

BAB II

TEORI DASAR

2.1 Kekeringan

2.1.1 Pengertian Kekeringan

Kekeringan pada dasarnya adalah kondisi kekurangan air pada daerah yang biasanya tidak mengalami kekurangan air, sedangkan daerah yang kering adalah daerah yang mempunyai curah hujan kecil atau jumlah bulan kering dalam setahun lebih besar atau sama dengan delapan bulan. Menurut Kementerian Ristek (2008) kekeringan secara umum bisa didefinisikan sebagai pengurangan pasediaan air atau kelembaban yang bersifat sementara secara signifikan di bawah normal atau volume yang diharapkan untuk jangka waktu tertentu (Raharjo, 2010).

Terjadinya peristiwa kekeringan ditandai oleh beberapa gejala antara lain:

- a. Menurunnya tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu musim. Pengukuran kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama adanya kekeringan.
- b. Terjadinya kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan ini diukur berdasarkan elevasi muka air sungai, waduk, dan elevasi muka air tanah.
- c. Terjadinya kekurangan lengas tanah (kandungan air dalam tanah) sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman tertentu pada fase tertentu pada suatu wilayah yang menyebabkan tanaman menjadi rusak atau mengering.

2.1.2 Kekeringan Alamiah

Jenis kekeringan ini merupakan kekeringan yang murni disebabkan oleh proses alamiah tanpa adanya campur tangan manusia.

2.1.3 Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kekeringan

Dari data historis, kekeringan di Indonesia sangat berkaitan dengan fenomena *El-Nino Southern Oscillation* (ENSO), namun ada beberapa faktor lain yang

mempengaruhi terjadinya kekeringan (Miftahudin, 2016), antara lain:

a. Curah hujan yang rendah

Kekeringan merupakan suatu fenomena alam yang disebabkan oleh defisit curah hujan pada area dan periode yang luas. Kombinasi antara defisit curah hujan dan laju evapotransporasi yang meningkat akan menyebabkan defisit air tanah (Nyayu, 2013).

b. Suhu udara yang tinggi

Kekeringan erat kaitannya dengan berkurangnya curah hujan, suhu udara di atas normal, kelembapan tanah rendah dan pasokan air permukaan yang tidak mencukupi (Mujtahidin, 2014). Suhu tinggi/panas di permukaan bumi berpengaruh pada penguapan air dalam siklus air sedangkan suhu rendah di atmosfer menyebabkan awan mengembun dan terjadihujan. Akan tetapi, jika suhu terus-menerus panas, ketersediaan air berkurang karena jumlah air yang menguap meningkat sedangkan hujan berkurang.

c. Kelembapan tanah yang rendah

Kelembapan tanah (*soil moisture*) adalah kandungan air dalam tanah yang tertahan pada daerah perakaran (daerah aerasi) (Fadila, 2010). Semakin tinggi kelembapan tanah maka persediaan air tanah akan semakin tinggi, begitu juga sebaliknya semakin rendah kelembapan tanah, maka semakin rendah persediaan air tanah yang ada didalamnya.

d. Kurangnya daerah tangkapan air

Daerah Tangkapan Air (DTA) Daerah Tangkapan Air adalah suatu kawasan yang berfungsi sebagai daerah penadah air yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi sumber air di wilayah daerah. Kurangnya daerah tangkapan air akan menyebabkan kurangnya sumber air yang tersedia.

e. Minimnya sumber air

Sumber air sangat berkaitan dengan daerah sumber penyediaan air, semakin banyak sumber air baik berasal dari pegunungan maupun air tanah, maka tingkat kekeringan akan semakin rendah. Begitu juga

sebaliknya, semakin sedikit sumber air yang dimiliki oleh suatu kawasan maka tingkat kerawanan terhadap kekeringannya akan semakin tinggi.

f. Topografi

Topografi juga sangat mempengaruhi ketersediaan air, karena berkaitan dengan curah hujan. Daerah pada zona bergunung cenderung memiliki curah hujan lebih tinggi karena memiliki tipe hujan orografik yang mengakibatkan curah hujan turun dengan intensitas yang tinggi. Sedangkan wilayah yang berada di topografi perbukitan memiliki curah hujan yang lebih rendah.

g. Kurangnya kawasan hijau.

Salah satu fungsi kawasan hijau adalah untuk menjadi daerah tangkapan air. Jadi semakin tinggi kawasan hijau, maka semakin tinggi pula sumber air yang dimiliki kawasan tersebut.

h. Tutupan lahan

Sebaran tutupan lahan akan mempengaruhi daya serap tanah terhadap air, tutupan lahan kawasan terbangun akan lebih sulit menyerap air dibandingkan dengan kawasan hijau. Sehingga semakin banyak kawasan terbangun maka tingkat kekeringan akan semakin tinggi dibandingkan dengan kawasan yang memiliki kawasan hijau tinggi.

2.1.4 Dampak Kekeringan

Pada saat ini, petani cenderung semakin bergantung pada lahan-lahan irigasi untuk bercocok tanam. Disisi lain, berkurangnya sumber air tawar akan mengancam persediaan pangan. Oleh sebab itu, kekeringan menjadi batu ujian terberat bagi pertumbuhan ekonomi terutama karena pemenuhan kebutuhan. Terdapat beberapa tipe kekeringan yang penyebabnya sesuai dengan tipe bencana tersebut, kekeringan meteorologis merupakan kekeringan yang berhubungan dengan kurangnya curah hujan yang terjadi berada di bawah kondisi normal dalam suatu musim. Kekeringan hidrologis merupakan kekeringan akibat kurangnya pasokan air permukaan dan air tanah, sedangkan kekeringan pertanian berhubungan dengan kekurangan kandungan air didalam tanah sehingga tidak mampu memenuhi kebutuhan tanaman

tertentu pada periode waktu tertentu sehingga dapat mengurangi biomassa dan jumlah tanaman. Kekeringan akan berdampak pada kesehatan manusia, tanaman serta hewan. Kekeringan menyebabkan pepohonan akan mati dan tanah menjadi gundul yang pada musim hujan menjadi mudah tererosi dan banjir. Dampak dari bahaya kekeringan mengakibatkan bencana berupa hilangnya bahan pangan akibat tanaman pangan dan ternak mati, petani kehilangan mata pencaharian, banyak orang kelaparan dan mati, sehingga berdampak terjadinya urbanisasi (Widiyartanto, 2004).

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan Jauh (*remote sensing*) sering disingkat inderaja, 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, 1994 dalam Purwadhi dan Sanjoto, 2008:3).

Teknologi Penginderaan Jauh Penginderaan Jauh (*remote sensing*) sering disingkat inderaja, 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, Kiefer, dan Chipman 2004). Data penginderaan jauh (citra) menggambarkan obyek di permukaan bumi relatif lengkap, dengan sudut dan letak obyek yang mirip dengan sudut dan letak di permukaan bumi dalam liputan yang luas. Citra penginderaan jauh adalah gambaran suatu obyek, daerah, atau fenomena, hasil rekaman pantulan dan atau pancaran obyek oleh sensor penginderaan jauh, dapat berupa foto atau data digital (Purwadhi dan Sanjoto, 2008).

