

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kekeringan

Kekeringan adalah salah satu jenis bencana alam yang kompleks dan ditandai dengan kekurangan air berkepanjangan. Kekeringan terjadi secara perlahan (*slow on-set*) dengan durasi sampai dengan musim hujan tiba, serta berdampak sangat luas dan bersifat lintas sektor (ekonomi, sosial, kesehatan, dan pendidikan) (IRBI, 2015). Kekeringan dapat disebabkan karena suatu wilayah tidak mengalami hujan atau kemarau dalam kurun waktu yang cukup lama atau curah hujan di bawah normal, sehingga kandungan air di dalam tanah berkurang atau bahkan tidak ada. Menurut Indarto et al., (2014) pada umumnya bencana kekeringan tidak dapat diketahui mulainya, namun dapat dikatakan bahwa kekeringan terjadi saat air yang ada sudah tidak lagi mencukupi untuk kebutuhan sehari-hari. Kerusakan lahan dan dampak kerugian yang diakibatkan oleh kejadian kekeringan sangat luas dan nilai ekonomi kerugian cukup besar.

Kekeringan dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik dan dampak yang ditimbulkan. Secara spesifik terdapat empat tipe kekeringan (Wilhite, 2010) yaitu:

1. Kekeringan Meteorologi

Kekeringan jenis ini mengacu pada kurangnya curah hujan bila dibandingkan dengan kondisi rata-rata, dalam periode waktu yang lama. Intensitas kekeringan menurut definisi meteorologi.

2. Kekeringan Pertanian

Kekeringan pertanian didefinisikan sebagai penurunan dari ketersediaan kelembaban tanah di bawah level optimal yang diperlukan oleh tanaman padi untuk setiap tahap pertumbuhannya dan mengurangi hasil panen. Intensitas kekeringan menurut definisi pertanian dinilai berdasarkan presentase luas daun yang kering untuk tanaman padi.

3. Kekeringan Hidrologi

Kekeringan yang terjadi ketika menurunnya ketersediaan air di permukaan dan bawah tanah akibat berkurangnya curah hujan, yang ditandai dengan berkurangnya secara signifikan aliran air permukaan hingga mencapai kondisi di bawah normal atau terhentinya pengisian air tanah

4. Kekeringan sosial-ekonomi

Kekeringan jenis ini terjadi bila terdapat gangguan pada aktivitas manusia akibat menurunnya curah hujan dan ketersediaan air. Bentuk kekeringan sosial-ekonomi menghubungkan aktivitas manusia dengan elemen-elemen dari kekeringan meteorologi, pertanian, dan hidrologi.

Menurut IRBI (2015) bahwa kekeringan dapat menimbulkan dampak yang amat luas, kompleks, dan juga rentang waktu yang panjang setelah berakhirnya kekeringan. Dampak yang luas dan berlangsung lama tersebut disebabkan karena air merupakan kebutuhan pokok dan vital seluruh makhluk hidup yang tidak dapat digantikan dengan sumberdaya lainnya. Dampak pada sektor pertanian adalah terbatasnya air irigasi, berkurangnya areal tanam, produktivitas lahan yang menurun, menyusutnya produksi tanaman, serta berkurangnya pendapatan petani. Sementara itu dari segi sosial, bencana kekeringan dapat menimbulkan perpecahan dan konflik yang meluas yang meliputi konflik antar pengguna air dan antar pemerintah.

2.2. Pengindraan Jauh

Pengindraan Jauh (*remote sensing*) sering disingkat indraja, adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1997). Pengindraan jauh berperan dalam penyelesaian masalah-masalah keruangan, lingkungan, dan kewilayahan (Danoedoro, 2012). Pengindraan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengindra/menganalisis permukaan bumi dari jarak jauh, dimana perekaman dilakukan di udara atau di angkasa dengan menggunakan alat

(sensor) dan wahana. Sedangkan data yang merupakan hasil perekaman sensor masih merupakan data mentah yang perlu dianalisis.

Data penginderaan jauh digital (Citra digital) direkam dengan menggunakan sensor non-kamera, antara lain *scanner*, radiometer, spectrometer. Detektor yang digunakan dalam sensor penginderaan jauh adalah detektor elektronik dengan menggunakan tenaga elektromagnetik yang luas, yaitu spektrum tampak, ultraviolet, inframerah dekat, inframerah thermal, dan gelombang mikro. Citra digital dibentuk dari elemen-elemen gambar atau pixel (*Picture element*) yang menyatakan tingkat keabuan pada gambar. Informasi yang terkandung dalam pixel tersebut bersifat diskrit yaitu mempunyai ukuran presisi tertentu (Purwadhi, 2001).

