 3.333,06 km² terdiri dari daratan seluas 3.060,82 km² dan luas laut 272,24 km² yang terdiri dari 22 pulau dengan 4 kecamatan, 54 kelurahan. Sensus penduduk pada tahun 2020 mencatat penduduk Kabupaten Penajam Paser sebanyak 183.000 jiwa. Dibandingkan dengan hasil sensus sebelumnya, jumlah penduduk Kabupaten Penajam Paser terus mengalami peningkatan. Dalam jangka waktu sepuluh tahun sejak tahun 2010, jumlah penduduk Kabupaten Penajam Paser memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,32% (Badan Pusat Statistik, 2023). Kabupaten Penajam Paser Utara memiliki total luas hutan dan perairan 146.271 hektar, yang terdiri dari hutan lindung seluas 0 hektar, suaka alam 6.965 hektar, hutan produksi terbatas 28.209 hektar, hutan produksi tetap 111.007 hektar, dan hutan produksi yang dapat dikonversi 90 hektar. (Badan Pusat Statistik, 2023).

2.2 Vegetasi

Vegetasi merupakan kumpulan tumbuh-tumbuhan, biasanya terdiri dari beberapa jenis yang hidup bersama-sama pada suatu tempat. Dalam mekanisme kehidupan bersama tersebut terdapat interaksi yang erat, baik diantaranya sesama individu penyusun vegetasi itu sendiri maupun dengan organisme lainnya sehingga merupakan suatu sistem tumbuh serta dinamis (Marsono, 1977). Vegetasi, tanah, dan iklim berhubungan erat dan pada tiap-tiap tempat mempunyai keseimbangan yang spesifik. Vegetasi di suatu tempat akan berbeda dengan vegetasi di tempat lain karena berbeda pula faktor lingkungannya. Analisis vegetasi biasanya dilakukan oleh para ilmuwan ekologi untuk mengetahui kelimpahan jenis serta struktur (kerapatan tumbuh, pelapisan tajuk, dll) vegetasi suatu tempat. Dengan menganalisis persebaran floristik maka ilmuwan ekologi lebih mudah untuk mempelajari suatu komunitas tumbuhan (Irwanto, 2007).

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh atau *remote sensing* adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang objek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979). Alat yang dimaksud dalam pengertian diatas adalah alat pengindera atau sensor.

Pada umumnya sensor dibawa oleh wahana baik berupa pesawat, balon udara, satelit maupun jenis wahana yang lainnya (Sutanto,1987). Hasil perekaman oleh alat yang dibawa oleh suatu wahana ini selanjutnya disebut sebagai data penginderaan jauh. Lindgren (1985 dalam Sutanto, 1987) mengungkapkan bahwa penginderaan jauh adalah berbagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi, informasi ini khusus berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi. Dari pendapat beberapa ahli di atas dapat disimpulkan bahwa penginderaan jauh terdiri atas 3 komponen utama yaitu objek yang diindera, sensor untuk merekam objek dan gelombang elektronik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi. Interaksi dari ketiga komponen ini menghasilkan data penginderaan jauh yang selanjutnya melalui proses interpretasi dapat diketahui jenis objek area ataupun fenomena yang ada.

Beberapa contoh manfaat pengaplikasian penginderaan jauh adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi tutupan lahan
2. Identifikasi dan monitoring pola perubahan lahan
3. Manajemen dan perencanaan wilayah
4. Manajemen dan eksplorasi sumber daya alam
5. Pertanian dan perkebunan

Berdasarkan Panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan, system dalam penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu: (Soenarmo, 1994)

1. Penginderaan jauh visibel dan inframerah, sumber energi yang digunakan adalah matahari dengan puncak radiasinya $0,5 \mu\text{m}$. Data yang diperoleh tergantung pada kemampuan target merefleksikan radiasi elektromagnetik matahari. Selanjutnya informasi mengenai target dapat diperoleh melalui spektrum refleksinya.
2. Penginderaan jauh inframerah termal, sumber energi yang digunakan adalah energi radiasi dari target yang bersangkutan. Dasarnya adalah, seperti telah 25 dibahas sebelumnya mengenai sifat radiasi elektromagnetik, bahwasemua benda pada temperatur di atas 0°K atau -273°C memancarkan radiasielektromagnetik terus-menerus dengan puncak radiasi $\pm 10 \mu\text{m}$.