Teknologi penginderaan jauh satelit merupakan penginderaan jauh nonfotografik, yang merupakan pengembangan dari penginderaan jauh fotografik atau fotogrametri. Sebelum tahun 1960 penginderaan jauh fotografik yang dikenal dengan istilah foto udara (FU), dan digunakan istilah penginderaan jauh karena sudah menambah ke penginderaan jauh di luar sistem fotografik (Sutanto, 1986).

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri atas beberapa elemen atau komponen, meliputi sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dengan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data, dan berbagai penggunaan data. Sistem penginderaan jauh dimulai dari perekaman obyek permukaan bumi. Tenaga dalam penginderaan jauh merupakan tenaga penghubung yang membawa data tentang obyek ke sensor, dapat berupa bunyi, daya magnetik, gaya berat, dan tenaga elektromagnetik, namun tenaga yang digunakan dalam penginderaan jauh untuk mengindera bumi adalah tenaga elektromagnetik. Tenaga elektromagnetik bagi sistem pasif berasal dari matahari, perjalanan tenaga radiasi matahari melalui atmosfer, dan berinteraksi dengan benda di permukaan bumi. Tenaga radiasi matahari tidak semua sampai di permukaan bumi karena sebagian diserap, dihamburkan di atmosfer. Tenaga yang sampai di permukaan bumi sebagian dipantulkan dan atau dipancarkan oleh permukaan bumi, dan direkam oleh sensor penginderaan jauh. Sensor untuk melakukan perekaman data memerlukan tenaga sebagai medianya. Sensor tersebut dapat dipasang dalam wahana pesawat terbang maupun satelit. Sensor satelit merekam permukaan bumi, dikirimkan ke stasiun penerima data di bumi. Stasiun bumi menerima data permukaan bumi dari satelit dan direkam dalam pita magnetik dalam bentuk digital. Rekaman data diproses di laboratorium pengolahan data hingga berbentuk citra penginderaan jauh, dan didistribusikan ke berbagai pengguna.

Menurut Purwadhi (2001) pada penginderaan jauh terdapat beberapa resolusi yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor antara lain :

- a. Resolusi Spasial yaitu ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, semakin baik resolusi spasialnya.
- b. Resolusi Spektral yaitu kemampuan sistem pencitraan atau sensor optik elektronik satelit untuk membedakan informasi atau daya pisah obyek berdasarkan besarnya pantulan atau pancaran spektral spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data. Semakin banyak *Band* atau *Band spectral* suatu sensor, semakin baik resolusi spektralnya.

- c. Resolusi Radiometrik yaitu kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil, atau kepekaan sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal untuk mengubah intensitas pantulan atau pancaran menjadi angka digital (digital number). Semakin kecil nilai digital number suatu objek, semakin tinggi radiometriknya.
- d. Resolusi Termal yaitu keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal atau perbedaan suhu yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh secara termal.
- e. Resolusi Temporal yaitu kemampuan sensor untuk merekam ulang objek yang sama. Semakin cepat suatu sensor merekam ulang objek yang sama, semakin baik resolusi temporalnya.

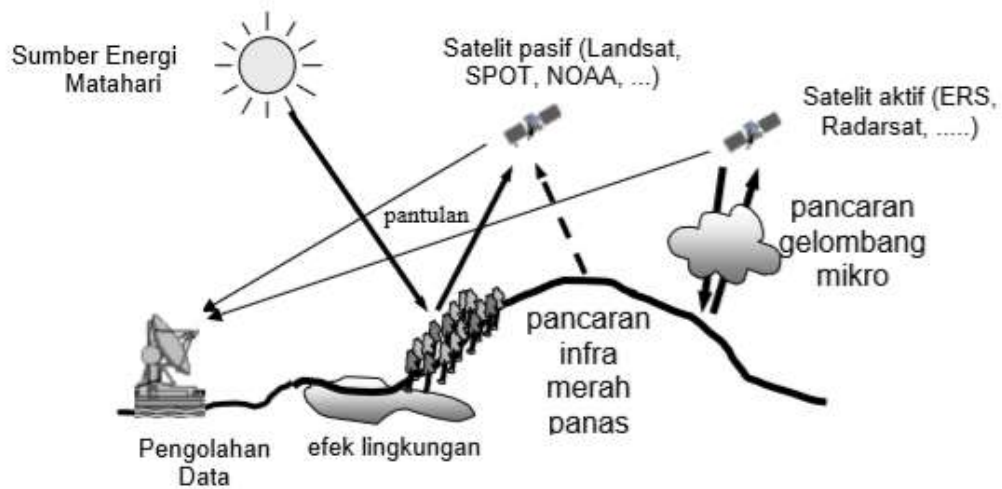
Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh semakin meluas dalam berbagai bidang kajian, antara lain untuk pemetaan, pertanahan, geologi, kehutanan, pertanian, keteknikan, industri, perkotaan, cuaca, kelautan, hankam, kajian bencana alam, pertambangan, kebudayaan, geopolitik, lingkungan dan lain-lain. Terjadinya peningkatan penggunaan teknologi ini, antara lain disebabkan karena (Yohannes, 2012):

- Cakupan citra penginderaan jauh relatif luas dan lengkap dengan wujud dan posisi objek menyerupai keadaan sebenarnya, serta rekaman data dapat menjadi dokumentasi.
- Karakteristik objek yang tidak kasat mata, misalnya perbedaan panas akibat kebocoran pipa dapat dideteksi melalui citra infra merah panas.
- Perekaman data dilakukan dengan periode waktu yang relatif pendek.
- Mampu memperoleh data untuk daerah yang sulit dijangkau secara terestris.
- Informasi multispektral, multisensor, multi temporal semakin banyak dan resolusi spasial semakin tinggi.

2.2.1 Komponen Utama Sistem Penginderaan Jauh

Komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk

mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh objek tersebut (Sutanto 1994). Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan otomatis dengan bantuan komputer dan perangkat lunak pengolahan citra. Gambar 2.1 dibawah ini merupakan komponen utamasistem penginderaan jauh.