2.2.1. Koreksi Geometrik

Geometrik merupakan posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan (*spatial distribution*). Geometrik memuat informasi data yang mengacu bumi (*geo-referenced data*), baik posisi (sistem koordinat lintang dan bujur) maupun informasi yang terkandung didalamnya (Lukiawan et al., 2019). Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi pixel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek di permukaan bumi yang terekam sensor.

Koreksi geometrik pada citra digital harus dilakukan karena kemungkinan satelit melakukan kesalahan perekaman cukup tinggi (distorsi geometrik). Untuk mengurangi distorsi geometrik ini maka diperlukan adanya pemosisian ulang sesuai dengan sistem koordinat yang ada, kegiatan ini biasa disebut ortorektifikasi. Ortorektifikasi ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satu metode ortorektifikasi adalah *Rational Functions* (RF). Pada metode RF ini ortorektifikasi menggunakan data *Ground Control Point* (GCP) dan *Digital Elevation Model* (DEM). Ketelitian hasil koreksi ini ditentukan oleh banyaknya GCP yang dilibatkan dan ketersebaran GCP yang merata ketika proses koreksi geometrik (Rudianto,

2011). Koreksi geometrik pada citra digital harus dilakukan karena kemungkinan satelit melakukan kesalahan perekaman cukup tinggi (distorsi geometrik). Untuk mengurangi distorsi geometrik ini maka diperlukan adanya pemosisian ulang sesuai dengan sistem koordinat yang ada, kegiatan ini biasa disebut ortorektifikasi. Ortorektifikasi ini dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satu metode ortorektifikasi adalah *Rational Functions* (RF). Pada metode RF ini ortorektifikasi menggunakan data *Ground Control Point* (GCP) dan *Digital Elevation Model* (DEM). Ketelitian hasil koreksi ini ditentukan oleh banyaknya GCP yang dilibatkan dan ketersebaran GCP yang merata ketika proses koreksi geometrik (Rudianto, 2011). Menurut Jaya (2015), besar kesalahan dalam koreksi geometrik diwakili dengan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) yang didapatkan setelah melakukan kegiatan koreksi geometrik. Nilai RMSE yang baik adalah dibawah 0,5 piksel sehingga kesalahan tidak lebih dari setengah dari resolusi spasial suatu citra. Menurut Mather (1987), koreksi geometri citra dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu:

a) Model Geometrik Orbital

Metode koreksi yang mengacu ke model geometri orbital didasari oleh pengetahuan mengenai karakteristik orbit wahana satelit. Menurut Bannari et al (1995), dua prosedur berdasarkan persamaan-persamaan ini menggambarkan karakteristik orbit satelit dan geometri arah pandang, serta mengkaitkan sistem koordinat citra (baris-kolom) dengan sistem koordinat geografis (lintang-bujur).

b) Transformasi berdasarkan GCP

Koreksi geometri secara empiris memerlukan beberapa titik kontrol lapangan (GCP). GCP adalah suatu lokasi pada permukaan bumi yang dapat diidentifikasi pada citra dan sekaligus dikenali posisinya pada peta (Jensen, 1996).

1. Koreksi geometri dengan rektifikasi cita ke peta

Rektifikasi citra ke peta menggunakan prinsip bahwa peta mempunyai sistem proyeksi dan koordinat yang lebih benar sehingga dapat diacu oleh citra.

2. Koreksi geometri dengan rektifikasi citra ke citra

Koreksi geometri dengan rektifikasi dari citra ke citra merupakan suatu proses yang membandingkan pasangan titik-titik yang dapat diidentifikasi dengan mudah pada kedua citra.

2.2.2. Koreksi Radiometrik

Menurut Sinaga et al. (2018), koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis dilakukan untuk suatu tujuan, misalnya untuk identifikasi liputan lahan pertanian. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras (*enhancement*) setiap piksel (*picture element*) dari citra, sehingga objek yang terekam mudah dianalisis untuk menghasilkan data/informasi yang benar sesuai dengan keadaan lapangan. Koreksi radiometrik dilakukan untuk memperbaiki beberapa kesalahan yang terjadi pada citra satelit. Kesalahan radiometrik berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra agar mendekati harga/nilai yang seharusnya dan juga memperbaiki kualitas visual citra.

