

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Perkembangan Wilayah Perkotaan

2.1.1 Pengertian Kota

Kota merupakan sebuah sistem terbuka, baik secara fisik maupun sosial ekonomi, bersifat tidak statis dan dinamis atau bersifat sementara. Pengertian mengenai kota yang kemudian lebih sering dijadikan acuan di Indonesia adalah tempat dengan konsentrasi penduduk lebih padat dari wilayah sekitarnya karena terjadi pemusatan kegiatan fungsional yang berkaitan dengan kegiatan atau aktivitas penduduknya. Selain itu, pengertian kota apabila ditinjau lebih spesifik mempunyai pengertian dan batasan yang bermacam-macam menurut sudut pandang para ahli yang terdiri dari berbagai aspek, antara lain: aspek geografis, fisik, demografis, statistik, sosial, ekonomi, dan administrasi. Pengertian dari berbagai aspek ini dapat dilihat pada tabel II.1 berikut (Djamal, 2008).

Tabel II.1
Pengertian Kota Ditinjau dari Berbagai Aspek

No	Aspek	Pengertian Kota
1	Fisik	Suatu wilayah dengan wilayah terbangun (<i>built up area</i>) lebih padat dibandingkan dengan area sekitarnya
2	Demografis	Wilayah dengan konsentrasi penduduk yang dicerminkan oleh jumlah dan tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan keadaan di wilayah sekitarnya
3	Sosial	Suatu wilayah dengan kelompok-kelompok sosial masyarakat yang heterogen (tradisional-modern, formal informal, maju-terbelakang, dsb)
4	Geografis	Suatu wilayah dengan wilayah terbangun yang lebih padat dibandingkan dengan area sekitarnya
5	Statistik	Suatu wilayah yang secara statistik besaran atau ukuran jumlah penduduknya sesuai dengan batasan atau ukuran untuk kriteria kota
6	Ekonomi	Suatu wilayah yang memiliki kegiatan usaha sangat beragam dengan dominasi di sektor non-pertanian, seperti perdagangan, perindustrian, pelayanan jasa, perkantoran, pengangkutan, dll
7	Administrasi	Suatu wilayah yang dibatasi oleh suatu garis batas kewenangan administrasi pemerintah daerah yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan

Sumber : (Pontoh & Kustiwan, 2009)

Selain pengertian kota, dikenal pula perkotaan yang pengertiannya lebih luas menunjukkan ciri/karakteristik/sifat kekotaan. Dalam hal ini perkotaan atau kawasan perkotaan adalah permukiman yang meliputi kota induk dan daerah pengaruh di luar batas administrasinya yang berupa daerah pinggiran sekitarnya/kawasan *sub-urban*. Ditinjau berdasarkan statusnya, kawasan perkotaan di Indonesia dibedakan atas (Pontoh & Kustiwan, 2009):

- a. Kawasan perkotaan berstatus administratif Daerah Kota
- b. Kawasan perkotaan yang merupakan bagian dari Daerah Kabupaten
- c. Kawasan perkotaan baru yang merupakan hasil pembangunan yang mengubah kawasan pedesaan menjadi kawasan perkotaan
- d. Kawasan perkotaan yang terdiri dari dua atau lebih daerah yang berbatasan

2.1.2 Aktivitas Kota

Di setiap kota besar, pemenuhan kebutuhan penduduk pada umumnya telah dilakukan melalui beberapa kegiatan yang meliputi berbagai sektor sebagai berikut (Khambali & ST, n.d.):

1. Perumahan yang berkaitan dengan masalah kebutuhan lahan dan perumahan bagi pertumbuhan penduduk
2. Perdagangan dan jasa
3. Transportasi
4. Fasilitas umum berbagai kebutuhan; dari kegiatan pendidikan, kesehatan, ibadah, olahraga dan rekreasi, pemerintahan, bina sosial, pasar dan pembelanjaan
5. Air minum dan sumber air
6. Sanitasi
7. Drainase dan pengendalian banjir
8. Utilitas umum
9. Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Sebuah kota akan menjadi hidup karena dapat memberikan pelayanan bagi mereka yang ada di dalam kota maupun yang tinggal di sekelilingnya, dan bagi mereka yang sedang dalam perjalanan dan harus singgah di kota tersebut. Pelayanan ini dapat berupa pelayanan keagamaan, administrasi komersial, politik, pertahanan dan keamanan, atau juga dapat berupa pelayanan yang berkenaan dengan pengaturan penyediaan makanan dan air (Khambali & ST, n.d.).

Aktivitas kota akan mempengaruhi kualitas lingkungan perkotaan. Kualitas lingkungan akan berkaitan erat dengan kualitas hidup penghuninya. Kualitas hidup

adalah suasana dan mutu hidup yang dapat dirasakan secara bersama-sama oleh masyarakat. Kualitas hidup kolektif itu dapat ditentukan oleh tersedianya fasilitas umum (termasuk prasana dan sarana umum) yang terjangkau oleh semua lapisan masyarakat kota. Semakin lengkap fasilitas umum yang dapat terjangkau oleh semua penduduk kota, berarti semakin baik kualitas hidup kolektif penduduk yaitu kualitas hidup kota. Penentuan kualitas hidup ini ditinjau dari satu segi, yaitu ketersediaan lahan. Jelasnya kualitas hidup dapat diketahui secara mudah melalui pengukuran luas lahan fasilitas umum. Kota-kota yang mempunyai kualitas hidup baik dapat menyediakan fasilitas umum kepada semua penduduknya, paling tidak sesuai dengan standar minimum pada jarak tertentu yang telah diperhitungkan dengan cermat agar setiap penduduk dapat menggunakannya dengan mudah (Djamal, 2008).

2.1.3 Perkembangan Kota

Dalam perkembangannya, kota sukar untuk dikontrol dan sewaktu-waktu dapat menjadi tidak beraturan. Kota pada umumnya terus berkembang dan melebar ke daerah pinggirannya. Dalam hal ini, salah satu faktor eksternal yang akan mempengaruhi perkembangan suatu kota adalah keterkaitannya dengan kota-kota lain dan wilayah belakangnya (*hinterland*) dalam lingkup wilayah yang lebih luas. Keterkaitan ini berwujud sebagai suatu bentuk sistem kota-kota, yang akan terjadi apabila dipandang dapat mendatangkan manfaat bagi semua pihak. Keterkaitan ini terjadi melalui pergerakan barang, jasa, bahan, manusia, dan kapital yang menyebabkan dinamika tersendiri terhadap laju pertumbuhan penduduk (Pontoh & Kustiwan, 2009). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kota secara rinci adalah (Khambali & ST, n.d.):

1. Fisik Kota

a. Keadaan Geografis, mempengaruhi fungsi dan bentuk kota

Kota sebagai simpul distribusi misalnya, terletak di simpul jalur transportasi dipertemuan jalur transportasi regional atau mendekati prasarana transportasi (jalan, alur sungai, dan pelabuhan laut) sehingga memudahkan mobilitas manusia, barang, dan jasa.

b. Topografi

Kota yang berada pada dataran yang rata akan mudah berkembang ke segala arah dibandingkan dengan kota yang berada pada wilayah pegunungan karena faktor pembatas bagi perkembangan suatu kawasan akibat kondisi fisik.

- c. Fungsi Kota

Kota yang memiliki aktivitas dan fungsi yang beragam akan berkembang pesat dibandingkan dengan kota yang memiliki satu fungsi.
 - d. Sejarah dan Kebudayaan

Bangunan atau tempat bersejarah lainnya dapat menjadi daya tarik bagi sebuah kota, sehingga menarik masyarakat untuk tinggal di kota tersebut. Akan tetapi, penduduk kota memiliki komitmen untuk menjaga dan melindungi bangunan atau tempat bersejarah lainnya dari penambahan lahan yang tidak sesuai meskipun lokasinya berada di tengah kota, sehingga perkembangan kota cenderung lebih berada disekitar lokasi bangunan bersejarah tersebut.
 - e. Unsur-unsur umum seperti jaringan jalan, penyediaan air bersih dan jaringan penerangan listrik yang berkaitan dengan kebutuhan masyarakat. Kota yang memiliki kelengkapan unsur tersebut dapat menunjang aktivitas masyarakat secara efektif sehingga menarik aliran penduduk ke kota tersebut, akibatnya kota menjadi berkembang.
2. Fisik Kota Eksternal
- a. Fungsi primer atau sekunder kota berkaitan dengan daerah lain baik secara makro (nasional dan internasional) maupun secara mikro (regional). Keterkaitan ini menimbulkan arus pergerakan yang tinggi memasuki kota secara kontinu.
 - b. Fungsi kota sebagai tempat terkonsentrasinya kegiatan, sehingga kota memiliki daya tarik bagi wilayah sekitarnya untuk masuk ke kota tersebut (urbanisasi).
 - c. Sarana dan prasarana transportasi yang lancar. Semakin baik sarana transportasi menuju kota, maka semakin berkembang kota tersebut. Menurut Catanese dan Snyder (1979) keberadaan infrastruktur memberi dampak yang sangat besar bagi kehidupan masyarakat, pola pertumbuhan, dan prospek perkembangan ekonomi suatu kota.
3. Sosial
- a. Faktor kependudukan berupa kelahiran, kematian serta migrasi penduduk keluar dan masuk kota misalnya akibat kesempatan kerja yang tersedia di kota tersebut sehingga menarik aliran penduduk ke arah kota tersebut.
 - b. Kualitas Kehidupan Bermasyarakat

Semakin padatnya penduduk kota, maka semakin menurun pola-pola kemasyarakatan karena lingkungan kehidupan yang mengutamakan efisiensi ekonomis telah menimbulkan berbagai segi degradasi sosial.