Gambar 2. 1. Komponen utama sistem penginderaan jauh

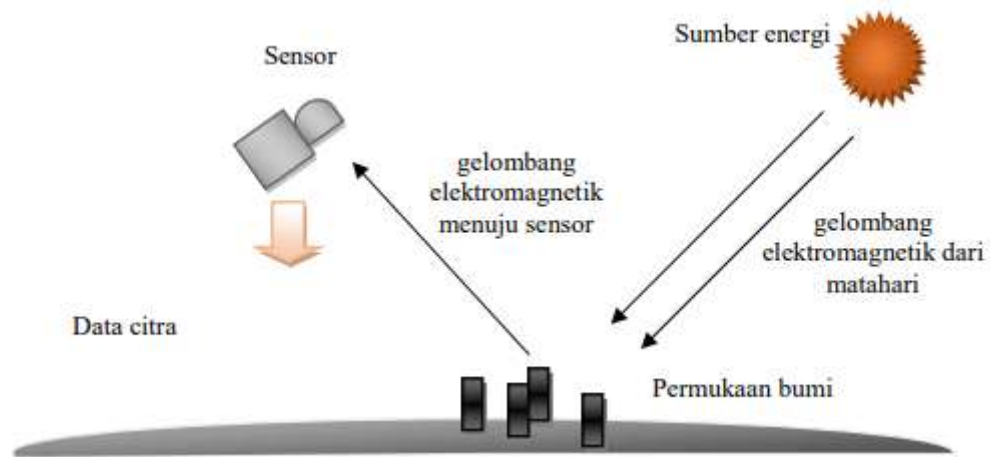
Sumber : (Yohannes 2012)

2.2.2 Sensor dan Sistem Sensor Penginderaan Jauh

Sensor merekam atau mengindra gelombang elektromagnetik pantul dan hambur dari gelombang datang, baik yang langsung secara alami, seperti contoh penginderaan tanaman oleh sensor panjang gelombang kelompok hijau maupun yang melalui penapisan untuk memperoleh panjang gelombang tertentu. Sistem sensor dalam penginderaan jauh adalah serangkaian sistem yang digunakan dalam pemanfaatan gelombang elektromagnetik pantul dan pancar dalam memperoleh data atau informasi suatu objek (Soenarmo 2009). Sistem sensor penginderaan jauh dibagi menjadi dua yaitu :

a. Sistem sensor pasif

Sistem sensor pasif adalah sistem penginderaan dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik langsung yang ada di atmosfer. *Transmitter* dan *receiver* terpisah dalam sistem sensor pasif, sensor yang digunakan adalah gelombang elektromagnetik, cahaya tampak, dan infra merah. Sensor mengindera gelombang cahaya tampak dan infra merah, panjang gelombang yang digunakan berukuran micrometer (0,4 – 10 μm). Satelit sumber daya seperti Landsat, SPOT, QuickBird, Ikonos, adalah contoh dari sistem penginderaan jauh pasif ini. Gambar 2.2 merupakan sistem penginderaan jauh pasif.



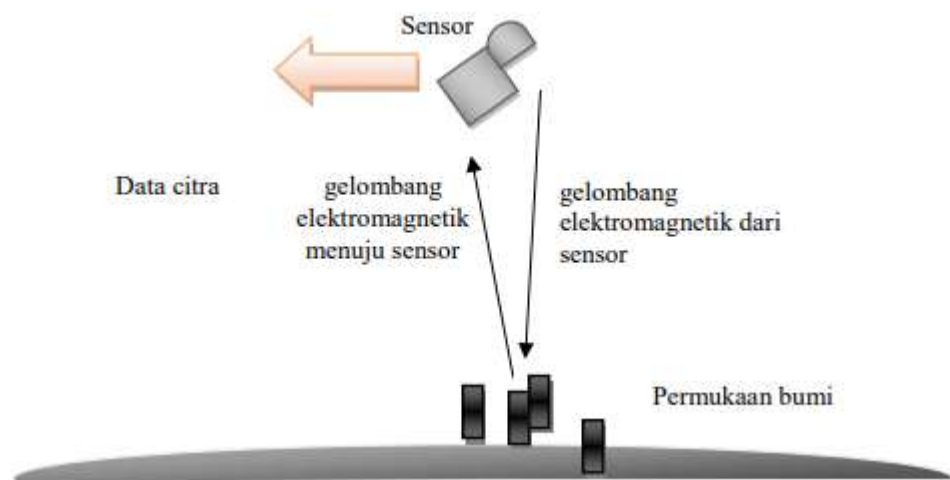
Gambar 2. 2. Penginderaan jauh sistem pasif

Sumber : (Budiyanto and Muzayanah 2018)

b. Sistem sensor aktif

Penginderaan jauh sistem aktif adalah penginderaan jauh yang menggunakan energi yang berasal dari sensor tersebut. Sensor membangkitkan energi yang diarahkan ke objek, kemudian objek memantulkan kembali ke sensor, energi yang kembali ke sensor membawa informasi tentang objek. Serangkaian nilai energi yang tertangkap sensor ini disimpan sebagai basis data dan selanjutnya dianalisis. Penginderaan jauh aktif dapat dilakukan pada siang ataupun malam hari, sistem penginderaan jauh aktif tidak tergantung pada adanya sinar matahari, karena energi bersumber dari sensor (Budiyanto and Muzayanah 2018). *Transmitter* dan *receiver* berada pada satu wahana dalam sistem sensor aktif. Sensor yang

digunakan adalah gelombang mikro, yaitu gelombang elektromagnetik yang mempunyai ukuran panjang gelombang millimeter sampai meter (Soenarmo 2009). Contoh dari sistem penginderaan jauh aktif ini adalah sistem kerja radar. Radar membangkitkan energi yang diarahkan ke objek. Energi yang sampai pada objek sebagian terpantul dan kembali ke sensor. Sensor radar kembali menangkap energi tersebut, energi yang telah melakukan perjalanan menuju objek. Gambar 2.3 merupakan penginderaan jauh sistem aktif



Gambar 2. 3. Penginderaan jauh sistem aktif

Sumber : (Budyanto and Muzayanah 2018)

Parameter yang menjadi ukuran kemampuan suatu sensor adalah resolusi, yaitu batas kemampuan memisahkan / mengidentifikasi objek. Ada 5 (lima) jenis resolusi yang dikenal dalam penginderaan jauh, yaitu:

- Resolusi spasial, yaitu ukuran terkecil objek yang masih dapat dibedakan. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, semakin baik kualitasnya. Landsat TM 5 mampu merekam objek 30 x 30 meter per piksel, sedangkan Ikonos mampu merekam objek 1 x 1 meter per piksel. Jadi, sensor Ikonos lebih tinggi resolusi spasialnya dibandingkan sensor Landsat.
- Resolusi spektral, yaitu ukuran kepekaan sensor membedakan objek berdasarkan besar spektrum elektromagnetik dalam perekaman data. Landsat mampu merekam 7 *Band*, sedangkan SPOT multi-spektral mampu

merekam 3 *Band*. Jadi, sensor Landsat lebih tinggi resolusinya spektralnya dibandingkan sensor SPOT.

- Resolusi radiometrik, yaitu ukuran kepekaan sensor membedakan kekuatan sinyal objek yang diterimanya. Makin tinggi resolusi radiometriknya, makin peka sensor terhadap perubahan kecil sinyal yang diterimanya.
- Resolusi temporal, yaitu ukuran kemampuan sensor mengidentifikasi perbedaan kenampakan objek yang direkam pada waktu berbeda. Semakin sering sensor merekam suatu objek sama, semakin tinggi resolusi temporalnya. Landsat-TM melakukan pengulangan perekaman data pada daerah sama dalam kurun waktu 17 hari, sedangkan SPOT dalam kurun waktu 28 hari. Jadi, Landsat lebih tinggi resolusi temporalnya dibandingkan SPOT.
- Resolusi termal (panas), yaitu kemampuan sensor mengidentifikasi perbedaan temperatur objek. Artinya, jika resolusi termal suatu sensor $0,5^{\circ}\text{C}$, sensor tersebut mampu mengidentifikasi objek yang perbedaan panasnya $0,5^{\circ}\text{C}$.