Koreksi radiometri ditujukan untuk memperbaiki nilai *pixel* supaya sesuai dengan yang seharusnya. Kesalahan radiometrik ini dapat disebabkan oleh dua hal yaitu instrumen sensor dan gangguan atmosfer. Instrumen sensor ini disebabkan oleh ketidak konsistenan detektor dalam menangkap informasi. Atmosfer yang biasanya sebagai sumber kesalahan utama sebagai media radiasi gelombang elektromagnetik akan menyerap, memantulkan atau menstransmisikan gelombang elektromagnetik tersebut. Hal ini menyebabkan cacat radiometrik pada citra, yaitu nilai *pixel* yang jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari pancaran spektral obyek yang sebenarnya. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan objek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Metode-metode yang sering digunakan untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram (*histogram adjustment*), metode regresi dan metode kalibrasi bayangan (Danoedoro, 1996).

2.2.3. Citra Landsat 8 OLI/TIRS

Landsat 8 merupakan kelanjutan dari misi Landsat yang untuk pertama kali menjadi satelit pengamat bumi sejak 1972 (Landsat 1). Landsat 1 yang awalnya bernama *Earth Resources Technology Satellite 1* diluncurkan 23 Juli 1972 dan mulai beroperasi sampai 6 Januari 1978. Generasi penerusnya, Landsat 2 diluncurkan 22 Januari 1975 yang beroperasi sampai 22 Januari 1981 (Purwanto, 2015).

Dalam bulan Juli 2007, NASA telah menyerahkan kontrak kepada BATC (*Ball Aerospace Technology Corporation*), Boulder, CO. Untuk mengembangkan instrument kunci OLI (*Operational Land Imager*) pada LDCM (Landsat-8). BATC melakukan kontrak untuk perancangan, pengembangan, pembuatan dan integrasi dari sensor pencitra OLI. Perusahaan tersebut juga diperlukan untuk pengujian, pengiriman dan memberikan dukungan pengiriman lanjut dan 5 tahun dukungan di orbit untuk instrumen tersebut (Sitanggang, 2010). Parameter-parameter orbit satelit LDCM (Landsat 8) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter-Parameter Orbit Satelit LDCM (Landsat 8)

Jenis Orbit	mendekati lingkaran sinkron matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2 derajat
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintas katulistiwa (Local Time on Descending Node -LTDN) Nominal	Jam 10.00 sampai 10:15 pagi

Sumber: Sitanggang (2010)

2.2.4. *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra (biasanya multisaluran), untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index (LAI)*, konsentrasi klorofil, dan ebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representatif dalam menyajikan fenomena vegetasi (Arnanto, 2013). *Normalized Difference Vegetation Index*

(NDVI) merupakan kombinasi antara tehnik penisbahan dengan tehnik pengurangan citra. Transformasi NDVI ini merupakan salah satu produk standar NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), satelit cuaca yang berorbit polar namun memberi perhatian khusus pada fenomena global vegetasi. Berbagai penelitian mengenai perubahan liputan vegetasi di benua Afrika banyak menggunakan transformasi ini (Danoedoro, 1996).

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi (Lillesand dan Kiefer 1997). Menurut Ryan (1997), perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau *Photosynthetically Aktif Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat. Nilai NDVI berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat). Konsep pola spektral di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut :

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}) \quad (2.1)$$

Dimana

NIR = radiasi inframerah dekat dari piksel

Red = radiasi cahaya merah dari piksel

2.2.5. Tasseled Cap Transformation (TCT)

Tasseled Cap Transformation (TCT) merupakan formula matematik untuk menghitung tingkat kecerahan (*brightness*), kehijauan (*greenness*), dan kelembaban (*wetness*) dari angka-angka digital di setiap *band* (*band* 1 hingga *band* 5 dan *band* 7) pada citra Landsat. TCT pertama kali diperkenalkan oleh Kauth dan Thomas (1976) dari Landsat MSS. Selanjutnya TCT disempurnakan oleh Crist dan Cicone (1984) dengan menggunakan data Landsat TM.