4. Ekonomi

Faktor ekonomi yang berpengaruh dan menentukan di dalam perkembangan kota dapat dikemukakan menjadi tiga hal pokok yaitu: kegiatan usaha, politik ekonomi, dan faktor lahan yang terdiri dari pola penggunaan lahan serta harga lahan.

a. Kegiatan Usaha

Hal ini akan sangat menentukan kegiatan masyarakat pada umumnya. Terbukanya kesempatan kegiatan usaha pada pusat-pusat atau kota-kota yang baru akan menarik aliran penduduk ke arah tersebut.

b. Politik Ekonomi

Kebijakan politik ekonomi yang tepat maka akan terjadi pertumbuhan ekonomi meliputi pendapatan perkapita, masuknya investasi dan tumbuhnya kegiatan usaha akan menyebabkan aliran penduduk tertarik ke arah tersebut.

c. Faktor Lahan

Dalam pola penggunaan lahan, perkembangan kota merupakan suatu proyek pembangunan permukiman berskala besar yang akan memerlukan lahan yang luas.

d. Konsekuensi logis dari pembangunan kota adalah meningkatnya kebutuhan akan lahan dan terjadi ekstensifikasi ruang hingga daerah perkotaan.

Perkembangan kota secara fisik berlangsung dinamis sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk perkotaan dan tuntutan kebutuhan ruangnya. Menurut Chapin (1998), ada dua hal yang mempengaruhi tuntutan kebutuhan ruang yang selanjutnya menyebabkan perubahan penggunaan lahan pada kawasan pinggiran kota yang semula merupakan lahan pertanian atau non-perkotaan, yaitu adanya perkembangan penduduk dan perekonomian serta pengaruh sistem aktivitas, sistem pengembangan, dan sistem lingkungan. Sedangkan variabel yang berpengaruh dalam proses perkembangan kota menurut Raharjo (2001), adalah (Khambali & ST, n.d.):

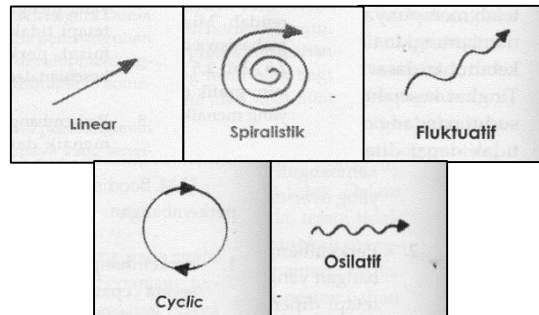
1. Penduduk, berupa keadaan penduduk, proses penduduk, dan lingkungan sosial penduduk
2. Lokasi yang strategis, sehingga aksesibilitas tinggi
3. Fungsi kawasan perkotaan, merupakan fungsi dominan yang mampu menimbulkan perkembangan kota
4. Kelengkapan fasilitas sosial ekonomi yang merupakan faktor utama timbulnya perkembangan dan pertumbuhan pusat kota

5. Kelengkapan sarana dan prasarana transportasi untuk meningkatkan aksesibilitas penduduk ke segala arah
6. Faktor kesesuaian lahan
7. Faktor kemajuan dan peningkatan bidang teknologi yang mempercepat proses pusat kota mendapatkan perubahan yang lebih maju.

Keterbatasan ruang kota menyebabkan peningkatan kebutuhan ruang baik untuk perumahan maupun kegiatan sosial-ekonomi perkotaan sudah berkembang di luar kemampuan sumberdaya alam untuk mendukungnya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan spekulasi pertumbuhan kota, penentuan batas kota yang semakin luas, pengusiran golongan marginal ke pinggir kota kemudian digantikan oleh golongan yang lebih mampu dan kuat (Djamal, 2008).

Apabila diperhatikan, perkembangan kota satu per satu tampak adanya perbedaan besar dalam tingkat perkembangan kota di berbagai wilayah dan negara. Menurut H.M Boodish (1988), terdapat beberapa jenis perkembangan kota antara lain (Hariyono & Indriani, 2010):

1. Perkembangan **linear**, yaitu perkembangan secara cepat menyerupai deret hitung. Misalnya perkembangan kota yang *over-urbanized*.
2. Perkembangan **spiralistik**, yaitu perkembangan yang mengulang keadaan masa lalu tetapi diperoleh kedalamannya. Contohnya, perbaikan lingkungan permukiman yang dilakukan secara mengulang dan bertahap.
3. Perkembangan **fluktuatif**, yaitu perkembangan secara menaik dan menurun yang umumnya disebabkan oleh kondisi eksternal, tetapi dapat pula disebabkan oleh kondisi internal. Contohnya, *Gross National Product* (GNP) penduduk Indonesia dari waktu ke waktu menaik dan menurun.
4. Perkembangan **cyclic**, yaitu perkembangan yang mengulang-ngulang keadaan masa lalu, tetapi tidak diperoleh kemajuan. Sebagai contoh, perkembangan kebudayaan atau kesenian daerah
5. Perkembangan **osilatif**, yaitu perkembangan menaik dan menurun dalam taraf yang rendah. Misalnya, grafik pengunjung satu objek wisata, yang menaik dan menurun tidak berarti.



Sumber: (Hariyono & Indriani, 2010)

Gambar 2.1
Jenis Perkembangan Kota

Dari jenis-jenis perkembangan itu tampak bahwa pembangunan yang terjadi pada suatu negara atau masyarakat mengalami pertumbuhan yang beraneka ragam. Lingkungan yang alami biasanya tidak mengalami perkembangan yang linear, mungkin yang terjadi adalah perkembangan fluktuatif, cyclic dan osilatif (Hariyono & Indriani, 2010).

2.1.4 Masalah Lingkungan Kota

Masalah lingkungan hidup di perkotaan merupakan suatu masalah yang kompleks dimana aktivitas dan perkembangan kota mempunyai pengaruh besar terhadap lingkungan fisik seperti iklim. Menurut Herman Haeruman (1995), harapan masa depan untuk memperoleh kualitas lingkungan perkotaan yang lebih baik akan bergantung kepada empat hal, yaitu (Djamal, 2008):

1. Ketepatan alokasi ruang untuk setiap kegiatan pembangunan
2. Ketersediaan dan kemampuan kelembagaan dan proses pengolahan lingkungan
3. Pengendalian kegiatan pembangunan yang mengarah kepada efisiensi penggunaan lahan dan pengendalian pencemaran dan kerusakan fungsi
4. Tingkat peran serta masyarakat dan disiplin bermasyarakat kota.

Sebuah kota dapat berkembang, jika di dalam kota tersebut terdapat dinamika keseimbangan dari berbagai fenomena salah satunya aktivitas perkotaan. Namun seiring dengan penambahan jumlah penduduk, aktivitas kota menimbulkan berbagai masalah lingkungan. Selain itu, dengan semakin majunya semua aspek pembangunan juga menimbulkan berbagai implikasi, khususnya di kota-kota besar yang berakibat pada berubahnya ekosistem udara. Adanya bangunan di dalam kota akan membentuk permukaan yang tidak teratur, sehingga memperlambat aliran massa udara bebas (memperlambat angin). Secara garis besar, berbagai implikasi tersebut menyangkut industrialisasi, mobilitas manusia yang terus meningkat, serta dis-konkurensi masalah kependudukan terhadap daya dukung yang semakin melebar. Dalam hal ini, kota akan

menyimpan atau melepas panas pada siang hari sehingga akan mengurangi efek aliran udara dan terjadilah penumpukan panas. Dimana, kota akan menjadi lebih panas dan juga terdapat pencemaran udara lebih banyak dari daerah sekitarnya karena adanya aliran udara ke pusat kota (Khambali & ST, n.d.).

Kenyataan menunjukkan bahwa kota-kota di Indonesia semakin lama semakin cenderung ke arah kesemrawutan. Pertumbuhan perkotaan yang cepat menimbulkan berbagai masalah penting, yaitu (Djamal, 2008):

1. Lahan pertanian produktif menjadi berkurang
2. Persoalan pengembangan dan pengelolaan pertumbuhan lahan perkotaan
3. Permasalahan pengelolaan pertumbuhan fisik yang menyangkut lemahnya kapasitas pengendalian kedua pemerintahan terkait.

Segala energi yang beredar dalam kota banyak berpengaruh kepada perkembangan penduduk baik dalam pertumbuhan populasi, penyebaran struktur umur, dan hal lain yang menyangkut penggunaan ruang. Perluasan kota dapat mengurangi kecermatan penggunaan energi, misalnya dengan terbuangnya energi terutama karena jarak yang harus ditempuh untuk berhubungan antara satu simpul kegiatan dengan simpul kegiatan lainnya. Banyaknya angkutan lalu lintas, dari bidang lainnya seperti pengolahan perpajakan, kejahatan, masalah pencemaran, dan kependudukan akan menggunakan energi dan waktu dalam jumlah yang banyak (Djamal, 2008).

2.2 Perubahan Demografi

Seiring dengan pertumbuhan kota, maka akan tumbuh pula penduduknya yang akan menyebabkan terjadinya perubahan penduduk. Perubahan penduduk digunakan untuk mengestimasi jumlah penduduk antara dua sensus atau setelah sensus dilaksanakan, dan pola pertumbuhan penduduk. Perubahan penduduk suatu kota mempunyai kaitan dengan penyebaran penduduk di kota tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran penduduk antara lain Iklim (suhu, curah hujan); Bentang alam (topografi, termasuk ketinggian dan lereng, rawa-rawa, dan gurun); Tanah; Sumber daya energi dan mineral bahan baku; Hubungan keruangan (aksesibilitas seperti dipengaruhi oleh jarak dari pantai, pelabuhan alam, sungai yang dapat dilayari dan jalur air terjun, hulu sungai yang dapat dilayari) serta faktor budaya, demografi dan karakteristik ekonomi (Damayanti, 2010).

Pertumbuhan penduduk merupakan keseimbangan yang dinamis antara kekuatan-kekuatan yang menambah dan kekuatan-kekuatan yang mengurangi jumlah penduduk. Fenomena pertumbuhan penduduk merupakan suatu proses yang memberi tanda tidak hanya mengenai jumlah penduduk tetapi juga mengenai konsumsi energi dan sumber daya,

serta mengenai akumulasi pengetahuan dan perluasan jaringan komunikasinya. Komponen-komponen laju pertumbuhan penduduk diantaranya yaitu kelahiran, kematian, dan perpindahan (migrasi). Dimana, secara terus-menerus penduduk akan dipengaruhi oleh jumlah bayi yang lahir (menambah jumlah penduduk), tetapi secara bersamaan pula akan dikurangi oleh jumlah kematian yang terjadi pada semua golongan umur. Sementara itu migrasi juga berperan dimana imigran akan menambah dan emigran akan mengurangi jumlah penduduk. Jadi dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk diakibatkan oleh tiga komponen, yaitu: kelahiran (fertilitas), kematian (mortalitas), dan (*migration*) (Lembaga Demografi, 2007).