2.2.3 Klasifikasi Citra

Proses klasifikasi penutup lahan meliputi dua langkah : (1) mengenali objek-objek penutup lahan (2) pemberian nama-nama piksel untuk diklasifikasi menggunakan algoritma klasifikasi tertentu.

1. Klasifikasi Terbimbing (*Supervised Classification*)

Klasifikasi terbimbing merupakan metode yang dipandu dan dikendalikan sebagian besar atau sepenuhnya oleh pengguna dalam proses pengklasifikasiannya. Intervensi pengguna dimulai sejak penentuan training area hingga tahap pengklasterannya. Klasifikasi terbimbing dalam hal ini mensyaratkan kemampuan pengguna dalam penguasaan informasi lahan terhadap areal kajian. Proses metode supervised ini, analis terlebih dulu menetapkan beberapa training area (daerah contoh) pada citra sebagai kelas lahan tertentu. Penetapan ini berdasarkan pengetahuan analis terhadap wilayah dalam citra mengenai daerah-daerah tutupan lahan. Nilai-nilai piksel dalam daerah contoh kemudian digunakan oleh komputer sebagai

kunci untuk mengenali piksel lain. Daerah yang memiliki nilai-nilai piksel sejenis akan dimasukkan kedalam kelas lahan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jadi dalam metode supervised ini analisis mengidentifikasi kelas informasi terlebih dulu yang kemudian digunakan untuk menentukan kelas spektral yang mewakili kelas informasi tersebut (Danoedoro, 2012). Algoritma yang bisa digunakan untuk menyelesaikan metode supervised ini antara lain:

- **Klasifikasi Kemiripan Maksimum (*Maximum Likelihood*)**
Sistem klasifikasi ini pada dasarnya merupakan pengelompokan piksel berdasarkan nilai pantulannya sesuai dengan daerah contoh yang dipilih. Algoritma klasifikasi kemiripan maksimum, diasumsikan bahwa probabilitas untuk semua kelas dipandang sama. Faktanya, tidak semua kelas dapat diperlakukan pada probabilitas sama untuk dipresentasikan pada citra. Suatu gugus sampel yang jauh lebih kecil dari gugus – gugus sampel yang lain akan mempunyai probabilitas yang lebih kecil untuk muncul, sehingga perlu adanya faktor pembobot untuk masing – masing kelas yang ada. Gugus sampel yang kecil ini secara logis dapat diberi bobot yang lebih rendah dibandingkan gugus – gugus yang lain (Danoedoro, 2012).

2.3 Satelit Landsat 8

Landsat merupakan satelit pertama tidak berawak yang dikembangkan oleh NASA dan dirancang secara spesifik untuk memperoleh data sumber daya bumi. Pencitraannya dilakukan secara sistematis dan berulang. Satelit Landsat 8 telah berhasil diluncurkan NASA pada tanggal 11 Februari 2013 lalu bertempat di *Vandenberg Air Force Base*, California. Periode *checkout* sekitar 100 hari setelah peluncuran memungkinkan pesawat ruang angkasa untuk melakukan manuver orbit, sistem inisialisasi dan kalibrasi kegiatan. Data Landsat 8 akan tersedia secara gratis (tanpa biaya) untuk di unduh melalui beberapa sumber yaitu *Glovis*, *Earth Explorer* atau *Viewer Landsat Look*. Landsat 8 akan mengorbit setiap 99 menit dan gambar seluruh bumi setiap 16 hari, mengumpulkan pada akuisisi jadwal yang

sama. Karakteristik dari citra Landsat 8 ini adalah menggunakan sensor *Operational Land Manager* (OLI) dengan selang *Band* yang lebih pendek, terdapat 9 *Band* spektral dan 2 *Band thermal*. Citra Landsat 8 disinyalir memiliki akurasi geodetik dan geometrik yang lebih baik (USGS 2013).

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). Spesifikasi *Band* Landsat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.1 Spesifikasi Landsat 8 OLI

Sensor	Band	Resolusi Spasial (Meter)	Sensitif Warna	Panjang Rentang Spektrum Elektromagnetik (Mikrometer)	Fungsi
Onboard Operational Land Imager (OLI)	<i>Band 1</i>	30 m	<i>Coastal/Aerosol</i>	0,433-0,453 Mikrometer	Penelitian mengenai <i>Coastal</i> dan <i>Aerosol</i>
	<i>Band 2</i>	30 m	<i>Blue</i>	0,450-0,515 Mikrometer	Pemetaan Batimetri, membedakan tanah dari vegetasi dan daun yang gugur
	<i>Band 3</i>	30 m	<i>GREEN</i>	0,525-0,600 Mikrometer	Bagian atas dari vegetasi yang bermanfaat untuk menilai vegetasi tersebut
	<i>Band 4</i>	30 m	<i>Red</i>	0,630-0,680 Mikrometer	Membedakan vegetasi dari kemiringannya
	<i>Band 5</i>	30 m	<i>Near-IR</i>	0,845-0,885 Mikrometer	Menekankan isi dan tepian dari biomassa
	<i>Band 6</i>	30 m	SWIR-1	1,560-1,660 Mikrometer	Membedakan kadar air tanah, vegetasi dan awan tipis
	<i>Band 7</i>	30 m	SWIR-2	2,100-2,300 Mikrometer	Meningkatkan kelembabantanah, vegetasi dan awan tipis
	<i>Band 8</i>	15 m	Pan	0,500-0,680 Mikrometer	Resolusi 15 meter, gambar lebih tajam
	<i>Band 9</i>	30 m	<i>Cirrus</i>	1,360-1,390 Mikrometer	Meningkatkan pendeteksi awan cirrus
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	<i>Band 10</i>	100 m	LWIR-1	10,30-11,30 Mikrometer	Resolusi 100 meter, pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah
	<i>Band 11</i>	100 m	LWIR-2	11,50-12,50 Mikrometer	Resolusi 100 meter, meningkatkan pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah

Sumber : Handbook Landsat 2016

Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi *Band-Band* yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang

ditangkap. Kelebihan tersebut terletak pada warna objek di citra yang tersusun atas 3 warna dasar, yaitu Red, *GREEN* dan Blue (RGB), jika *Band* penyusun RGB semakin banyak, maka warna-warna objek menjadi lebih bervariasi. Deteksi terhadap awan cirrus juga lebih baik dengan dipasangnya kanal 9 pada sensor OLI, sedangkan *Band thermal* (kanal 10 dan 11) sangat bermanfaat untuk mendeteksi perbedaan suhu permukaan bumi dengan resolusi spasial 100 m. Pemanfaatan sensor ini dapat membedakan bagian permukaan bumi yang memiliki suhu lebih panas dibandingkan area sekitarnya.