2.4 Cloud Computing

Cloud computing atau yang sering disebut dengan komputasi awan

merupakan paradigma yang mana penyimpanan informasi yang didapat secara permanen akan tersimpan di server internet dan informasi dalam bentuk sementara akan disimpan di komputer *client* atau pengguna. *Cloud computing* juga dapat diartikan sebagai penggabungan komputasi dalam suatu jaringan yang berbasis internet yang akan difungsikan untuk menjalankan aplikasi komputer tersebut.

Pada era revolusi industri 4.0 kebutuhan akan proses pengolahan data citra yang *massive* untuk mendapatkan informasi secara cepat, mudah, murah dan akurat mendorong perkembangan teknologi penginderaan jauh. Pengolahan data secara konvensional tidak mampu lagi untuk melakukan hal tersebut. Sistem pengolahan data berbasis internet atau yang biasa disebut *cloud computing* sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Pengguna tidak harus mengunduh data yang cukup besar sehingga dapat menghemat waktu pengunduhan dan kapasitas penyimpanan. Pengolahan data juga dilakukan di server sehingga 13 pengguna tidak harus memiliki perangkat dengan spesifikasi tinggi dan tidak perlu memasang perangkat lunak pengolahan data citra. *Cloud computing* yang saat ini banyak digunakan di dunia adalah *Google Earth Engine* (GEE). GEE menyediakan banyak jenis citra seperti Landsat, Sentinel-1, Sentinel-2, MODIS, DEM, SRTM, dan citra geofisika seperti gravitasi. (Kushardono, 2019).

Pada dasarnya *cloud computing* ini memberikan manfaat yang bersifat *cloud* komputasi yaitu dapat memberikan skalabilitas. Skalabilitas disini merupakan proses untuk menambahkan kapasitas pada *cloud computing* sehingga tanpa membutuhkan peralatan lainnya seperti hardisk, karena *cloud computing* telah menyediakan layanan atau fasilitas untuk menambah kapasitas. Manfaat lainnya yang diberikan *cloud* adalah aksesibilitas, aksesibilitas disini adalah pengguna dapat dengan mudah untuk mengakses data dan informasi yang pengguna butuhkan. Tetapi manfaat yang paling utama dari *cloud computing* ini adalah dalam segi keamanannya.

2.5 Google Earth Engine(GEE)

Google Earth Engine(GEE) merupakan sebuah platform berbasis *cloud computing* untuk analisa data Geospasial terutama data raster dan analisa data lingkungan berskala dunia. Tujuan dari *Earth Engine* adalah untuk pengembangan algoritma interaktif yang bersifat global sehingga mendorong kemampuan big data dalam penginderaan jauh. GEE mampu menawarkan ilmu pengetahuan yang berdampak dengan menggunakan big data untuk membuat progress substansial pada tantangan global terkait dengan dataset geospasial yang sangat besar.

Kelebihan GEE Sehingga layak disebut sebagai revolusier teknologi *remote sensing* adalah memiliki akses terhadap data citra satelit dan data lainnya dengan jumlah yang sangat besar dan terus diperbaharui sehingga tidak perlu mencari sumber citra skala menengah yang tersedia secara publik lagi. Biasanya untuk mendapatkan citra harus melalui platform USGS maupun ESA, namun GEE telah mengumpulkannya menjadi satu di platformnya dan memiliki arsip citra penginderaan jauh berukuran *petabyte* yang siap digunakan sehingga Sangat prakti suntuk analis geografi. (Gorelick dkk., 2017).