2.2.1 Fertilitas (Kelahiran)

Fertilitas (kelahiran) merupakan salah satu komponen pertumbuhan penduduk yang bersifat menambah jumlah penduduk. Dalam perkembangan ilmu demografi, fertilitas lebih diartikan sebagai hasil reproduksi nyata (bayi lahir hidup) dari seorang wanita atau sekelompok wanita. Ukuran-ukuran dasar fertilitas dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan pendekatan, yaitu sebagai berikut (Lembaga Demografi, 2010):

1. Pendekatan yang berbasis ukuran yang sifatnya “kerat lintang” (*cross sectional*), umumnya satu atau lima tahunan (*yearly performance*), yang sering pula disebut dengan istilah *current fertility*. Ukuran-ukuran ini mencerminkan tingkat fertilitas dari suatu kelompok penduduk atau kelompok perempuan dalam waktu tertentu.
2. Pendekatan dengan ukuran yang sifatnya mencerminkan “riwayat kelahiran” atau “riwayat reproduksi” (*Reproductive History*). Ukuran ini mencerminkan sejarah kelahiran semasa hidup seorang perempuan dari awal sampai akhir masa reproduksi (15-49 tahun). Pendekatan ini sering disebut dengan pendekatan yang bersifat *longitudinal*.

Di literatur ini yang digunakan yaitu salah satu ukuran fertilitas yang bersifat kerat lintang” (*cross sectional*), yaitu Angka Kelahiran Kasar (*Crude Birth Rate – CBR*). Angka kelahiran kasar adalah banyaknya kelahiran dalam satu tahun tertentu perseribu penduduk pada pertengahan tahun yang sama. Secara matematis, rumus untuk menghitung CBR adalah sebagai berikut (Lembaga Demografi, 2010):

$$CBR = \frac{B}{P} \times k$$

Dimana :

B = jumlah kelahiran selama 1 tahun

P = jumlah penduduk pada pertengahan tahun

K = bilangan konstanta (1000)

2.2.2 Mortalitas (Kematian)

Mortalitas diartikan sebagai kematian yang terjadi pada anggota penduduk. Mortalitas atau kematian merupakan salah satu diantara tiga komponen demografi yang dapat mempengaruhi perubahan penduduk. Tinggi rendahnya angka kematian dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya (Lembaga Demografi, 2007):

1. Struktur Umur,
2. Jenis Kelamin,
3. Jenis Pekerjaan,
4. Status Sosial-Ekonomi,
5. Keadaan Lingkungan dan Sebagainya.

Beberapa ukuran mortalitas yang banyak digunakan salah satunya yaitu Angka Kematian Kasar (*Crude Death Rate* – CDR). CDR adalah jumlah kematian per 1.000 penduduk pada tahun tertentu. Secara matematis, rumus untuk menghitung CDR adalah sebagai berikut (Lembaga Demografi, 2010):

$$M = \frac{D}{P} \times k$$

Dimana :

M = angka kematian kasar

B = jumlah kematian pada tahun tertentu

P = jumlah penduduk pada pertengahan tahun tertentu

K = bilangan konstanta, umumnya 1.000

2.2.3 Migrasi

Migrasi merupakan salah satu dari tiga faktor dasar yang mempengaruhi pertumbuhan penduduk selain kelahiran dan kematian. Peninjauan migrasi secara regional sangat penting untuk ditelaah secara khusus mengingat adanya densitas (kepadatan) dan distribusi penduduk yang tidak merata, adanya faktor-faktor pendorong dan penarik bagi orang-orang untuk melakukan migrasi, adanya desentralisasi dalam pembangunan dan di lain pihak, komunikasi termasuk transportasi semakin lancar. Ada beberapa jenis migrasi yang perlu diketahui, namun dalam literatur ini hanya membahas dua jenis migrasi yaitu (Lembaga Demografi, 2007):

1. Migrasi Masuk/Datang, adalah masuknya penduduk ke suatu daerah tempat tujuan. Angka migrasi masuk menunjukkan banyaknya migran yang masuk per 1.000 orang penduduk daerah tujuan dalam waktu satu tahun. Secara matematis, rumus untuk menghitung migrasi masuk adalah sebagai berikut (Lembaga Demografi, 2010).

$$m_i = \frac{I}{P} \times k$$

Dimana :

m_i = angka migrasi masuk

I = jumlah migran masuk

P = penduduk pertengahan tahun

K = konstanta (1.000)

2. Migrasi Keluar/Pindah, adalah perpindahan penduduk keluar dari suatu daerah asal. Angka migrasi keluar menunjukkan banyaknya migran yang keluar per 1.000 orang penduduk daerah asal dalam waktu satu tahun. Secara matematis, rumus untuk menghitung migrasi keluar adalah sebagai berikut (Lembaga Demografi, 2010).

$$m_o = \frac{O}{P} \times k$$

Dimana :

M_o = angka migrasi keluar

I = jumlah migran keluar

P = penduduk pertengahan tahun

K = konstanta (1.000)

Pada dasarnya ada dua pengelompokan faktor-faktor yang menyebabkan seseorang melakukan migrasi, yaitu faktor pendorong dan penarik (Lembaga Demografi, 2007). Faktor-faktor pendorong misalnya:

1. Makin berkurangnya sumber-sumber alam, menurunnya permintaan atas barang-barang tertentu yang bahan bakunya makin susah diperoleh seperti hasil tambang, kayu atau bahan dari pertanian.
2. Menyempitnya lapangan pekerjaan di tempat asal (misalnya di pedesaan) akibat masuknya teknologi yang menggunakan mesin-mesin (*capital intensive*).
3. Adanya tekanan-tekanan atau diskriminasi politik, agama, suku di daerah asal.
4. Tidak cocok lagi dengan adat/budaya/kepercayaan di tempat asal.
5. Alasan pekerjaan atau perkawinan yang menyebabkan tidak bisa mengembangkan karir pribadi
6. Bencana alam baik banjir, kebakaran, gempa bumi, musim kemarau panjang atau adanya wabah penyakit.

Faktor-faktor penarik misalnya:

1. Adanya rasa superior di tempat baru atau kesempatan untuk memasuki lapangan pekerjaan yang cocok.
2. Kesempatan memperoleh pendapatan yang lebih baik.
3. Kesempatan memperoleh pendidikan yang lebih tinggi.
4. Keadaan lingkungan dan keadaan hidup yang menyenangkan misalnya iklim, perumahan, sekolah dan fasilitas-fasilitas kemasyarakatan lainnya.
5. Tarikan dari orang yang diharapkan sebagai tempat berlindung.
6. Adanya aktivitas-aktivitas di kota besar, tempat-tempat hiburan, pusat kebudayaan sebagai daya tarik bagi orang-orang dari desa atau kota kecil.

Menurut Everett S. Lee, ada empat faktor yang menyebabkan orang mengambil keputusan untuk melakukan migrasi, yaitu (Lembaga Demografi, 2010):

1. Faktor-faktor yang terdapat di daerah asal
2. Faktor-faktor yang terdapat di tempat tujuan
3. Rintangan-rintangan yang menghambat
4. Faktor-faktor pribadi.

Di setiap tempat asal ataupun tujuan, ada sejumlah faktor positif yang menahan orang untuk tetap tinggal di daerah itu, dan bahkan menarik orang luar untuk pindah ke tempat tersebut. Sebaliknya, ada sejumlah faktor negatif yang mendorong orang untuk pindah dari tempat tersebut, dan ada sejumlah faktor netral yang tidak menjadi masalah dalam keputusan untuk migrasi. Selalu terdapat sejumlah rintangan yang dalam keadaan-keadaan tertentu tidak seberapa beratnya, tetapi dalam keadaan lain tidak dapat diatasi. Rintangan-rintangan itu antara lain mengenai jarak (jarak antara daerah asal dan daerah tujuan). Rintangan "jarak" ini meskipun selalu ada, namun bukan merupakan faktor terpenting. Contoh-contoh penghalang lain atau rintangan, seperti: undang-undang imigrasi, biaya pengangkutan alat rumah tangga dari tempat asal ke tempat tujuan, dan lain-lain. Rintangan-rintangan tersebut mempunyai pengaruh yang berbeda-beda pada orang-orang yang ingin pindah. Ada orang-orang yang memandang rintangan-rintangan tersebut sebagai hal yang sepele, tetapi juga ada yang memandang sebagai hal yang berat yang menghalangi orang untuk pindah (Lembaga Demografi, 2010).

Hal yang mendorong seseorang untuk bermigrasi bukanlah faktor-faktor nyata yang terdapat di daerah asal atau tujuan, tetapi persepsi seseorang terhadap faktor-faktor tersebutlah yang mempunyai peranan penting. Kepekaan pribadi, kecerdasan, serta kesadaran tentang kondisi di tempat lain yang dapat memengaruhi evaluasi seseorang tentang keadaan di tempat asal. Pengetahuan tentang keadaan di tempat tujuan

tergantung kepada hubungan-hubungan seseorang atau berbagai sumber informasi yang tersedia secara umum. Untuk beberapa orang, harus ada alasan yang benar-benar memaksa sehingga ia mau berpindah, tetapi ada orang yang dengan sedikit dorongan saja sudah cukup untuk menjadi alasan berpindah (Lembaga Demografi, 2010).

2.3 Penggunaan dan Perubahan Lahan

2.3.1 Pengertian

Menurut Lichrield dan Drabkin (1980), Lahan merupakan sumberdaya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Dikatakan sebagai sumberdaya alam yang penting karena lahan tersebut merupakan tempat manusia melakukan segala aktivitasnya. Pengertian lahan dapat ditinjau dari beberapa segi. Ditinjau dari segi fisik geografi, lahan adalah tempat sebuah hunian mempunyai kualitas fisik yang penting dalam penggunaannya. Sementara ditinjau dari segi ekonomi, lahan adalah suatu sumberdaya alam yang mempunyai peranan penting dalam produksi (Khambali & ST, n.d.).