Menurut Shofiyati dan Kuncoro (2017), nilai-nilai dalam TCT yaitu *Brightness*, *Greenness*, dan *Wetness* bisa digunakan dalam menganalisis

kekeringan. Formulasi matematis ketiga komponen TCT tersebut dinyatakan dalam tiga persamaan berikut :

$$\text{Brightness} = 0,3037B1 + 0,2793B2 + 0,4743B3 + 0,5585B4 + 0,5082B5 + 0,1863B7$$

$$\text{Greenness} = -0,2848B1 - 0,2435B2 - 0,5436B3 + 0,7243B4 + 0,0840B5 - 0,1800B7$$

$$\text{Wetness} = 0,1509B1 + 0,19731B2 + 0,3279B3 + 0,3406B4 - 0,7112B5 - 0,4572B7$$

Adapun perhitungan TCT pada Landsat 8 OLI/TIRS dengan menggunakan kombinasi *band* 2,3,4,5,6,7 (Baig et al., 2014) adalah sebagai berikut:

$$\text{Indeks kecerahan} = (0,3029 B2) + (0,2786 B3) + (0,4733 B4) + (0,5599 B5) + (0,5080 B6) + (0,1872 B7)$$

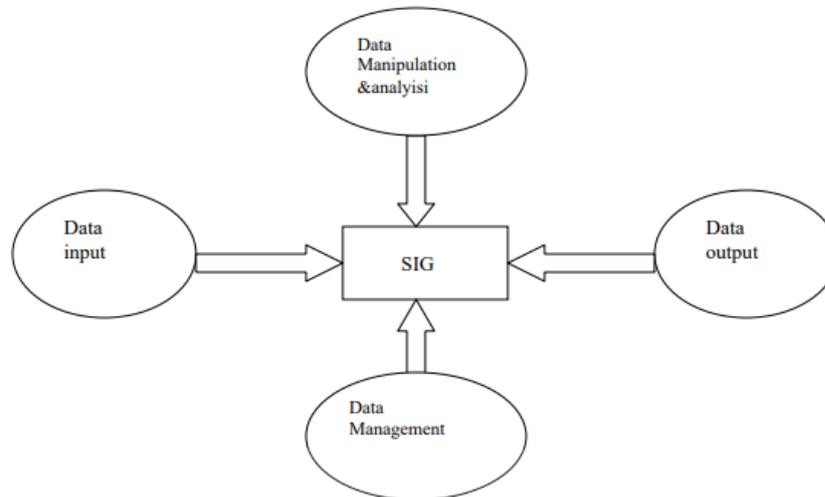
$$\text{Indeks kebasahan} = (0,1511 B2) + (0,1973 B3) + (0,3283 B4) + (0,3407 B5) + (-0,7117 B6) + (-0,4559 B7).$$

dimana B1 = *Band* 1, B2= *Band* 2, B3= *Band* 3, B4= *Band* 4, B5= *Band* 5, B7= *Band* 7.

2.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG adalah sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk data yang tereferensi secara spasial atau koordinat geografis berikut sekumpulan operasi-operasi yang mengelola data tersebut. SIG dibutuhkan karena untuk data spasial penanganannya sangat sulit terutama karena peta dan data statistik cepat kadaluarsa hingga tidak ada pelayanan penyediaan data dan informasi yang diberikan menjadi tidak akurat. Dengan demikian, SIG diharapkan mampu memberikan kemudahan-kemudahan seperti (Prahasta, 2002). SIG sebagai suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*). Hasil akhir dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi (Arronoff, 1989). SIG terdiri dari beberapa subsistem

yaitu: data input, data output, data management, data manipulasi dan analisis (Prahasta, 2002). Subsistem SIG dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Subsistem SIG

(Sumber: Prahasta, 2002)

Menurut Charter dan Agrisari (2002) kompone SIG ada lima diantaranya yaitu:

a) *Hardware*

SIG membutuhkan komputer untuk penyimpanan dan pemrosesan data. Ukuran dari sistem komputerisasi bergantung pada tipe SIG itu sendiri. SIG dengan skala yang kecil hanya membutuhkan PC (*personal computer*) yang kecil pula untuk menjalankannya, namun ketika sistem menjadi besar dibutuhkan pula komputer yang lebih besar serta *host* untuk *client machine* yang mendukung penggunaan *multiple user*.

b) *Software*

Sebuah *software* SIG haruslah menyediakan fungsi dan *tool* yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis. Dengan demikian, elemen yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG adalah:

1. *Tool* untuk melakukan input dan transformasi data geografis
2. *Tool* yang mendukung *query* geografis, analisis dan visualisasi
3. *Graphical User Interface* (GUI) untuk memudahkan akses pada tool geografi.