Kelebihan lain dari Landsat 8 adalah adanya spesifikasi baru yang terpasang pada *Band* landsat ini khususnya pada *Band* 1, 9, 10, dan 11. *Band* 1 (*ultra blue*) dapat menangkap panjang gelombang elektromagnetik lebih rendah dari pada *Band* yang sama pada landsat 7, sehingga lebih sensitif terhadap perbedaan reflektan air laut atau aerosol. *Band* ini unggul dalam membedakan konsentrasi aerosol di atmosfer dan mengidentifikasi karakteristik tampilan air laut pada kedalaman berbeda. Adapun terkait dengan resolusi spasial, Landsat 8 memiliki kanal-kanal dengan resolusi tingkat menengah, setara dengan kanal-kanal pada landsat 5 dan 7. Umumnya kanal pada OLI memiliki resolusi 30 m, kecuali untuk pankromatik 15 m. Data spasial yang digunakan dalam penelitian ini melalui beberapa tahap proses pengolahan. Proses awal pengolahan citra dilakukan untuk mengoreksi segala informasi yang ada pada citra sehingga informasi yang ada dapat merepresentasikan kondisi yang sebenarnya (Baboo & Devi, 2010). Pengolahan dasar dalam rupa koreksi geometrik dan koreksi radiometrik dilakukan untuk mendapatkan kondisi sesuai kenyataan citra satelit (Supriatna & Sukartono, 2002).

2.3.1 Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik adalah koreksi dasar citra yang dilakukan untuk menghilangkan noise yang terdapat pada citra sebagai akibat dari adanya distorsi oleh posisi cahaya matahari, dan salah satu contoh citra satelit yang memerlukan proses ini adalah citra Satelit Landsat (Rahayu & Candra, 2014). Koreksi atmosferik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan yang direkam oleh sensor

pada citra akibat dari pengaruh atmosferik yang diakibatkan dari partikel di atmosfer sebagai bidang perantara pada saat akuisisi data citra.

2.3.2 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik adalah koreksi dasar citra yang dilakukan agar citra memiliki sifat-sifat peta dalam bentuk, skala, dan proyeksi dengan cara mengembalikan posisi masing-masing piksel pada gambar objek di permukaan bumi (LAPAN, 2015). Koreksi geometrik dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *non-parametric*, yakni dengan menggunakan hubungan *polynomial* antara koordinat pada piksel citra terhadap titik koordinat yang sebenarnya (Baboo & Devi, 2010). Tahapan yang dilakukan dalam koreksi geometrik secara *non-parametric* meliputi proses rektifikasi dan *resampling*. Proses rektifikasi merupakan proses meletakkan posisi pikselcitra kedalam posisi yang sebenarnya (LAPAN, 2015).

2.4 Metode Analisa Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini berupa analisis deskriptif spasial dan menggunakan analisis Sistem Informasi Geografis berupa kuantitatif berjenjang. Analisis Sistem Informasi Geografis menjawab tujuan pertama untuk mengetahui sebaran tingkat rawan kekeringan lahan pertanian Kecamatan Gading Rejo. Sedangkan analisis deskriptif spasial merupakan analisis yang memaparkan tentang deskripsi sebaran spaial pemetaan tingkat rawan kekeringan lahan pertanian di Kecamatan Gading Rejo tahun 2018 berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan. Analisis deskriptif digunakan untuk menjabarkan parameter yang digunakan dalam pembuatan peta tingkat rawan kekeringan lahan pertanian. Segala teknik atau pendekatan perhitungan matematis yang terkait dengan data atau layer (tematik) keruangan dilakukan di dalam Analisis Spasial. Analisis spasial adalah suatu teknik atau proses yang melibatkan sejumlah hitungan dan evaluasi logika yang dilakukan dalam rangka mencari atau menemukan hubungan atau pola-pola yang terdapat di antara unsur-unsur geografis yang terkandung dalam data digital dengan batas-batas wilayah studi tertentu (Prahasta, 2009).

2.4.1 Konsep Pengolahan Citra

Data penginderaan jauh dapat berupa citra, grafik, dan data numerik. Data tersebut dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diteliti. Informasi yang didapat dari suatu penginderaan jauh merupakan hasil dari suatu perekaman sensor yang menerima pantulan sinyal gelombang dari objek. Karena setiap material pada permukaan bumi memiliki nilai reflektansi terhadap gelombang yang berbeda-beda maka dapat diketahui jenis objek tersebut berdasarkan karakteristik dari pantulan sinyal gelombang yang didapat (Danoedoro,2016). Wahana dalam penginderaan jauh ini dapat berupa balon udara, pesawat terbang, satelit, atau wahana lainnya. Citra sebagai suatu dataset juga bisa dimanipulasi menggunakan algorithm (persamaan matematis). Manipulasi yang ada dapat berupa pengkoreksian *error*, pemetaan kembali data terhadap suatu referensi geografis tertentu ataupun mengekstrak informasi yang tidak langsung terlihat dari data. Di Indonesia metode analisa citra masih jarang digunakan sebagai data awal eksplorasi panas bumi (Sutanto,1986).

Berdasarkan sumber energinya, sistem penginderaan jauh dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Sistem Pasif, dimana sistem ini adalah menggunakan sumber energi dari tenaga matahari.
- b. Sistem Aktif, dimana sistem ini menggunakan sumber tenaga buatan, yang pada umumnya menggunakan gelombang mikro tapi dapat juga menggunakan spektrum tampak dengan menggunakan laser.

Dalam melakukan interpretasi citra, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain (Ruhimat, 1998):

- a. Rona dan warna, adalah tingkat kecerahan atau kegelapan suatu obyek yang terdapat pada citra yang tergantung pada keadaan cuaca saat pengambilan objek, arah datangnya sinar matahari maupun waktu pengambilan gambar.
- b. Bentuk, dimana bentuk yang ada merupakan konfigurasi atau kerangka suatu objek.
- c. Ukuran, dimana ukuran merupakan ciri objek yang berupa jarak, luas,tinggi lereng dan volume.

- d. Tekstur, dimana tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur ini dinyatakan dengan halus, sedang, kasar.
- e. Pola, dimana pola merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan beberapa objek ilmiah.
- f. Bayangan, dimana bayangan bersifat menyembunyikan detail objek yang berada dalam daerah gelap maupun sebagai tanda objek dengan ciri memiliki ketinggian yang akan tampak lebih jelas.
- g. Situs atau letak suatu objek terhadap objek lainnya.
- h. Asosiasi, dimana asosiasi adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek lainnya.
- i. Konvergensi bukti, dimana adalah penggunaan beberapa unsur interpretasi citra sehingga lingkungannya menjadi semakin menyempit ke arah satu kesimpulan tertentu.