Pengertian tentang penggunaan lahan dan penutupan lahan merupakan unsur penting dalam berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Bahkan menurut Campbell (1996), selain sebagai faktor penting dalam perencanaan, pada dasarnya perencanaan kota adalah perencanaan penggunaan lahan. Penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan termasuk pengaturan, kegiatan dan input terhadap jenis tutupan lahan tertentu untuk menghasilkan sesuatu, mengubah atau mempertahankannya (Delarizka et al., 2016; Khambali & ST, n.d.; Laka & Sideng, 2017; Utomo, Suprayogi, & Sasmito, 2017). Sedangkan definisi penggunaan lahan itu sendiri adalah suatu aktivitas manusia pada pemanfaatan lahan yang langsung berhubungan dengan lokasi dan kondisi lahan dengan maksud untuk pembangunan secara optimal dan efisien (Khambali & ST, n.d.). Selain itu, menurut Malingreau (1979), penggunaan lahan merupakan campur tangan manusia baik secara permanen atau periodik terhadap lahan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan, meliputi kebutuhan kebendaan, spiritual maupun gabungan keduanya. Informasi penggunaan lahan adalah penutup lahan permukaan bumi, dan kegunaan penutup lahan tersebut pada suatu daerah (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

2.3.2 Klasifikasi Penutup Lahan

Makna klasifikasi adalah proses penetapan obyek-obyek, kenampakan, atau satuan-satuan menjadi kumpulan-kumpulan, di dalam suatu sistem pengelompokan yang dibedakan berdasarkan sifat-sifat khusus, atau berdasarkan kandungan isinya. Syarat

klasifikasi penggunaan lahan jika disajikan dalam suatu peta antara lain (Purwadhi & Sanjoto, 2008):

1. Sesuai dengan keadaan nyata
2. Sebutan dengan klasifikasi yang harus bermakna jelas
3. Mempunyai tafsir tunggal
4. Sederhana, mudah dimengerti untuk dikelompokkan
5. Harus mempertimbangkan klasifikasi yang sudah ada dan diterima secara umum
6. Harus dapat dicantumkan dalam peta (simbol)
7. Simbol harus dipertimbangkan betul-betul agar mudah dibuat, dimengerti, diterima oleh umum baik hitam-putih atau berwarna
8. Simbol harus bermakna tunggal, duplikasi harus dihindari.

Terdapat beberapa sistem klasifikasi penggunaan lahan diantaranya yang paling berpengaruh dalam pembuatan peta penggunaan lahan di Indonesia dan salah satu sistem klasifikasi yang akan digunakan adalah klasifikasi dari Badan Standardisasi Nasional Indonesia No. 7645 tahun 2010. Standar ini disusun berdasarkan sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO dan ISO 19144-1 *geographic information – Classification Systems – Part 1 : Classification Systems Structure*. ISO 19144-1 merupakan standar internasional yang dikembangkan dari sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO. Penggunaan sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO memungkinkan terjadinya pemantauan dan pelaporan perubahan penutup lahan pada suatu negara yang memiliki keberterimaan di tingkat internasional. Dalam sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO, makin detail kelas yang disusun, maka makin banyak kelas yang digunakan (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Semua kelas penutup lahan dalam kategori daerah bervegetasi diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan, dan distribusi spasialnya sedangkan dalam kategori daerah tak bervegetasi, pendetailan kelas mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan dan ketinggian atau kedalaman objek (Badan Standardisasi Nasional, 2010).

Tabel II.2
Klasifikasi Penutup Lahan SNI 7645:2010

Tingkat I		Tingkat II		Tingkat III		Tingkat IV	
No	Penutup Lahan	No	Penutup Lahan	No	Penutup Lahan	No	Penutup Lahan
1	Daerah Bervegetasi	1.1	Daerah pertanian	1.1.1	Sawah		
				1.1.2	Ladang, tegal, atau huma		
				1.1.3	Perkebunan		
		1.2	Daerah bukan pertanian	1.2.1	Hutan lahan kering		
				1.2.2	Hutan lahan basah		
				1.2.3	Semak dan belukar		
				1.2.4	Padang rumput, alang-alang, dan sabana		
		1.2.5	Rumput rawa				
2	Daerah tak Bervegetasi	2.1	Lahan terbuka				
		2.2	Permukiman dan lahan bukan pertanian yang berkaitan	2.2.1	Lahan Terbangun	2.2.1.1	Permukiman
						2.2.1.2	Bangunan Industri
						2.2.1.3	Jaringan Jalan
						2.2.1.4	Jaringan Jalan Kereta Api
						2.2.1.5	Jaringan Listrik Tegangan Tinggi
						2.2.1.6	Bandar Udara Domestik/Internasional
						2.2.1.7	Pelabuhan Laut
		2.2.2	Lahan Tidak Terbangun	2.2.2.1	Pertambangan		
				2.2.2.2	Tempat Penimbun Sampah		
		2.3	Perairan	2.3.1	Danau atau waduk		
				2.3.2	Rawa		
				2.3.3	Sungai		
2.3.4	Anjir pelayaran						
2.3.5	Terumbu karang						

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2010)

Pada penelitian ini menggunakan skema klasifikasi jenis penutup lahan pada level ketiga dengan modifikasi sesuai keadaan objek yang ada di Kota Surakarta seperti yang disajikan sebagai berikut :

Tabel II.3
Klasifikasi Jenis Penutup Lahan Kota Surakarta

No	Penutup Lahan	Hasil Modifikasi Penutup Lahan
1	Daerah pertanian	Lahan pertanian
2	Daerah bukan pertanian	Daerah non-pertanian
3	Lahan terbuka	Lahan terbuka
4	Permukiman dan lahan bukan pertanian yang berkaitan	Permukiman dan lahan terbangun
		Industri
5	Perairan	Perairan

Sumber: Hasil modifikasi klasifikasi jenis penutup lahan SNI 7645:2010

2.3.3 Perubahan Lahan

Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya jenis penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda. Perubahan penggunaan lahan secara langsung menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Perubahan tutupan lahan di banyak bagian belahan dunia telah menjadi isu global, sebagai hasil kontribusi terdapat transformasi lengkap yang hadir dari jenis tutupan lahan (Eko & Rahayu, 2012; Laka & Sideng, 2017). Perubahan penggunaan lahan secara umum menyangkut transformasi dalam pengalokasian sumberdaya lahan dari satu penggunaan ke penggunaan lainnya. Namun dalam kajian *land economics*, pengertiannya difokuskan pada proses alih guna lahan dari lahan pertanian atau pedesaan ke penggunaan lahan non-pertanian atau perkotaan. Perubahan guna lahan ini melibatkan baik reorganisasi struktur fisik kota secara internal maupun ekspansinya ke arah luar (Khambali & ST, n.d.).

Perubahan penggunaan lahan memiliki dampak potensial besar terhadap lingkungan bio-fisik dan sosial ekonomi. Secara umum penggunaan lahan digolongkan ke dalam dua golongan yaitu (Laka & Sideng, 2017):

1. Penggunaan lahan pedesaan, secara umum dititik beratkan pada produksi pertanian, termasuk pengelolaan sumberdaya alam dan kehutanan.
2. Penggunaan lahan perkotaan, secara umum dititik beratkan untuk tempat tinggal, pemusatan ekonomi, layanan jasa dan pemerintahan.

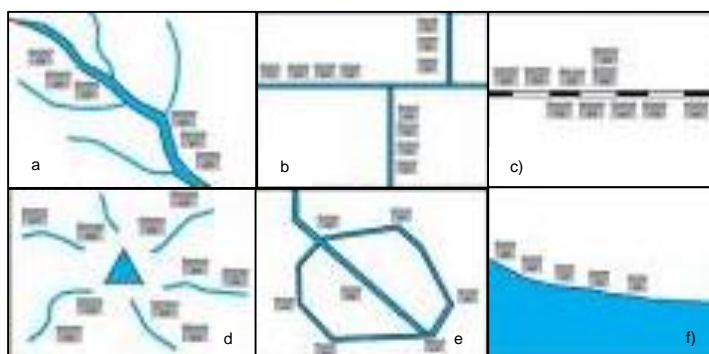
Perubahan penggunaan lahan ini dapat terjadi karena ada beberapa faktor yang menjadi penyebab. Ada empat proses utama yang menyebabkan terjadinya perubahan guna lahan yaitu (Khambali & ST, n.d.; Priambudi; & Pigawati, 2014):

1. Perluasan batas kota
2. Peremajaan di pusat kota
3. Perluasan jaringan infrastruktur
4. Tumbuh dan hilangnya pemusatan aktivitas tertentu.

Di daerah perkotaan, perubahan penggunaan lahan terjadi dalam rangka memenuhi kebutuhan sektor jasa dan komersial. Menurut Cullingsworth (1997), perubahan penggunaan lahan perkotaan dipengaruhi oleh empat faktor, yaitu (Khambali & ST, n.d.):

1. Adanya konsentrasi penduduk dengan segala aktivitasnya
2. Aksesibilitas terhadap pusat kegiatan dan pusat kota
3. Jaringan jalan dan sarana transportasi
4. Orbitasi, yakni jarak yang menghubungkan suatu wilayah dengan pusat-pusat pelayanan yang lebih tinggi.

Dalam perkembangannya perubahan lahan tersebut akan terdistribusi pada tempat-tempat tertentu yang mempunyai potensi yang baik. Selain distribusi perubahan penggunaan, lahan akan mempunyai pola-pola perubahan penggunaan lahan. (Eko & Rahayu, 2012)



Sumber: ("Penjelasan Tentang Struktur Ruang Desa dan Kota," n.d.)

Keterangan:

- a) Pola Memanjang Searah Jalan
- b) Pola Memanjang Searah Sungai
- c) Pola Memanjang Searah Rel
- d) Pola Radial
- e) Pola Tersebar
- f) Pola Memanjang Searah Garis Pantai

Gambar 2.2
Pola-Pola Perubahan Penggunaan Lahan

Menurut Chapin, Kaiser, dan Godschalk, perubahan penggunaan lahan juga dapat terjadi karena pengaruh perencanaan guna lahan setempat yang merupakan rencana dan kebijakan guna lahan untuk masa mendatang, proyek pembangunan, program perbaikan pendapatan, dan partisipasi dalam proses pengambilan keputusan dan pemecahan masalah dari pemerintah daerah. Perubahan penggunaan lahan juga terjadi karena kegagalan mempertemukan aspek dan politis dalam suatu manajemen perubahan penggunaan lahan. Selain itu, perubahan penggunaan lahan adalah interaksi yang disebabkan oleh tiga komponen pembentuk guna lahan, yaitu sistem pembangunan, sistem aktivitas, dan sistem lingkungan hidup (Khambali & ST, n.d.).