Sebagai inti dari sistem SIG adalah *software* dari SIG itu sendiri yang

menyediakan fungsi-fungsi untuk penyimpanan, pengaturan, *link*, *query* dan analisis data geografi.

c) Data

Data dalam SIG dibagi atas dua bentuk, yakni *geographical* atau data spasial, dan atribut atau data non spasial. Data spasial adalah data yang terdiri atas lokasi eksplisit suatu geografi yang diset ke dalam bentuk koordinat. Data atribut adalah gambaran data yang terdiri atas informasi yang relevan terhadap suatu lokasi, seperti kedalaman, ketinggian, lokasi penjualan, dan lain-lain dan bisa dihubungkan dengan lokasi tertentu dengan maksud untuk memberikan identifikasi, seperti alamat, kode pin, dan lain-lain.

d) Metode

SIG didesain dan dikembangkan untuk manajemen data aid yang akan mendukung proses pengambilan keputusan organisasi. Pada beberapa organisasi penggunaan SIG dapat dalam bentuk dan standar tersendiri untuk metode analisisnya. Jadi, metodologi yang digunakan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan untuk beberapa proyek SIG.

e) Manusia

Dalam hal ini adalah pemakai sistem yang menggunakan SIG untuk mencari solusi masalah spasial. Ada banyak orang yang dapat terlibat, mereka merupakan orang yang telah mendapatkan pelatihan yang baik tentang SIG mungkin pada aplikasi spesifik SIG. Seorang operator sistem bertanggung jawab dari hari ke hari terhadap performansi kerja suatu sistem.

2.3.1. Digitasi

Digitasi secara umum dapat didefinisikan sebagai proses transformasi data analog ke dalam format digital. Objek-objek tertentu seperti jalan, rumah, sawah dan lain-lain yang sebelumnya dalam format raster pada sebuah citra satelit resolusi tinggi dapat diubah ke dalam format vektor melalui proses digitasi (H & Dahlia, 2017). Metode yang dapat digunakan untuk proses digitasi secara umum dibagi dalam dua macam yaitu:

1. Digitasi menggunakan digitizer

Dalam proses digitasi ini memerlukan sebuah meja digitasi atau digitizer.

2. Digitasi *on-screen* di layar monitor

Digitasi *on-screen* paling sering dilakukan karena lebih mudah, tidak memerlukan tambahan peralatan lain dan lebih mudah untuk dikoreksi bila terjadi kesalahan.

Sumber data peta untuk digitasi dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain sebagai berikut:

1. *Image Remote Sensing* adalah data yang diperoleh dari sebuah citra satelit maupun foto udara. Untuk dapat melakukan digitasi dari data seperti ini, dibutuhkan kemampuan seorang pembuat peta untuk dapat menginterpretasi objek-objek pada citra satelit.
2. *Image Scanning* adalah data *scan*/ cetak berbentuk *file* raster dari atlas atau peta analog lainnya. Sebelum melakukan digitasi pada data seperti ini, maka kita harus melakukan tahap georeferensi terlebih dahulu agar *image* hasil *scan* sudah memiliki koordinat sesuai dengan aslinya.

Proses digitasi akan menghasilkan suatu *file* dengan format *shapefile* (.shp) yaitu format data vektor yang digunakan untuk menyimpan lokasi, bentuk, dan atribut dari fitur geografis. Format data .shp disimpan dalam satu set *file* terkait dan berisi dalam satu kelas fitur. Format data ini berisikan tentang data referensi geografis yang didefinisikan sebagai objek tunggal seperti jalan, sungai, dan lain-lain. Data yang disimpan dapat berupa titik (*point*), garis (*polyline*) dan poligon (*polygon*). Penggunaan jenis data tersebut bergantung dari objek yang akan kita rekam.

1. Titik (*point*), digunakan untuk menggambarkan suatu objek dengan suatu pusat. Contohnya kota, fasilitas umum, dan lokasi lain.
2. Garis (*polyline*), digunakan untuk menggambarkan suatu objek dengan bentuk memanjang. Contohnya jaringan sungai dan jalan.
3. Poligon (*polygon*), digunakan untuk menggambarkan suatu objek yang memiliki luasan atau wilayah. Contohnya wilayah kota, tutupan lahan, batas areal konsesi, blok, petak, dll.