GEE memang platform komputasi yang baru-baru ini dirilis oleh *Google* untuk analisis ilmiah berskala *petabyte* dan visualisasi kumpulan data geospasial melalui infrastruktur komputasi kinerja tinggi, (Ravanelli dkk., 2018). Saat ini para peneliti sudah mulai banyak memanfaatkan GEE dalam melakukan penelitian untuk analisis spasial dengan skala besar bahkan dunia karena berbagai kemudahan yang bisa di dapatkan di GEE, seperti ketersediaan data citra yang lengkap dan *realtime*, pengolahan dirancang berbasis *JavaScript* API untuk membuat pengembangan alur kerja geospasial yang kompleks menjadi mudah dan cepat, dan GEE juga menyediakan penyimpanan data berbasis *cloud computing* sehingga hanya cukup akses ke drive data sudah bisa digunakan. Artinya dengan adanya GEE seseorang tidak membutuhkan kekuatan pemrosesan yang besar dari komputer atau perangkat lunak terbaru sehingga peneliti di negara-negara termiskin di dunia juga memiliki kemampuan perangkat lunak yang sama untuk melakukan analisis seperti yang ada di negara paling maju (Mutangadan Kumar, 2019).

2.6 Citra Satelit

Citra (*image* atau *scene*) merupakan representasi dua dimensi dari suatu objek di dunia nyata. Dalam penginderaan jauh, citra merupakan gambaran bagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (Eddy Prahasta, 2008). Citra dapat diimplementasikan dalam dua bentuk yaitu analog dan digital. Salah satu bentuk citra analog adalah foto udara atau peta foto, sedangkan satelit yang merupakan data hasil rekaman sistem sensor merupakan bentuk citra digital. Citra merupakan salah satu dari beragam hasil proses penginderaan jauh. Definisi citra banyak dikemukakan oleh para ahli, salah satu di antaranya pengertian tentang citra menurut (Hornby, 1974) dalam (Sutanto, 1992) yang dapat ditelaah menjadi lima, berikut ini tiga di antaranya:

1. Gambaran atau tiruan dari seseorang atau sesuatu, terutama yang

- terbuat dari kayu, batu, dan sebagainya.
- 2. Gambaran atau gagasan mental, konsep tentang sesuatu atau seseorang.
- 3. Pantulan yang terlihat pada cermin atau melalui lensa kamera.

Citra merupakan gambaran yang terekam oleh kamera atau sensor lainnya dan dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400km dari permukaan bumi. Rekaman tenaga ini setelah diproses menghasilkan datapenginderaan jauh. Data penginderaan jauh dapat berupa data digital atau data numerik untuk keperluan analisis menggunakan *software* komputer. Satelit penginderaan jauh dibedakan menjadi dua macam, yaitu satelit sumber daya alam dan satelit cuaca (kompasiana.com, 2013):

- 1. Citra satelit alam terbagi menjadi 2, yaitu citra satelit resolusi rendah, (SPOT, Landsat, dan ASTER) dan citra satelit resolusi tinggi (IKONOS, Worldview, Quickbird dan Pléiades).
- 2. Citra satelit cuaca terdiri dari MODIS, ATS-1, TIROS-1, AVHRR, GOES, DMSP, NOAA.

Karena citra satelit memiliki sifat resolusi tinggi dan multispektral, citra satelit awalnya digunakan di bidang militer dan lingkungan. Tetapi semakin banyak digunakan dalam bidang produksi peta, pertanian, kehutanan, perencanaan tanah nasional, perencanaan kota dll. Kemungkinan akuisisi data berkala citra satelit yang beragam antara citra satelit hiperspektral dan resolusi tinggi menjadikan citra satelit sumber daya penting untuk pencatatan tanah nasional. Ketersediaan citra satelit kalangan masyarakat umum sekarang memungkinkan semua orang untuk menggunakan gambar satelit lebih banyak sepenuhnya (Upadhyay, 2012).

2.7 Citra Satelit Landsat-8

Landsat 8 memiliki kemampuan untuk merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi. Variasi resolusi spasial mulai dari 15 meter sampai 100 meter serta dilengkapi oleh 11 saluran (band) dengan resolusi spektral yang bervariasi. Landsat 8 dilengkapi dua instrumen sensor yaitu OLI dan TIRS. Landsat 8 mampu mengumpulkan 400 scenes citra atau 150 kali lebih banyak dari Landsat 7 dalam satu hari perekamannya. Sensor utama dari Landsat 8 adalah Operational Land Imager (OLI) yang memiliki fungsi untuk mengumpulkan data di permukaan bumi dengan spesifikasi resolusi spasial dan spektral yang berkesinambungan dengan data Landsat sebelumnya. OLI didesain dalam sistem perekaman sensor *push-broom* dengan empat teleskop cermin, performa *signal- to-noise* yang lebih baik, dan penyimpanan dalam