2.4.2 Analisis Spasial *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Vegetasi yang menutup permukaan bumi secara fisik mudah dibedakan dengan kenampakan air, tanah, dan bangunan melalui citra, karena mempunyai nilai reflektan yang berbeda. Identifikasi terhadap vegetasi pada data citra digital pada umumnya menggunakan gelombang (*Band*) merah dan inframerah dekat. Pada kedua *Band* tersebut, zat hijau daun (*chlorofil*) pada vegetasi menunjukkan nilai reflektan yang bervariasi. Perbedaan tersebut selain dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi, seperti jenis dan umur pohon, struktur daun dan tutupan kanopi, juga dipengaruhi oleh karakter tanah dan kondisi atmosfer (Howard dan Lillesand & Kiefer dalam Sobirin dkk, 2007).

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara *Band* merah dan *Band Near-Infrared Radiation* (NIR) 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. Konsep pola spektral di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra *Band* merah dapat dilihat pada persamaan rumus 2.1 adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

NIR= radiasi inframerah dekat dari piksel.

Red= radiasi cahaya merah dari piksel

Nilai NDVI berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat). Nilai vegetasi pada rentang 0.1 hingga 0.7, diatas nilai ini menggambarkan tingkat kesehatan tutupan vegetasi. NDVI dapat digunakan sebagai indikator biomassa dan tingkat kehijauan (*GREENnes*) relatif. Indeks atau nilai piksel yang dihasilkan kemudian sering dijadikan ukuran kuantitatif tingkat kehijauan vegetasi. Apabila diterapkan di wilayah kota, maka tingkat kehijauan lingkungan urban dapat digunakan sebagai salah satu parameter kualitas lingkungan. Untuk lahan pertanian, NDVI terkait dengan umur, kesehatan, dan kerapatan tanaman semusim, sehingga seringkali dipakai untuk menaksir tingkat produksi secara regional.

Algoritma NDVI didapat dari rasio antara *Band* merah dan *Band* inframerah dekat dari citra penginderaan jauh, dengan begitu indeks “kehijauan” vegetasi dapat ditentukan. NDVI merupakan indeks rasio yang paling umum digunakan untuk vegetasi. NDVI dihitung berdasarkan per-pixel dari selisih normalisasi antara *Band* merah dan inframerah dekat pada citra.

NIR adalah *Band* 5 citra Landsat 8 dan Red adalah *Band* 4 dari citra Landsat 8. Untuk menentukan nilai kerapatan tajuk vegetasi menggunakan hasil dari perhitungan NDVI, kemudian nilai kelas NDVI tersebut diklasifikasi ulang (*reclass*) menjadi tiga kelas, yaitu kerapatan jarang, sedang dan rapat. Indeks vegetasi yang ditunjukkan persamaan di atas mempunyai nilai minimum yaitu yang menunjukkan bahwa kondisi wilayah tidak bervegetasi. Sebaliknya bahwa indeks vegetasi yang memiliki nilai 1 menunjukkan bahwa kondisi wilayah bervegetasi.

Nilai indeks vegetasi yang diperoleh dapat diklasifikasikan kembali oleh NASA berupa pengklasifikasian warna yang merupakan wilayah bervegetasi atau tidak.

2.4.3 Analisis Spasial *Normalized Difference Water Index* (NDWI)

Dalam menganalisis indeks kebasahan dengan citra landsat, kanal/*Band* yang digunakan adalah 4 dan 5. *Band* 4 termasuk dalam spektral infra merah dekat (near)/*Near Infrared* (NIR) dengan panjang gelombang 0.76-0.90, kegunaan dari *Band* 4 tersebut yaitu dapat membedakan jenis vegetasi yang dideteksi dan juga aktivitas vegetasi tersebut sehingga dapat membatasi tubuh air dan juga kelembaban tanah. Sedangkan *Band* 5 termasuk dalam inframerah sedang/*middle infrared* dengan panjang gelombang 1.55-1.75, *Band* 5 berguna untuk menunjukkan komposisi kelembaban tumbuhan dan kelembaban tanah, juga dapat membedakan salju dan awan. Indeks kebasahan ini juga menunjukkan *normalized difference water index* (NDWI). NDWI ini dikembangkan untuk menggambarkan badan air dari citra satelit. Dengan formula pada persamaan rumus 2.2 dibawah ini:

$$NDWI = GREEN - NIR / GREEN + NIR \quad (2.2)$$

Keterangan:

NIR : Nilai reflektansi *Band near infrare*

GREEN : Nilai reflektansi *Band hijau*

Tabel 2.4 dibawah ini merupakan klasifikasi nilai NDWI

Tabel 2.2 Klasifikasi NDWI

Kelas	Nilai NDWI	Tingkat Kebasahan
1	-1 < NDWI > 0	Non- Badan Air
2	0 < NDWI < 0.33	Kebasahan Sedang
3	0.33 < NDWI < 1	Kebasahan tinggi

2.4.4 Analisis Spasial *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI)

Kelembaban tanah merupakan jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah. Kelembaban tanah sangat dinamis, hal ini disebabkan oleh penguapan melalui permukaan tanah, transpirasi dan perkolasi. Perbedaan potensi kelembaban total dan kemiringan antara dua titik/lokasi dalam lapisan tanah dapat menyebabkan gerakan air dalam tanah. Air bergerak dari tempat dengan potensi kelembaban tinggi ke tempat dengan potensi kelembaban yang lebih rendah. Air akan bergerak mengikuti lapisan tanah maupun batuan sesuai dengan arah kemiringan lapisan formasi geologi. Kelembaban tidak selalu mengakibatkan gerakan air dari tempat basah ke tempat kering. Air dapat bergerak dari tempat kering ke daerah basah seperti terjadinya pada proses perlokasi air tanah (Asdak,2018).

Pemantauan kondisi kelembaban akan lebih efektif dan efisien menggunakan teknologi penginderaan jauh, teknologi ini merupakan salah satu metode yang dapat dipergunakan karena data yang diperoleh berupa data digital dan pengukuran mencakup daerah yang lebih terdistribusi. *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) merupakan salah satu indeks yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban suatu permukaan lahan. NDMI memiliki nilai tengah dari spektral yang didapat dari gelombang elektromagnetik *near infrared* dan *shortwave infrared* (Achmad *et al.*, 2018). Panjang gelombang 0.76-0.90 dapat membedakan jenis vegetasi yang dideteksi dan juga aktivitas vegetasi tersebut sehingga dapat membatasi tubuh air dan juga kelembaban tanah. Panjang gelombang 1.55- 1.75, berguna untuk menunjukkan komposisi kelembaban tumbuhan dan kelembaban tanah, juga dapat membedakan salju dan awan (Haikal, 2014). NDMI diformulasikan pada persamaan 2.3:

$$NDMI = \frac{\lambda_{NIR} - \lambda_{SWIR1}}{\lambda_{NIR} + \lambda_{SWIR1}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

λ_{NIR} = Nilai reflektansi *Band near infrare*

λ_{SWIR} = Nilai reflektansi *Band shortwave infrared*

2.4.5 Analisis Spasial *Land Surface Temperature* (LST)

LST dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam cakupan yang berbeda, (Farida&Krisbiantoro, 2014). LST adalah salah satu kunci parameter di berbagai studi lingkungan pada disiplin-disiplin ilmu yang berbeda, seperti geologi, hidrologi, ekologi, oseanografi, meteorologi, klimatologi, dan lain-lain (Jimenez-munoz dan sobrino, 2008).