Perubahan penggunaan lahan dapat terjadi secara sistematis dan non-sistematis. Perubahan sistematis ditandai dengan fenomena yang berulang, yakni jenis perubahan penggunaan lahan pada lokasi yang sama. Kecenderungan perubahan ini dapat ditunjukkan pada peta multi waktu. Fenomena yang ada dapat dipetakan berdasarkan seri waktu, sehingga perubahan penggunaan lahan dapat diketahui. Sedangkan perubahan non-sistematis terjadi karena kenampakan luasan lahan yang mungkin bertambah, berkurang, ataupun tetap. Perubahan ini pada umumnya tidak linear karena kenampakannya berubah-ubah, baik penutup lahan maupun lokasinya. Untuk mengetahui adanya perubahan penggunaan lahan dapat digunakan analisis perubahan penutup lahan di suatu wilayah dengan klasifikasi penggunaan lahan dalam upaya pengelompokan sebagai acuan dalam proses interpretasi citra *multitemporal* atau pada berbagai kurun waktu tertentu (Al Mukmin et al., 2016; Delarizka et al., 2016; Khambali & ST, n.d.).

2.4 Kerapatan Vegetasi

2.4.1 Pengertian dan Peranan Vegetasi

Kota membutuhkan vegetasi (tumbuh-tumbuhan) dalam segala kehidupan makhluk hidup, selain untuk nilai keindahan bagi masyarakat semenjak dulu. Kehadiran tumbuhan di perkotaan sangat diperlukan, mengingat proses fotosintesis tumbuhan yang terjadi. Setiap jam, 1 Ha daun-daun hijau menyerap 8 Kg CO₂ atau setara dengan CO₂ yang dihembuskan oleh napas manusia sekitar 200 orang dalam waktu yang sama. Tumbuhan juga disebut *air conditioning* alami karena sebatang pohon dapat menguapkan 400 liter air sehari dalam proses *evapotranspirasi* yang setara dengan 5 AC yang berkapasitas 2.500 kkal/jam yang beroperasi selama 20 jam/hari. Pentingnya peranan tumbuhan di bumi dalam upaya penanganan krisis lingkungan terutama di perkotaan sehingga sangat

tepat jika keberadaan tumbuhan mendapatkan perhatian serius dalam pelaksanaan penghijauan perkotaan (Djamal, 2008; Khambali & ST, n.d.).

Vegetasi merupakan salah satu bentuk penyusun keruangan perkotaan yang memiliki manfaat penting bagi kehidupan. Salah satunya adalah merubah kondisi atmosfer lingkungan udara baik secara langsung maupun tidak langsung (Aftriana & others, 2013; A. Nugroho, 2017). Peranan penghijauan kota sangat tergantung pada vegetasi yang ditanam, untuk itu berbagai peranan dan manfaat dari vegetasi adalah untuk hal-hal berikut (Khambali & ST, n.d.):

1. Paru-paru kota

Tanaman sebagai elemen hijau, pada pertumbuhannya menghasilkan zat asam (O_2) yang sangat diperlukan bagi makhluk hidup untuk bernapas

2. Pengatur lingkungan (mikro)

Vegetasi akan menimbulkan lingkungan yang sejuk, nyaman, dan segar

3. Pencipta lingkungan hidup

Penghijauan dapat menciptakan ruang bagi makhluk hidup di alam yang memungkinkan terjadinya interaksi secara ilmiah

4. Penyeimbang alam (*edaphis*), merupakan pembentukan tempat hidup alami bagi satwa yang hidup disekitarnya

5. Oro-hidrologi, yaitu pengendalian untuk penyediaan air tanah dan pencegahan erosi

6. Perlindungan terhadap kondisi fisik alami sekitarnya, seperti angin kencang, terik matahari, gas, atau debu

7. Mengurangi polusi udara

Vegetasi dapat menyerap polutan tertentu. Vegetasi dapat menyaring debu dengan tajuk dan kerimbunan dedaunannya

8. Mengurangi polusi air

Vegetasi dapat membantu membersihkan air

9. Mengurangi polusi udara (kebisingan)

Vegetasi dapat menyerap udara

10. Keindahan (estetika)

Dengan terdapatnya unsur-unsur penghijauan yang direncanakan dengan baik dan menyeluruh akan menambah keindahan kota

11. Kesehatan

Warna dan karakter tumbuhan dapat digunakan untuk terapi mata dan jiwa

12. Rekreasi dan pendidikan

Jalur hijau dengan aneka vegetasi mengandung nilai-nilai ilmiah

13. Nilai pendidikan

Komunitas vegetasi yang ditanam dengan keanekaragaman jenis dan karakter akan memberikan nilai ilmiah sehingga sangat berguna untuk pendidikan, seperti hutan kota merupakan laboratorium alam

14. Sosial, politik, ekonomi.

Tumbuhan memiliki nilai sosial yang tinggi. Tamu Negara datang misalnya menanam pohon tertentu di tempat yang telah disediakan. Begitu pula vegetasi memberikan hasil yang mempunyai nilai ekonomi seperti bunga, buah, kayu, dan sebagainya.

15. Penghijauan perkotaan

Penghijauan perkotaan dapat menjadi indikator atau petunjuk bagi lingkungan, kemungkinan ada hal-hal yang membahayakan yang terjadi atas pertumbuhan dan perkembangan kota.

2.4.2 Kerapatan Vegetasi

Pembangunan yang meningkat di perkotaan sering tidak menghiraukan kehadiran lahan hijau. Bukan saja yang ada di dalam kota, bahkan berkembang ke daerah pinggir kota atau daerah perbatasan kota (*sub urban*). Jumlah keanekaragaman tumbuhan yang ada di pekarangan dan halaman bangunan kantor, sekolah, atau halaman bangunan lainnya serta tumbuhan yang ada di pinggir jalan, semakin menurun. Akibatnya, fungsi tumbuhan sebagai penghasil oksigen yang sangat diperlukan manusia untuk proses respirasi (pernapasan) serta untuk kebutuhan aktivitas manusia, akan semakin berkurang karena proses fotosintesis dari vegetasi yang semakin berkurang. Sebaliknya, keberadaan CO₂ semakin tinggi karena semakin meningkatnya asap kendaraan bermotor, limbah industri, dan aktivitas lainnya dari penduduk kota yang semakin meningkat (Khambali & ST, n.d.).

Kumpulan dari berbagai vegetasi yang beranekaragam akan menghasilkan kerapatan vegetasi yang berbeda-beda pada setiap penggunaan lahan di suatu daerah. Oleh karena itu, berkurangnya lahan vegetasi di perkotaan dapat berpengaruh juga terhadap kerapatan vegetasi (Aftriana & others, 2013; S. A. Nugroho et al., 2016; Sukristiyanti & Marganingrum, 2008; Wahyuni et al., 2017). Kerapatan vegetasi adalah luasan tutupan vegetasi dalam tiap satuan luas pengukuran (Al Mukmin et al., 2016). Kerapatan vegetasi merupakan suatu aspek yang mempengaruhi karakteristik vegetasi di dalam citra. Kerapatan vegetasi umumnya diwujudkan dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat suatu kerapatan vegetasi (Aftriana & others, 2013; Andini, Prasetyo, & Sukmono, 2018).

2.4.3 NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

Informasi sebaran dan keberadaan vegetasi di daerah perkotaan dapat diketahui secara efektif dengan pendekatan *Spectral Mixture Analysis* (SMA) atau analisis multi spektral dan *Vegetation Indices* (VI) atau indeks vegetasi. Pendekatan yang paling sering digunakan adalah dengan pendekatan indeks vegetasi menggunakan data penginderaan jauh (A. Nugroho, 2017). Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang diterapkan terhadap citra digital (biasanya pada citra multisaluran) untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, *Leaf Area Index* (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Indeks vegetasi adalah suatu transformasi matematis yang melibatkan tiga saluran sekaligus yaitu saluran merah (*red*), hijau (*green*), dan inframerah dekat (Arnanto, 2013; Hidayati, 2013; Jensen & Lulla, 1987; A. Nugroho, 2017; Sari, 2017).

Transformasi indeks vegetasi yang menonjolkan aspek vegetasi sehingga dapat menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi yaitu dengan menggunakan teknik NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Teknik ini merupakan kombinasi teknik penisbahan dengan teknik pengurangan citra sehingga dapat digunakan untuk keperluan menganalisis kondisi vegetasi. Hasil penisbahan antara band merah dan infra-merah tersebut menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1. Nilai NDVI yang rendah (negatif) menunjukkan tingkat vegetasi yang rendah seperti awan, air, tanah kosong, bangunan dan unsur non vegetasi lainnya. Sedangkan nilai NDVI yang tinggi (positif) menunjukkan tingkat vegetasi hijau yang tinggi. Maka, nilai NDVI sebanding dengan kuantitas tutupan vegetasinya (Aftriana & others, 2013; Arie, 2012; Delarizka et al., 2016; Sukristiyanti & Marganingrum, 2008; Wahyuni et al., 2017).

Nilai indeks vegetasi dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan band infra-merah (didekati oleh band NIR). Perhitungan nilai indeks vegetasi menggunakan metode NDVI dapat dilihat pada rumus berikut ini (Aftriana & others, 2013; Arie, 2012; Delarizka et al., 2016; Sari, 2017; Sobirin & Fatimah, 2015; Sukristiyanti & Marganingrum, 2008; Wahyuni et al., 2017):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Keterangan :

NIR = *near infrared reflectance* atau pantulan sinar inframerah dekat

RED = *red reflectance* atau pantulan sinar merah

Hasil perhitungan dari nilai indeks vegetasi dapat diklasifikasikan menjadi lima kelas kerapatan vegetasi diantaranya seperti pada tabel berikut.