format kuantifikasi 12-bit. OLI merekam citra pada spektrum panjang gelombang tampak, inframerah dekat, dan inframerah tengah yang memiliki resolusi spasial 30 meter, serta saluran pankromatik yang memiliki resolusi spasial 15 meter. Dua saluran spektral baru ditambahkan dalam sensor OLI ini, yaitu saluran *deep-blue* untuk kajian perairan laut dan aerosol serta sebuah saluran untuk mendeteksi awan cirrus. Saluran *quality assurance* juga ditambahkan untuk mengindikasikan keberadaan bayangan medan, awan, dan lain-lain (USGS, 2013). *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) merupakan sensor kedua yang tersemat dalam Landsat 8. TIRS berfungsi untuk mengindera suhu dan aplikasi lainnya, seperti pemodelan evapotranspirasi untuk memantau penggunaan air pada lahan teririgasi. TIRS merekam citra pada dua saluran inframerah termal dan didesain untuk beroperasi selama 3 tahun.

Resolusi spasial yang dimiliki TIRS adalah 100 meter dan teregistrasi dengan sensor OLI sehingga menghasilkan citra yang terkalibrasi secara radiometrik dan geometrik serta terkoreksi medan dengan Level koreksi 1T dan disimpan dalam sistem 16-bit (USGS, 2013). Landsat 8 memiliki tingkat keabuan (Digital Number [DN]) berkisar antara 0-4096. Tingkat keabuan tersebut jauh lebih besar daripada pada generasi Landsat sebelumnya yang berkisar antara 0-256. Kelebihan tersebut merupakan akibat dari peningkatan sensitivitas Landsat yang semula setiap piksel memiliki kuantifikasi 8-bit sekarang (pada Landsat 8) meningkat menjadi 12-bit. Peningkatan tersebut jelas akan lebih membedakan tampilan objek-objek di permukaan bumi sehingga tampilan lebih halus baik pada saluran pankromatik maupun multispektral serta dapat menurunkan kesalahan interpretasi. Landsat 8 memiliki saluran-saluran dengan resolusi tingkat menengah. Resolusi tersebut setara dengan saluran-saluran pada Landsat 5 dan 7. Oleh karena itu, produk-produk citra yang dihasilkan oleh Landsat 5 dan 7 pada beberapa dekade masih relevan bagi studi data *time series* terhadap Landsat 8. Kelebihan utama dari Landsat 8 adalah akses data yang terbuka bebas dan gratis. Resolusi 30 m dan kuantifikasi 12-bit pada Landsat 8 akan memberikan banyak keuntungan dan informasi penting bagi pengguna. Tambahan pula, produk citra Landsat 8 ini bersifat *time series* tanpa striping (kelemahan Landsat 7 setelah tahun 2003). Penggabungan citra Landsat 8 dengan memanfaatkan citra-citra sebelumnya akan menghadirkan informasi-informasi yang kompleks dan berharga (Guntara, 2016).

Tabel 2. 1 Karakteristik Citra Landsat 8 (L.M Jaelani 2013)

Band	Panjang Gelombang (micrometer)	Resolusi (meter)
Band 1 - Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
Band 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
Band 3 - Green	0.53 – 0.59	30
Band 4 - Red	0.64 – 0.67	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
Band 6 - SWIR 1	1.57 – 1.65	30
Band 7 - SWIR 2	2.11 – 2.29	30
Band 8 - Panchromatic	0.50 – 0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36 – 1.38	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRRS) 1	10.60 – 11.19	100
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

2.7 Metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) adalah perkiraan radiasi yang diserap fotosintesis di atas permukaan tanah (Gutierrez et.al, 2013). *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) adalah indeks pada tanaman "berwarna hijau" dan merupakan salah satu indeks vegetasi yang paling umum digunakan (Dawson et.al., 2018). Menurut WHO (2016) dalam review penelitiannya tentang *Urban Green Spaces and Health* menyebutkan bahwa NDVI adalah ukuran berapa banyak keberadaan vegetasi hijau di suatu area, dan indikator 'kehijauan' suatu kawasan (WHO, 2016). Indeks kehijauan berbasis spektrum ini berfungsi untuk mengukur dan memantau pertumbuhan tanaman (vigor), tutupan vegetasi, dan produksi biomassa dari data satelit multispektral (Wu et al., 2017). Selain itu, dapat menjadi indeks standar untuk jumlah dan distribusi vegetasi vital yang dapat memfasilitasi perbandingan kualitas ekologi yang mudah dan cepat sebagai 25 karakteristik untuk layanan ekosistem di lingkungan yang berbeda (de la Barrera et al., 2016).