2.3.2. Scoring

Model (sistem) skoring atau *Weighted Linear Combination* (WLC) digunakan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial. Setiap parameter masukan akan diberikan skor dan kemudian akan dijumlahkan untuk memperoleh tingkat keterkaitan. Hasil akhir dari sistem *scoring* adalah mengklasifikasikan tingkat keterkaitan parameter keluaran. Klasifikasi didasarkan pada nilai total skor dari setiap parameter masukan. Rentang klasifikasi parameter keluaran ditentukan berdasarkan rentang nilai terendah (x_{\min}) hingga tertinggi (x_{\max}) dibagi dengan jumlah kelas (m) yang diinginkan (Sihotang, 2016).

$$X_{\min} = \sum_{i=1}^n X_{\min_i} \quad (2.2)$$

$$X_{\max} = \sum_{i=1}^n X_{\max_i} \quad (2.3)$$

dengan X_{\min} = skor terendah, X_{\max} = skor tertinggi, X_{\min_i} = skor terendah parameter masukan ke- i , X_{\max_i} = skor tertinggi parameter masukan ke- i , dan n = jumlah parameter masukan. Jika jumlah kelas parameter keluaran yang diinginkan adalah m , maka rentang skor antar kelasnya adalah:

$$\text{Rentang skor} = (X_{\max} - X_{\min})/m \quad (2.4)$$

Untuk melakukan potensi kekeringan maka dihitung jumlah skor sedangkan bobot dianggap sama (afif et al., 2018). Berdasarkan penelitian Jamil (2013), untuk mendeteksi kekeringan hanya menggunakan skor dengan bobot yang dianggap sama. Pada penelitian Aprillyanti dan Zainuddin (2017) menggunakan skor sama dengan bobot, tetapi tidak menggunakan bobot dalam menghitung skor tersebut karena dianggap sama. Adapun skor yang digunakan pada parameter penentuan kekeringan adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Skor Curah Hujan

Variabel	Nilai	Klasifikasi	Skor
Curah hujan	<1500 (mm/tahun)	Rendah	4
	1500 - 2000 (mm/tahun)	Sedang	3
	<2001 - 2500 (mm/tahun)	Tinggi	2
	>2500 (mm/tahun)	Sangat tinggi	1

Sumber: Afif et al., 2018

Tabel 2.3 Skor Indeks Vegetasi

Variabel	Nilai	Klasifikasi	Skor
Indeks vegetasi	-1 - -0,03	Bukan vegetasi	5
	-0,03 - 0,15	Sangat rendah	4
	0,15 - 0,25	Rendah	3
	0,26 s/d 0,35	Sedang	2
	0,35 s/d 1	Tinggi	1

Sumber: P.12/Menhut-II/2012

Tabel 2.4 Skor Indeks Kecerahan

Variabel	Nilai	Klasifikasi	Skor
Indeks kecerahan	<150	Sangat gelap	2
	150 - 300	gelap	3
	300 - 450	cerah	4
	450 - 600	sangat cerah	5

Sumber: Jamil et al., 2013

Tabel 2.5 Skor Indeks Kebasahan

Variabel	Nilai	Klasifikasi	Skor
Indeks kebasahan	Nilai terkecil - -30	Sangat kering	5
	-30 - -13	Kering	4
	-13 - 10	Sedang	3
	10 - 35	Basah	2
	35 - Nilai terbesar	Sangat basah	1

Sumber: P.12/Menhut-II/2012

2.4. Identifikasi Daerah Berpotensi Kekeringan

Kekeringan merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di berbagai daerah di Indonesia. Kekeringan erat hubungannya dengan ketidakseimbangan antara kebutuhan dan pasokan air. Bencana kekeringan datang secara berulang tiap tahunnya. Secara umum definisi kekeringan adalah kondisi ketersediaan air di suatu wilayah yang semakin berkurang dalam periode waktu yang cukup panjang akibat berkurangnya intensitas curah hujan di wilayah tersebut. Kekeringan terjadi dengan intensitas dan luas yang berbeda-beda tiap tahunnya (Witarsih dan Sukojo, 2016).