LST merupakan salah satu parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan dan merupakan variabel klimatologis yang utama. LST mengendalikan fluks energi gelombang panjang yang melalui atmosfer. Besarnya LST tergantung pada kondisi parameter permukaan lainnya, seperti kelembaban permukaan dan tutupan serta kondisi vegetasi. Oleh karena itu pengetahuan tentang distribusi spasial LST dan keragaman temporalnya penting bagi pemodelan aliran yang akurat antara permukaan dan atmosfer (Prasasti et al,2007).

2.4.6 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan berperan dalam menampung air ataupun melimpaskannya. Daerah yang ditumbuhi banyak pepohonan akan membantudalam penyerapan air sehingga air akan mudah ditampung dan limpasan air akan kecil sekali terjadi. Hal ini disebabkan besarnya kapasitas serapan air oleh pepohonan dan lambatnya air limpasan mengalir akibat tertahan oleh akar dan batang pohon. Kaitanya dalam kekeringan, nilai skor rendah diberikan pada daerah dengan tutupan lahan didominasi oleh pepohonan, sedangkan nilai skor tinggi untuk daerah dengan penutup lahan minim pepohonan atau tanpa pepohonan. Pemberian nilai nol pada tubuh air dikarenakan tubuh air dianggap tidak pernah mengalami kekeringan.

Klasifikasi masing-masing penggunaan lahan yang berkaitan dengan potensi kekeringan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.3 Klasifikasi penggunaan lahan terhadap kekeringan

No	Penggunaan Lahan	Nilai (Skor)
1	Hutan, badan air	1
2	Kebun campuran	2
3	Sawah	3
4	Tanah terbuka, lahan terbangun (pemukiman)	4

Sumber: Fersely, 2007

2.4.7 Curah Hujan

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan menjadi sangat penting dalam penelitian ini karena merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan kondisi permukaan dalam sudut pandang sumberdaya air. Hujan merupakan suatu masukan (input) yang akan diproses oleh permukaan lahan untuk menghasilkan suatu keluaran (Raharjo, 2010). Pengharkatan nilai curah hujan didasarkan dari jumlah curah hujanya. Daerah dengan jumlah curah hujan paling kecil dapat dikatakan bahwa daerah itu akan lebih berpengaruh terhadap kejadian kekeringan. Oleh karena itu, untuk daerah yang mempunyai nilai curah hujan rendah akan diberi nilai skor yang lebih tinggi daripada daerah dengan curah hujan tinggi. Adapun pengharkatan tertera pada tabel 2.6.

Tabel 2.4 Klasifikasi curah hujan terhadap kekeringan

No	Curah Hujan Rata-rata (mm/hg)	Skor
1	<1500	4
2	1500-200	3
3	2001-2500	2

Sumber: Fersely, 2007

Curah hujan adalah banyaknya air hujan yang jatuh ke bumi persatu satuan luas permukaan pada suatu jangka waktu tertentu. Besar kecilnya curah hujan dapat dinyatakan sebagai volume air hujan yang jatuh pada suatu areal tertentu dalam jangka waktu relatif lama, oleh karena itu besarnya curah hujan dapat dinyatakan dalam m³/satuan luas, secara umum dinyatakan dalam tinggi air (mm). Curah hujan 10 mm berarti tinggi hujan yang jatuh pada areal seluas 1 m² adalah 10 liter. Ancaman longsor biasanya dimulai pada saat jumlah intensitas curah hujan meningkat. Musim kemarau yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air pada tanah dalam jumlah yang sangat besar sehingga mengakibatkan munculnya pori-pori tanah dan terbentuknya retakan pada permukaan tanah. Ketika hujan, air masuk dan saat mencapai tingkat kejenuhan tanah atau air terakumulasi di bagian dasar lereng akan menyebabkan gerakan lateral. Longsoran dapat dicegah bila ada pepohonan di permukaannya, karena air akan diserap oleh akar tumbuhan. Apabila tidak ada tumbuhan yang dapat mengikat tanah dan menyerap air, maka longsor akan mudah terjadi karena ketahanan batuan/tanah penyusun lereng menurun tajam dan menyebabkan lereng menjadi tidak stabil di sepanjang bidang gelincir (Hardiyatmo, 2006). Aliran permukaan mempunyai sifat yang dinyatakan dalam jumlah, kecepatan, laju dan gejala aliran permukaan. Sifat-sifat ini mempengaruhi kemampuannya untuk menimbulkan gerakan tanah (Arsyad, 2010).

Curah hujan suatu kawasan dapat dihitung dengan menggunakan rata-rata aritmatik, poligon *thiessen*, dan isohyet. Peta isohyet merupakan hasil interpolasi data curah hujan pada sejumlah pos hujan wilayah yang dipetakan (Setiawan & Rohmat, 2011). Metode interpolasi spasial yang digunakan dalam pembuatan peta ini diimplementasikan dalam ArcGIS yaitu IDW (*Inverse Distance Weighted*) (Lu & Wong, 2008). Metode IDW merupakan metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi sehingga, semakin dekat jarak antara titik sampel dan blok yang akan diestimasi maka semakin besar bobotnya, begitu juga sebaliknya (Hadi, 2013). Curah hujan rata-rata dengan isohyet dapat dirumuskan dalam persamaan 2.14:

$$R = \frac{A_1(i_1+i_2) + A_2(i_2+i_3) + \dots + A_n(i_n+i_{n+1})}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.4)$$

Keterangan:

R : Curah hujan rata-rata (mm)

$i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$: Garis isohyet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1

A_1, A_2, \dots, A_n : Luas daerah yang dibatasi oleh garis isohyet ke 1 dan 2, 2 dan 3, ..., n dan n+1

2.4.8 Overlay

Tipe dasar dari analisis spasial yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi karakteristik spasial dan atribut dari penggabungan layer data adalah overlay. Overlay atau yang dikenal dengan istilah tumpang susun merupakan proses penyatuan dua buah data grafis atau lebih untuk memperoleh data grafis yang baru. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam melakukan proses *overlay* yaitu sistem koordinat pada seluruh data maupun kesamaan skala gambar dalam rangkaian kegiatan pengambilan kesimpulan secara spasial (Sari, 2017).

Proses overlay dapat dilakukan menggunakan beberapa metode yaitu identity, intersect, union dan update. Proses *overlay identity* diterapkan antara dua buah data grafis, batas data grafis pertama digunakan sebagai acuan batas luar *overlay*. Apabila batas luar antara dua data grafis tidak sama, batas luar yang akan digunakan adalah batas luar data grafis pertama. Metode *intersect* diterapkan untuk memproses data pada wilayah yang bertampalan. Metode *overlay union* dilakukan dengan menggabungkan antara dua buah data atau lebih yang menghasilkan gabungan antara batas luar pada data pertama dengan batas luar data kedua. Metode *update* merupakan jenis *overlay* yang sedikit berbeda. Proses *overlay* pada metode ini dilakukan dengan menghapuskan informasi grafis pada *coverage input*, kemudian diganti dengan informasi baru yang berasal dari *coverage up date* (Sari, 2017).