NDVI adalah rasio perbedaan dan jumlah pengukuran reflektansi spektral yang diperoleh pada daerah merah dan inframerah terdekat yang terlihat, lalu dipantulkan oleh permukaannya dan kemudian diukur oleh sensor satelit. Citra indeks vegetasi dibuat dengan cara mengurangkan, menambah, dan membandingkan nilai digital setiap saluran yang spektralnya berbeda (Sri Hardiyanti & Tjaturahono Budi, 2008). Pengukuran tersebut merupakan rasio dari radiasi yang dipantulkan melalui radiasi yang masuk di setiap pita spektral yang dapat bervariasi antara 0 dan 1. Dengan demikian, NDVI dapat berkisar dari -1

hingga +1. Nilai sekitar nol menunjukkan daerah tandus dengan sangat jarang atau tanpa vegetasi; lebih banyak nilai positif menunjukkan lebih banyak vegetasi hidup, lebih banyak nilai negatif umumnya menunjukkan adanya air, awan atau salju yang berdiri bebas. Sebagai ukuran vegetasi hijau, NDVI sangat sensitif terhadap waktu dan kondisi cuaca pada saat pengolahan citra data satelit untuk menghitung NDVI. Algoritma NDVI dapat dilihat pada persamaan:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan :

NIR : Band inframerah dekat (band 5)

RED : Band merah (band 4)

2.8 Metode *Enhanced Vegetation Indeks* (EVI)

Enhanced Vegetation Index (EVI) adalah indeks vegetasi yang dioptimalkan yang dirancang untuk meningkatkan sinyal vegetasi dengan sensitivitas yang lebih baik di wilayah biomassa tinggi dan pemantauan pemantauan vegetasi yang lebih baik melalui pemisahan sinyal latar kanopi dan pengurangan pengaruh atmosfer. Non vegetasi pada EVI biasanya tampak berwarna putih, sebaliknya vegetasinya berwarna hitam. Sedangkan pada metode lain warna hitam biasanya menggambarkan objek non-vegetasi dan warna abu-abu sampai putih menggambarkan objek vegetasi. Namun, hal tersebut masih bisa dirubah dengan mengganti rumus saat membuat model maker EVI. Algoritma ini cukup memiliki kesamaan dengan algoritma NDVI dengan penambahan formulasi untuk koreksi efek gangguan *radiometric* dari atmosfer dan dalam kanopi. Persamaan algoritma EVI adalah (Horning,2010)

$$EVI = \frac{G ((NIR - R))}{(NIR + C1 * R - C2 * B + L)} \quad \text{Persamaan 2.2}$$

Keterangan :

G : Gain Factor (G=2,5)

NIR : Nilai spectral saluran Near Infrared

R : Nilai spectral saluran Red

B : Nilai spectral saluran Biru

C1 : Atmosferik aerosol resisten (C1 = 6)

C2 : Atmosferik aerosol resisten (C2 = 7,5)

2.9 Metode Soil Adjusted Vegetation Indeks (SAVI)

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI) merupakan algoritma pengembangan dari NDVI dengan menekan pengaruh latar belakang tanah pada tingkat kecerahan kanopi. Indeks vegetasi tanah ini disesuaikan dan mirip dengan NDVI, tetapi menekan efek piksel tanah dan menggunakan faktor penyesuaian kanopi latar belakang (L), yang merupakan fungsi dari kerapatan vegetasi dan sering membutuhkan pengetahuan sebelumnya dari jumlah vegetasi. Huete (1988) menunjukkan nilai optimal $L = 0,5$ untuk memperhitungkan orde pertama variasi latar belakang tanah. Indeks ini paling baik digunakan di daerah dengan vegetasi yang relatif jarang di mana tanah terlihat melalui kanopi. Alasan peneliti memanfaatkan indeks vegetasi ini ialah seperti yang diketahui indeks SAVI dimanfaatkan untuk mereduksi gangguan tanah yang menyebabkan indeks vegetasi tidak dapat diukur secara akurat mengingat petak-petak tanaman teh pada area-area tertentu juga terdapat unsur tanah. Metode SAVI menggunakan band 5 (NIR) dan band 4 (Red). Persamaan dari algoritma SAVI adalah:

$$SAVI = \frac{1.5 * (NIR - RED)}{(NIR + RED + 1.5)} \quad \text{Persamaan 2.3}$$