Tabel II.4
Klasifikasi Kelas Kerapatan Vegetasi

No	Nilai Indeks Vegetasi	Kelas Kerapatan Vegetasi
1	$-1 < NDVI < 0,15$	Sangat Jarang
2	$0,15 < NDVI < 0,25$	Jarang
3	$0,25 < NDVI < 0,35$	Sedang
4	$0,35 < NDVI < 0,45$	Rapat
5	$0,45 < NDVI < 1$	Sangat Rapat

Sumber: (Andini et al., 2018)

2.5 Suhu Permukaan

2.5.1 Pengertian Suhu

Suhu menurut Handoko (1994) merupakan gambaran umum keadaan energi suatu benda yang disebabkan oleh tingkat kemampuan benda dalam memberi atau menerima panas. Suhu udara merupakan nilai rata-rata dari atmosfer di suatu tempat yang berasal dari radiasi sinar matahari. Suhu juga merupakan unsur cuaca dan iklim yang penting. Secara umum suhu tertinggi akan terdapat di pusat kota dan menurun secara bertahap ke arah pinggiran kota sampai ke desa. Hal itu terjadi dimana suatu suhu udara di kota yang memiliki banyak bangunan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu udara daerah di sekelilingnya yang lebih terbuka seperti pinggiran kota atau pedesaan. Oleh sebab itu, pembahasan suhu yang berkaitan dengan keadaan suhu kota, mengarah kepada fenomena *Heat Island* (Al Mukmin et al., 2016).

Suhu seringkali dinyatakan sebagai energi kinetis rata-rata suatu benda yang dinyatakan dalam derajat suhu. Berdasarkan satuan internasional, suhu dinyatakan dalam skala Kelvin. Kelvin merupakan nilai nol mutlak saat gas berhenti melakukan tekanan secara teoritis (S. A. Nugroho et al., 2016; Utomo et al., 2017; Wulandari & HA Sudibyakto, 2017). Suhu diukur pada tingkat permukaan dan dapat dianggap sebagai suhu permukaan tanah. Suhu permukaan adalah bagaimana panas permukaan bumi menyentuh di lokasi tertentu. Suhu permukaan dapat mengendalikan fluks energi gelombang panjang yang kembali ke atmosfer dan sangat tergantung pada keadaan parameter permukaan lainnya seperti albedo, kelembaban permukaan, kondisi dan tingkat penutupan vegetasi. Pengukuran suhu permukaan dan udara dapat dilakukan secara langsung dan dapat diduga dari citra satelit. Suhu permukaan ditangkap sebagai sistem termal dalam penginderaan jauh, dimana suhu pancaran yang berasal dari objek di permukaan bumi dan mencapai sensor termal kemudian direkam oleh sensor tersebut

(Fawzi & Naharil, 2013; S. A. Nugroho et al., 2016; Sukristiyanti & Marganingrum, 2008; Utomo et al., 2017; Wulandari & HA Sudibyakto, 2017).

Pemanfaatan data penginderaan jauh untuk mendeteksi suhu permukaan wilayah perkotaan telah dilakukan di banyak tempat dan wilayah. Dasar utama pemanfaatan data penginderaan jauh adalah kemampuannya dalam menyediakan data suhu permukaan tanah (*land surface temperature*) dengan memanfaatkan saluran termal. Saluran termal merupakan saluran dengan resolusi spasial yang rendah (120 m pada citra Landsat TM, 60 m pada citra saluran Landsat ETM+ dan 100 m pada citra Landsat OLI), namun mempunyai keunggulan yaitu sensitif terhadap radiasi pancaran. Oleh karena itu saluran termal dapat digunakan untuk menentukan sebaran suhu permukaan dan mengetahui distribusi *Urban Heat Island* (Fawzi & Naharil, 2013; S. A. Nugroho et al., 2016; Sukristiyanti & Marganingrum, 2008; Utomo et al., 2017; Wulandari & HA Sudibyakto, 2017).

2.5.2 Algoritma *Land Surface Temperature* (LST)

Nilai suhu permukaan didapatkan dengan memanfaatkan kanal termal pada Landsat dan diekstraksi menggunakan metode perhitungan *LST* atau *Brightness Temperature*. Suhu permukaan tanah atau *LST* merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. *LST* dapat memberikan informasi penting tentang sifat fisik permukaan yang memegang peran penting dalam proses yang berhubungan dengan perubahan suhu permukaan pada lingkungan sekitar. Selain itu, penting pula bagi keseimbangan energi permukaan, membantu menentukan iklim internal bangunan, dan mempengaruhi kenyamanan penduduk kota (Delarizka et al., 2016; Jatmiko et al., 2016; K. Nugroho & Rokhmana, 2015; Utomo et al., 2017).

Nilai suhu permukaan yang sebenarnya didapatkan melalui pengolahan digital number dari data citra satelit dengan beberapa tahapan konversi terlebih dahulu. Tahapan konversi tersebut adalah sebagai berikut (Al Mukmin et al., 2016; Arie, 2012; Delarizka et al., 2016; Sobirin & Fatimah, 2015; Utomo et al., 2017):

1. Konversi *Digital Number* ke Radian Spektral

Nilai piksel yang tercatat pada citra diubah menjadi nilai temperatur obyek (temperatur kinetik). Nilai piksel yang tercatat oleh sensor merupakan fungsi dari kemampuan *bit-koding* dari sensor dalam mengubah pancaran spektral obyek. Pancaran spektral obyek merupakan fungsi dari temperatur radiannya. Markham dan Barker (1986) memberikan perhitungan untuk memperoleh nilai radiansi spektral $L(\lambda)$ sebagai berikut:

$$L\lambda = \left\{ \left(\frac{L_{\max}(\lambda) - L_{\min}(\lambda)}{Q_{\text{cal max}} - Q_{\text{cal min}}} \right) \times (Q_{\text{cal}} - Q_{\text{cal min}}) \right\} + L_{\min}(\lambda)$$

Dimana:

$L\lambda$ = Radian Spektral

$L_{\max}(\lambda)$ = *Maximum Spectral Radiance*

$L_{\min}(\lambda)$ = *Minimum Spectral Radiance*

Q_{cal} = *Quantized Calibrated Pixel*

$Q_{\text{cal max}}$ = *Maximum Quantized Calibrated Pixel*

$Q_{\text{cal min}}$ = *Minimum Quantized Calibrated Pixel*

2. Konversi Radian Spektral ke *Brightness Temperature*

Suhu kecerahan/*Brightness Temperature* merupakan radiasi gelombang mikro yang bergerak menuju ke lapisan atas atmosfer bumi. Nilai suhu kecerahan ini didapatkan dengan mengubah nilai radiansi menjadi nilai suhu kecerahan. Suhu kecerahan dihitung dengan persamaan berikut:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda}\right) + 1}$$

Keterangan :

T = *Brightness Temperature* (K)

K_1 = Konstanta kalibrasi *Spectral Radiance*

K_2 = Konstanta kalibrasi *Absolute Temperature* (K)

$L\lambda$ = Radian Spektral

Hasil dari *brightness temperature* pada rumus tersebut merupakan hasil ekstraksi yang dianggap sebagai ToA (*Top of Atmosphere*) *Brightness Temperature*. Hal ini dikarenakan ekstraksi suhu didasarkan pada nilai radiansi yang diterima oleh sensor.

3. Konversi suhu permukaan dari satuan kelvin ke celcius

Temperatur dalam satuan derajat Kelvin ini kemudian diubah ke dalam satuan derajat Celcius dengan rumus:

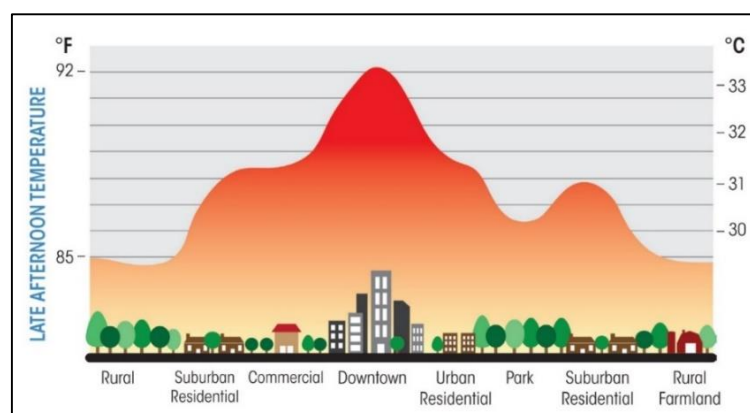
$$T_{\text{Celcius}} = T_{\text{Kelvin}} - 273,15$$

2.6 Urban Heat Island (UHI)

2.6.1 Pengertian UHI

Peningkatan aktivitas manusia serta pesatnya pembangunan lahan terbangun menyebabkan terjadinya peningkatan suhu mikro di kawasan perkotaan (Delarizka et al., 2016). Duckworth dan Sandberg (1954) mencatat hasil penelitian yang sudah lama mengenai kesan suhu udara kota yang lebih panas daripada lingkungan di sekelilingnya, seolah-olah sebuah “*Heat Island*” yang terapung di atas media yang lebih dingin. Kesan “*Heat Island*” terhadap wilayah di sekeliling kota bergantung kepada besar dan luasan kota (Djamal, 2008, hal. 39; Khambali & ST, n.d., hal. 26). Pada umumnya, suhu tahunan rata-rata di kota lebih besar sekitar 3°C dibandingkan dengan pinggir kota (daerah pinggiran/*rural*), hal tersebut mengidentifikasi adanya kutub-kutub panas dimana suhu udara tertinggi akan terdapat di pusat kota dan akan menurun secara bertahap ke arah pinggir kota sampai ke desa. Fenomena inilah yang sering dikenal sebagai “*Urban Heat Island (UHI)*” (Al Mukmin et al., 2016; Belgaman et al., 2012; Bhargava, Lakmini, & Bhargava, 2017). Fenomena ini pertama kali ditemukan oleh seorang ahli meteorologi bernama Luke Howard pada tahun 1818 saat mempelajari iklim perkotaan di London, Inggris. Sejak saat itu, banyak ilmuwan di seluruh dunia melakukan penelitian mendalam mengenai efek *UHI* (Yang et al., 2016).