2.4.9 Metode Skoring dan Pembobotan

Metode skoring adalah suatu metode pemberian skor atau nilai terhadap parameter yang akan digunakan dalam analisis. Tiap-tiap parameter terbagi atas beberapa kelas. Pembagian kelas dari setiap parameter yang digunakan secara umum

disesuaikan dengan kelas parameter yang dimiliki oleh daerah yang diamati (Sari, 2017). Metode pembobotan atau disebut juga weighting adalah faktor pengali yang besarnya sesuai dengan peranan variabel terhadap hasil ukur suatu metode yang digunakan apabila setiap karakter memiliki peranan berbeda atau jika memiliki beberapa parameter untuk menentukan kemampuan lahan atau sejenisnya. Semakin besar pengaruh suatu parameter maka bobot dan nilai variable indikator juga semakin besar (Sari, 2017). Persamaan matematis dengan cara menggabungkan antara *skoring* dan pembobotan ditunjukkan pada persamaan 2.5:

$$X = \sum_{i=1}^n (W_i \times X_i) \quad (2.5)$$

Keterangan :

- X = Nilai kerawanan
- W_i = Bobot untuk parameter ke-i
- X_i = Skor kelas pada parameter ke-i

Nilai interval menjadi dasar dalam pengkelasan. Penentuan lebar interval masing-masing kelas dilakukan dengan membagi sama banyak nilai-nilai yang didapat dengan jumlah interval kelas yang ditentukan dengan persamaan 2.6:

$$I = R/N \quad (2.6)$$

Keterangan:

- I = Interval kelas
- R = Selisih nilai maksimum dan nilai minimum
- N = Jumlah kelas

2.4.10 Uji Akurasi

Akurasi hasil interpretasi citra merupakan kesesuaian antara hasil interpretasi citra dengan nilai yang dianggap benar. Semakin sesuai atau semakin kecil beda anatara dua nilai tersebut berarti semakin akurat interpretasinya. Akurasi interpretasi dapat ditingkatkan melalui dua cara, yaitu dengan mengganti sistem penginderaan jauh yang diinterpretasi, dan dengan mengganti metodenya. Opsi yang pertama dapat dilakukan dengan mengganti citra dengan resolusi spasialnya lebih baik. Opsi yang kedua dapat dilakukan dengan menambah jumlah training area dan meningkatkan strategi interpretasi. Perhitungan ketelitian klasifikasi dilakukan dengan

menghitung matriks kesalahan (*confusion matrix*) dengan menggunakan data inspeksi lapangan (*ground truth*) sebagai referensi validasi. Melalui metode *confusion matrix* dapat diperoleh indikator-indikator akurasi dan kesalahan pada hasil klasifikasi (Sutanto, 2016).

2.4.11 Uji Korelasi

Korelasi merupakan salah satu teknik analisis statistik yang paling banyak digunakan oleh para peneliti. Peneliti umumnya tertarik terhadap peristiwa-peristiwa yang terjadi dan mencoba untuk menghubungkannya, besarnya angka korelasi disebut koefisien korelasi dinyatakan dengan lambang r .

Hubungan antara dua variabel di dalam teknik korelasi bukanlah dalam arti hubungan sebab akibat (timbal balik), melainkan hanya merupakan hubungan searah saja. Akibatnya, dalam korelasi dikenal penyebab dan akibatnya. Data penyebab atau yang mempengaruhi disebut variabel bebas (*independent*) dan data akibat atau yang dipengaruhi disebut variabel terikat (*dependent*). Variabel bebas (*independent*) dilambangkan dengan huruf X atau $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ (tergantung banyaknya variabel bebas). Variabel terikat (*dependent*) dilambangkan dengan huruf Y (Purnama 2014). Adapun kegunaan dari korelasi ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan yang signifikan antara variabel satu dengan yang lainnya.
- b. Untuk menyatakan besarnya sumbangan variabel satu terhadap yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Dengan demikian, maka r^2 disebut koefisien determinasi atau koefisien penentu. Hal ini disebabkan $r^2 \times 100\%$ terjadi dalam variabel terikat Y yang mana ditentukan oleh variabel X.

Pola atau bentuk hubungan antara dua (2) variabel korelasi yang terjadi antara dua variabel yaitu, (i) korelasi linear positif (+) yaitu perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang sama. Jika nilai variabel X mengalami kenaikan, maka variabel Y akan ikut naik. Jika nilai variabel X mengalami penurunan, maka variabel Y akan ikut turun, apabila nilai koefisien korelasi mendekati +1 (positif satu) berarti pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi linear positif yang kuat/erat/sepurna. (ii)

Korelasi linear *negative* (-) yaitu perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan, jika nilai variabel X mengalami kenaikan, maka variabel Y akan turun. Jika Nilai variabel X mengalami penurunan, maka nilai variabel Y akan naik. Apabila nilai koefisien korelasi mendekati -1 (negatif satu) maka hal ini menunjukkan pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi linear negatif yang kuat/erat/semurna. (iii) Tidak berkorelasi (0) yaitu kenaikan nilai variabel yang satunya bisa diikuti dengan penurunan variabel lainnya atau diikuti dengan kenaikan variabel yang lainnya. Arah hubungannya tidak teratur, bisa searah atau pun berlawanan, apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati 0 (nol) berarti pasangan data variabel X dan variabel Y memiliki korelasi yang sangat lemah atau berkemungkinan tidak berkorelasi.

Persamaan regresi linier sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel bebas/ *predictor* (X) dengan satu variabel tak bebas/ *response* (Y), yang biasanya digambarkan dengan garis lurus (Yuliara 2016).

2.5 Analisis Spasial

Istilah sistem informasi geografis diartikan sebagai suatu sistem berdasarkan komputer yang mempunyai kemampuan untuk menangani data yang bereferensi geografis (*georeference*) dalam hal pemasukan, manajemen data, memanipulasi dan menganalisis serta pengembangan produk dan percetakan (Aronoff, 2013). Menurut Bakosurtanal (Badan Kordinasi dan Pemetaan Nasional) atau yang saat ini namanya menjadi BIG (Badan Informasi Geospasial) sistem informasi geografis adalah kumpulan yang *terorganisir* dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografis dan personal yang di desain untuk memperoleh, menyimpan, memperbaiki, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geospasial (Sodikin, 2015).

Pengertian lain menyebutkan bahwa sistem informasi geografis merupakan ilmu pengetahuan yang berbasis pada perangkat lunak komputer yang digunakan untuk memberikan data berbentuk digital dan analisis terhadap permukaan geografis bumi

sehingga membentuk suatu informasi keruangan yang tepat dan akurat (Agus Suryantoro, 2012). Berdasarkan pengertian – pengertian yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa sistem informasi geografis merupakan suatu sistem komputer untuk mengolah informasi yang bereferensi geospasial, sistem ini terdiri dari tahap input, proses sampai dengan *output*.