Keterangan :

NIR : Reflektan infra merah dekat (Band 5)

RED : Nilai reflektan kanal merah (Band 4)

L : Pencerahan latar belakang tanah (0,5)

2.10 Klasifikasi

Menurut Anand (2017) klasifikasi adalah proses penetapan peran kelas spektral ke dalam kelas – kelas informasi. Kelas spektral adalah kelompok piksel yang seragam dengan nilai kecerahan dalam saluran spektral yang berbeda dari data. Kelas – kelas informasi adalah kategori kepentingan yang diidentifikasi pada citra atas dasar pengetahuan dan pengalaman tentang daerah. Citra penginderaan jauh berisi identitas spektral fitur yang ada di permukaan tanah pada nilai piksel yang berbeda, piksel – piksel yang berbeda tersebut dilakukan identifikasi dan dikelompokkan pada piksel yang homogen. Pengelompokan piksel – piksel diberi nilai dan label kelompok seperti air, pertanian, hutan, dan sebagainya saat membuat peta tematik. Ketika informasi tematik ini diekstraksi dengan bantuan perangkat lunak, hal ini dikenal sebagai klasifikasi citra digital. Langkah utama klasifikasi citra dapat mencakup penentuan sistem klasifikasi

yang sesuai, pemilihan sampel, pra pengolahan citra, ekstraksi fitur, pemilihan pendekatan klasifikasi yang sesuai, pasca pengolahan klasifikasi, dan penilaian akurasi (Lu & WengQ, 2007).

2.11 Uji Akurasi

Pada pengolahan data citra satelit sangat perlu dilakukannya uji akurasi data. Akurasi yang dimaksud disini adalah kecocokan antara suatu informasi standar yang dianggap benar, dengan citra terklasifikasi yang belum diketahui kualitas informasinya (Campbell, 1987). Matriks konfusi (*confussion matrix*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja suatu metode klasifikasi. Pada dasarnya matriks konfusi mengandung informasi yang membandingkan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem dengan hasil klasifikasi yang seharusnya (Solichin, 2017) Matriks konfusi dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kapa accuracy*) (Arison dang, dkk 2015). Menurut Riswanto (2009) hasil proses klasifikasi yang dapat diterima adalah proses klasifikasi yang memiliki nilai akurasi kappa lebih atau sama dengan 85% .

Tabel 2. 2 Bentuk Matrik Kesalahan (Sumber : Jaya, 2007)

Kelas Referensi	Data Sampel			Jumlah Piksel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{1+}	X_{11}/X_{1+}
B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{2+}	X_{22}/X_{2+}
C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{3+}	X_{33}/X_{3+}
Total Piksel	X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	N	
Akurasi Pengguna	X_{11}/X_{+1}	X_{22}/X_{+2}	X_{33}/X_{+3}	X_{ii}	

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan (Jaya, 2007) sebagai berikut:

1. Akurasi pengguna = $X_{11} X_{+1} \times 100\%$
2. Akurasi pembuat = $X_{11} X_{1+} \times 100\%$
3. Akurasi keseluruhan = $(\sum X_{ii} \text{ } r \text{ } i=1 \text{ } N) \times 100\%$
4. Akurasi kappa = $[(N \sum X_{ii} - \sum X_{1+} X_{+1} \text{ } r \text{ } i=1 \text{ } N) / (N^2 - \sum X_{1+} X_{+1} \text{ } r \text{ } i=1 \text{ } N)] \times 100\%$ Keterangan : N : Banyaknya piksel dalam contoh X_{1+} : Nilai piksel dalam baris ke – i X_{+1} : Jumlah piksel setiap baris ke – i X_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke–i dan kolom ke–