Urban Heat Island ibarat sebagai kubah raksasa yang memerangkapkan panas pada suatu kota yang terbentuk dari beberapa elemen di dalam kota tersebut. Menurut Voogt (2002) fenomena *UHI* merupakan gambaran peningkatan suhu udara perkotaan pada *Urban Cover Layer (UCL)* atau lapisan di bawah gedung dan tajuk vegetasi dibandingkan dengan wilayah pinggiran khususnya di malam hari yang tenang dan cerah (Al Mukmin et al., 2016; Belgaman et al., 2012; Bhargava et al., 2017; Hermawan, n.d.). *Urban Heat Island* umumnya digambarkan seperti pada gambar 2.3



Sumber : (Stewart, 2017)

Gambar 2.3
Urban Cover Layer

Secara umum, *Urban Heat Island* mengacu pada peningkatan suhu udara, tetapi dapat juga mengacu pada panas relatif sebuah permukaan atau material di atasnya. *Urban Heat Island* mempunyai implikasi penting bagi kenyamanan manusia, polusi udara kota, manajemen energi, dan perencanaan kota. Hal tersebut dikarenakan, *Urban Heat Island* secara tidak sengaja meningkatkan perubahan iklim lokal karena modifikasi atmosfer dan permukaan pada daerah kota. Akibatnya, *Urban Heat Island* di kota beriklim panas sangat tidak menguntungkan karena menyebabkan makin banyaknya energi yang habis untuk mendinginkan, meningkatkan ketidaknyamanan manusia, dan meningkatkan konsentrasi polusi udara. Berdasarkan hal tersebut, maka meningkatnya jumlah populasi di dunia, terutama pada negara berkembang, berarti akan meningkatkan intensitas *Urban Heat Island* di negara tersebut yang akan mempengaruhi kehidupan manusia (Hermawan, n.d.; Iswanto, 2008; K. Nugroho & Rokhmana, 2015).

2.6.2 Tipe dan Karakteristik *Urban Heat Island*

Heat Island terbagi menjadi dua jenis yaitu *Heat Island* permukaan dan *Heat Island* udara/atmosfir. Kedua *Heat Island* ini berhubungan namun tidaklah sama dan harus ditekankan untuk membedakannya. Kedua jenis *Heat Island* memiliki perbedaan dalam cara mereka terbentuk, teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur, dampaknya, dan pada tingkat tertentu yaitu metode yang tersedia untuk memitigasinya. Adapun penjelasan mengenai dua jenis *Heat Island* adalah sebagai berikut (Bhargava et al., 2017; Iswanto, 2008; Protection & Programs, n.d.):

1. *Urban Heat Island* di Permukaan

Pada hari yang panas dan terik, matahari dapat memanaskan permukaan perkotaan yang kering dan terbuka seperti atap dan trotoar mencapai suhu 50 – 90°F (27°–50°C) lebih panas dari suhu udara, sementara permukaan yang teduh atau lembab suhunya akan sesuai dengan suhu udara pada umumnya di lingkungan pedesaan. *Urban Heat Island* di permukaan biasanya hadir di siang dan malam, tetapi cenderung berintensitas paling kuat pada siang hari ketika matahari bersinar. Rata-rata perbedaan suhu permukaan siang hari antara daerah pusat kota dan pedesaan adalah 18 hingga 27°F (10° hingga 15°C) dan perbedaan suhu permukaan malam hari biasanya lebih kecil, berkisar 9° hingga 18°F (5° hingga 10°C). Besarnya *Urban Heat Island* di permukaan bervariasi dengan musim karena perubahan intensitas matahari serta penutup lahan dan cuaca. Sebagai akibat dari variasi semacam itu, intensitas *Urban Heat Island* permukaan biasanya paling besar di musim panas.

Para ilmuwan menggunakan metode langsung dan tidak langsung, pemodelan numerik, dan perkiraan berdasarkan model empiris untuk mengidentifikasi *Urban Heat*

Island ini. Peneliti juga sering menggunakan penginderaan jarak jauh (sebuah teknik pengukuran tidak langsung) untuk memperkirakan suhu permukaan. Mereka menggunakan data yang dikumpulkan untuk menghasilkan gambar panas (*thermal*).

2. *Urban Heat Island* di Udara/Atmosfer

Udara yang lebih hangat di daerah perkotaan jika dibandingkan dengan udara yang lebih sejuk di lingkungan pedesaan yang berdekatan mendefinisikan *Urban Heat Island* di atmosfer. *Urban Heat Island* di atmosfer sering berintensitas rendah selama pagi hari dan sepanjang hari dan menjadi lebih jelas setelah matahari terbenam karena pelepasan panas yang lambat dari infrastruktur perkotaan. Waktu puncak ini bagaimanapun tergantung pada sifat permukaan perkotaan dan pedesaan, musim, dan kondisi cuaca yang berlaku.

Para ahli kerap membagi *Urban Heat Island* ini menjadi dua jenis yang berbeda, antara lain:

- Lapisan kanopi *Urban Heat Island*, ada pada lapisan udara dimana orang tinggal, dari lahan sampai di bawah puncak pohon dan atap.

Lapisan kanopi *Urban Heat Island* adalah yang paling umum diamati dari dua jenis *Heat Island* dan salah satu yang sering dirujuk dalam diskusi tentang *Urban Heat Island*.

- Lapisan batas *Urban Heat Island*, mulai dari tingkat atap dan puncak pohon dan membentang hingga titik dimana lanskap perkotaan tidak lagi mempengaruhi atmosfer. Daerah ini biasanya memanjang tidak lebih dari satu mil (1,5 km) dari permukaan.

Kedua jenis *Heat Island* memiliki perbedaan dalam cara mereka terbentuk, teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur, dampaknya, dan pada tingkat tertentu, metode yang tersedia untuk memitigasinya. Tabel II.5 meringkas karakteristik dasar dari setiap jenis *Heat Island* (Bhargava et al., 2017; Iswanto, 2008; Protection & Programs, n.d.).

Tabel II.5
Karakteristik Dasar Urban Heat Island Berdasarkan Jenisnya

Sifat	<i>Urban Heat Island</i> Permukaan	<i>Urban Heat Island</i> Udara/Atmosfer
Perkembangan Temporal	<ul style="list-style-type: none"> • Ada setiap saat sepanjang hari dan malam hari • Paling intens selama siang hari dan di musim panas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mungkin kecil atau tidak ada selama siang hari • Paling intens pada malam hari dan di musim dingin

Sifat	<i>Urban Heat Island</i> Permukaan	<i>Urban Heat Island</i> Udara/Atmosfer
Intensitas Puncak (Kondisi UHI paling intens)	Lebih banyak variasi spasial dan temporal <ul style="list-style-type: none"> • Siang : 18 – 27°F (10 – 15°C) • Malam : 9 – 18°F (5 – 10°C) 	Sedikit variasi <ul style="list-style-type: none"> • Siang : -1,8 – 5,4°F (-1 – 3°C) • Malam : 12,6 – 21,6°F (7 – 12°C)
Metode Identifikasi Khusus	Pengukuran tidak langsung : Penginderaan Jauh	Pengukuran langsung : <ul style="list-style-type: none"> • Stasiun cuaca tetap • Lintasan seluler
Gambaran Khusus	Gambar Panas	<ul style="list-style-type: none"> • Peta Isoterm • Grafik Suhu

Sumber : (Bhargava et al., 2017; Protection & Programs, n.d.)

2.6.3 Faktor yang Mempengaruhi *Urban Heat Island*

Heat Island terjadi di daerah yang berpenduduk padat, daerah perkantoran, pusat-pusat pertokoan, daerah industri, dan bandar udara. Hal ini terjadi karena adanya penambahan panas yang berasal dari aktivitas manusia maupun polusi yang dihasilkan oleh pabrik dan dari kendaraan bermotor. Selain itu juga disebabkan karena permukaan jalan dan dinding bangunan yang menyimpan panas yang diterimanya mulai dari pagi hari hingga siang hari dan panas tersebut akan terlepas kembali ke udara setelah matahari terbenam. *Heat Island* terjadi karena adanya perbedaan dalam penggunaan energi, penyerapan panas, pertukaran panas laten; putaran, tekanan, atau aliran angin. Banyak faktor yang berkontribusi dalam pembentukan *Urban Heat Island*, contohnya aspek perencanaan kota terkait dengan sifat intrinsik kota seperti ukurannya, populasi, kepadatan bangunan dan penggunaan lahan serta faktor-faktor eksternal seperti iklim, cuaca dan musim (Bhargava et al., 2017; Djamal, 2008).

Menurut para ahli lainnya, *Heat Island* disebabkan oleh perbedaan faktor yang tidak terikat satu sama lain, misalnya karena terjadinya perbedaan suhu yang disebabkan oleh adanya beberapa perbedaan antara kota dan pedesaan sebagai berikut (Djamal, 2008):

1. Bahan penutup permukaan

Beberapa bangunan seperti jalan, lapangan parkir gedung kantor dan rumah-rumah meradiasikan panas lebih cepat daripada lapangan hijau, hutan, atau danau. Hal tersebut karena permukaan daerah kota terdiri dari beton dan semen yang mempunyai konduktivitas kalor tiga kali lebih tinggi dari tanah berpasir yang basah sehingga bahan permukaan kota akan menerima dan menyimpan energi lebih banyak.

2. Bentuk dan orientasi permukaan

Bentuk dan orientasi permukaan kota lebih bervariasi daripada daerah pinggir kota atau desa sehingga energi yang datang akan dipantulkan berulang kali dan akan mengalami beberapa penyerapan serta tersimpan dalam bentuk panas. Selain itu, padatnya bangunan di kota juga dapat meningkatkan turbulensi dan dapat mengubah pola aliran udara yang bertindak sebagai perombak.

3. Sumber panas

Sumber panas yang dihasilkan panas di kota lebih besar jika dibandingkan dengan lingkungan di sekitar kota. Sumber tersebut antara lain berasal dari aktivitas manusia, kendaraan bermotor, pemanas atau pendingin ruangan, mesin-mesin pabrik, dan sebagainya yang akan menyebabkan peningkatan konsentrasi panas sepanjang tahun di kota. Selain itu, jumlah penduduk kota yang semakin padat juga mengakibatkan peningkatan sumber panas sebagai akibat dari semakin meningkatnya metabolisme dan aktivitas penduduk. Dan juga terdapat perbedaan keseimbangan seluruh radiasi neto antara daerah perkotaan dengan daerah di sekitarnya.