Bakornas PB (2007) membedakan kekeringan berdasarkan tipenya menjadi 3 (tiga) yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis dan kekeringan

pertanian. Kekeringan meteorologis menunjukkan curah hujan dalam satu musim yang berada di bawah normal. Kekeringan ini menjadi indikasi awal munculnya bencana kekeringan. Kekeringan pertanian terjadi setelah kekeringan meteorologis, dimana kandungan air dalam tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman pada suatu periode tertentu dan cakupan wilayah yang luas. Kekeringan hidrologis terjadi apabila terdapat penurunan air di waduk, muka air sungai, danau dan muka air tanah secara alami (Lanen, 2015).

Bencana kekeringan yang terjadi pada daerah beriklim kering akan mudah diantisipasi oleh masyarakat, tetapi kekeringan bisa saja terjadi pada daerah yang mempunyai curah hujan tinggi atau rendah (Mohammad et al., 2018). Kekeringan tersebut dapat menyebabkan kerugian pada daerah-daerah yang bergantung pada pertanian apabila tidak diantisipasi sebelumnya. Kekeringan merupakan bencana yang sangat kompleks dan mempunyai dampak yang sangat buruk terhadap manusia (Wilhite et al., 2007).

Citra Landsat sudah banyak digunakan dalam penelitian-penelitian kekeringan, salah satu metode yang sering digunakan pada citra landsat untuk identifikasi kekeringan yaitu dengan menggunakan indeks vegetasi dan *Tasseled Cap Transformation* (TCT). Transformasi *Tasseled Cap* merupakan formula matematik untuk menghitung tingkat kecerahan (*brightness*), kehijauan (*greenness*), dan kelembaban (*wetness*) dari angka-angka digital disetiap *band* (*band* 1 hingga *band* 5 dan *band* 7) pada citra Landsat (Jamil, 2013). Nilai-nilai dalam TCT yaitu *brightness*, *greenness*, dan *wetness* bisa digunakan dalam menganalisis kekeringan (Shofiyati, 2007). Tranformasi *Tasseled Cap* memanfaatkan *feature space* pada keenam saluran sekaligus. Prinsip tranformasi ini ialah penyusunan kembali sumbu-sumbu saluran dalam ruang spektral sehingga sumbu-sumbu tersebut terputar (terotasi) ke arah tertentu, yang satu sama lain ortogonal (Danoedoro, 2012).

2.5. Uji Akurasi

Pengujian ketelitian hasil klasifikasi bertujuan untuk melihat kesalahan-kesalahan klasifikasi sehingga dapat diketahui persentase ketepatannya (akurasi)

hasil klasifikasi (Bashit et al., 2019). Akurasi hasil klasifikasi diuji dengan cara membuat matrik kontingensi yang sering disebut dengan matrik kesalahan (*error matrix*) atau matrik konfusi (*confusion matrix*) (Nawangwulan et al., 2013). 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). Uji ketelitian ini dilakukan agar dapat diketahui tingkat kepercayaan terhadap pemakaian hasil klasifikasi untuk analisis dan keperluan berikutnya (Bashit et al., 2019).

Matriks konfusi dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kapa accuracy*) (Arison dang et al., 2015). Menurut Short (1982) dalam Purwadhi (2001), klasifikasi citra dianggap benar jika hasil perhitungan *confussion matrix* $\geq 80\%$. Matriks kesalahan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Matriks Keasalahan

Kelas Referensi	Data Sampel			Jumlah Piksel	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X11	X12	X13	X1+	X11/X1+
B	X21	X22	X23	X2+	X22/X2+
C	X31	X32	X33	X3+	X33/X3+
Total Piksel	X+1	X+2	X+3	N	
Akurasi Pengguna	X11/X+1	X22/X+1	X33/X+3	Xii	

(Sumber: Jaya, 2007)

Algoritma untuk menghitung ketelitian menurut Jaya (2007) adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi pengguna} = \frac{X_{11}}{X+1} \times 100\% \quad (2.5)$$

$$\text{Akurasi pembuat} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100\% \quad (2.6)$$

$$\text{Akurasi keseluruhan} = \left(\frac{\sum_{i=1}^r X_{ii}}{N} \right) \times 100\% \quad (2.7)$$

$$\text{Akurasi kappa} = \left[\frac{(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=r}^r X_{1+} X_{+1})}{N^2 - \sum_{i=r}^r X_{1+} X_{+1}} \right] \times 100\% \quad (2.8)$$

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–i.