4. Sumber kelembaban

Evaporasi dari permukaan dan vegetasi di daerah kota lebih rendah jika dibandingkan dengan di daerah desa. Hal itu dikarenakan di daerah kota, air hujan cenderung menjadi aliran permukaan akibat adanya permukaan semen, parit, dan pipa-pipa drainase. Sedangkan di daerah pedesaan sebagian besar air hujan meresap ke dalam tanah dan menjadi sumber terjadinya penguapan sehingga cenderung menyejukkan suhu udara. Selain itu, jumlah badan air (sungai, danau, kolam, dan rawa-rawa) di dalam kota per-satuan luas lebih kecil daripada daerah di sekitar kota yang menyebabkan evaporasi air di daerah kota lebih kecil dan akan lebih banyak panas yang tersedia untuk memanaskan atmosfer di kota.

5. Kualitas udara

Udara kota banyak mengandung bahan pencemaran yang berasal dari rumah kaca, seperti CO₂, CH₄, CFCs yang dapat menimbulkan "efek rumah kaca". Sedangkan di daerah pedesaan dengan kegiatan industri yang masih sedikit, keadaan kualitas udaranya jauh lebih baik dibandingkan dengan kualitas udara kota.

6. Sumber panas musiman, yaitu pemanasan dari gedung-gedung pada musim dingin dan pemanasan pada pendingin ruangan pada musim panas yang akhirnya akan dilepaskan ke udara kota.

Faktor yang paling dominan penyebab dari beberapa faktor diatas adalah sumber panas. Pesatnya pertumbuhan penduduk dan industrialisasi menyebabkan pembangunan pemukiman dan kawasan industri semakin tinggi pula, akibatnya kawasan yang sebelumnya merupakan kawasan untuk vegetasi ikut berubah fungsi. Pertumbuhan tersebut juga diikuti dengan pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor, sehingga gas buang kendaraan di udara juga menjadi semakin tinggi (Iswanto, 2008; K. Nugroho & Rokhmana, 2015).

2.6.4 Dampak *Urban Heat Island*

Kita yang berada di kota-kota terutama yang padat penduduknya sangat merasakan iklim yang sudah tidak menentu. Pada musim kemarau bisa dengan tiba-tiba terjadi hujan lebat sekali, bahkan menyebabkan banjir. Begitu pula pada saat musim hujan dapat terjadi kemarau panjang dan suhu kota terasa semakin panas. Akan tetapi, *Urban Heat Island* dapat terlihat lebih jelas pada musim kemarau daripada musim hujan. *Urban Heat Island* menjadi masalah yang sangat penting karena dapat menimbulkan dampak positif dan negatif bagi kota. Untuk kota yang beriklim hangat atau iklim kota pada musim panas, *Urban Heat Island* menyebabkan peningkatan penggunaan energi untuk pendingin ruangan (AC). Peningkatan permintaan akan energi tersebut dapat berbalik meningkatkan emisi gas rumah kaca yang digunakan untuk menyalakan listrik dan mendegradasikan kualitas udara. Semakin tingginya suhu kota maka akan memicu terbentuknya kabut kota karena emisi polutan. Sedangkan pada iklim yang lebih dingin, *Urban Heat Island* dapat memberikan efek positif seperti pengurangan penggunaan energi pada musim dingin, mengurangi panjangnya tutupan salju, dan masa tumbuh tanaman yang lebih lama (Djamil, 2008; Iswanto, 2008; K. Nugroho & Rokhmana, 2015).

Efek dari *Urban Heat Island* dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori besar yaitu manusia dan mikroiklim. Namun, keduanya tidak saling terpisah. Dampak pada manusia yaitu memburuknya kesejahteraan fisik penduduk kota, kerusakan sistem termoregulasi yang disebabkan kegagalan mempertahankan keseimbangan antara panas yang dihasilkan dalam tubuh dan panas yang dikeluarkan, stres pemicu gangguan jantung, *heat exhaustion*, *heatstroke* dan penyakit sistem pernapasan. Penentangan penduduk kota terhadap dampak tersebut akan mendatangkan beberapa efek sekunder pada iklim mikro karena berusaha meningkatkan kondisi kenyamanan dalam ruangan pada bangunan masing-masing. Selain itu, peningkatan suhu udara memiliki efek negatif pada iklim mikro di kota-kota jika dibandingkan dengan daerah pedesaan dengan pembentukan dari kadar permukaan ozon, perubahan iklim lokal mikro dan makro yaitu pola angin, perubahan kelembaban, badai, banjir, perubahan ekosistem lokal dan peningkatan emisi yang

disebabkan oleh peningkatan konsumsi energi untuk pendingin ruangan dan peningkatan emisi panas yang dilepaskan ke lingkungan lokal (O'Malley, Piroozfar, Farr, & Pomponi, 2015; Wulandari & HA Sudibyakto, 2017).

2.7 Penginderaan Jauh dan Citra Satelit

2.7.1 Definisi Penginderaan Jauh dan Citra Satelit

Ada berbagai macam definisi penginderaan jauh menurut beberapa orang ahli dalam bidang pendinderaan jauh, antara lain (Purwadhi, 2009; Purwadhi & Sanjoto, 2008; Somantri, 2016; Syah, 2010):

- a. Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), Penginderaan Jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah, atau gejala yang dikaji.
- b. Menurut Colwell (1984), Penginderaan Jauh yaitu suatu pengukuran atau perolehan data pada objek di permukaan bumi dari satelit atau instrumen lain di atas atau jauh dari objek yang diindera.
- c. Menurut Curran (1985), Penginderaan Jauh yaitu penggunaan sensor radiasi elektromagnetik untuk merekam gambar lingkungan bumi yang dapat diinterpretasikan sehingga menghasilkan informasi yang berguna.
- d. Sabins (1996) menjelaskan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu objek.

Jenis data penginderaan jauh, yaitu citra. Citra dapat diartikan sebagai gambaran rekaman yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati. Citra Satelit merupakan hasil dari pemotretan/perekaman alat sensor yang dipasang pada wahana satelit ruang angkasa dengan ketinggian lebih dari 400 km dari permukaan bumi. (Iskandar, Awaluddin, & Yuwono, 2016; Somantri, 2009, 2016).

2.7.2 Citra Satelit Penginderaan Jauh

Citra penginderaan jauh merupakan gambaran yang mirip dengan wujud aslinya, bersifat multifungsi yang artinya dapat digunakan dalam berbagai bidang pengguna seperti kependudukan, pemetaan, pertanian, kehutanan, industri, perkotaan, kelautan, pemantauan lingkungan dan cuaca, serta penggunaan lain yang berhubungan dengan kondisi fisik permukaan bumi (Purwadhi & Sanjoto, 2008). Terdapat beberapa jenis citra penginderaan jauh satelit misalnya citra satelit resolusi menengah dan tinggi, yaitu NOAA,

MODIS, Landsat, SPOT, IKONOS, Quickbird dan ALOS. Namun, dalam penelitian ini akan dibahas lebih lanjut mengenai citra satelit Landsat (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

2.7.2.1 Citra Satelit Landsat

Landsat (*Land Satellite*) merupakan satelit tertua dalam program observasi bumi. Landsat adalah contoh satelit sumberdaya milik Amerika Serikat yang diluncurkan sejak 23 Juli 1972. Satelit pertama yang diluncurkan membawa sensor MSS multispektral dengan sebutan ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*). Kemudian sejak diluncurkannya satelit pertama sumberdaya alam oleh Amerika Serikat, diluncurkan kembali satelit pada tahun 1975 dengan nama ERTS-2. Satelit ini membawa sensor RBV (*Return Beam Vidicon*) dan MSS (*Multi Spectral Scanner*) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Setelah peluncuran satelit ERTS-1, ERTS-2 kemudian satelit itu berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, dan diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu Landsat 3. Satelit tersebut merupakan satelit eksperimen dan termasuk ke dalam satelit bumi generasi I yang terdiri dari Landsat 1, Landsat 2, dan Landsat 3 (Amliana, Prasetyo, & Sukmono, 2016; Suwargana, 2013).

Pada bulan Juli 1982 dan Maret 1984, satelit generasi I sudah tidak beroperasi lagi dan digantikan dengan diluncurkannya satelit bumi generasi II, yaitu Landsat 4 dan Landsat 5 yang merupakan satelit semi operasional atau satelit untuk penelitian dan pengembangan. Landsat 4 dan Landsat 5 telah mengalami perbaikan dalam resolusi spasial, spektral dan radiometrik. Landsat generasi II mempunyai kemampuan untuk meliputi daerah yang sama pada permukaan bumi dengan cakupan 185 x 185 km pada permukaan bumi setiap 16 hari yang berada di ketinggian orbit 705 km. Satelit Landsat generasi II membawa sensor *Thematic Mapper* (TM) untuk mengamati obyek-obyek di permukaan bumi dalam 7 band spektral, diantaranya yaitu (Suwargana, 2013):

- a. Band 1, 2 dan 3 adalah sinar tampak (*visible*),
- b. Band 4, 5 dan 7 adalah inframerah dekat, inframerah menengah, dan
- c. Band 6 adalah inframerah termal yang mempunyai resolusi spasial 120 x 120 m.

Setelah peluncuran satelit generasi II selanjutnya diluncurkan kembali satelit bumi generasi berikutnya dikarenakan Landsat 4 dihentikan operasinya di tahun 1993 dan setelah ada pengumuman dari USGS Landsat 5 pun dinonaktifkan pada tanggal 26 Desember 2012 karena mengalami gangguan berat sejak November 2011. Dalam perkembangannya, untuk lebih menyempurnakan satelit generasi sebelumnya maka diluncurkan kembali satelit berikutnya namun berbeda dengan lima satelit pendahulunya, satelit Landsat 6 yang telah diluncurkan 5 Oktober 1993 gagal mencapai orbit. Kemudian enam tahun setelahnya, USGS kembali meluncurkan satelit bernama Landsat 7 yang

diluncurkan pada April 15 Desember 1999. Citra satelit Landsat 7 ETM adalah satelit bumi dengan membawa instrumen ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) yang menyajikan delapan saluran *multispektral scanning radiometer* (Purwanto, Sudi, Geografi, Ilmu, & Vegetation, 2011).

Akan tetapi, satelit Landsat 7 ternyata hanya beroperasi secara normal hingga bulan Mei 2003 karena mengalami kerusakan pada *Scan Line Corrector (SLC)*. Stasiun Bumi Internasional (*IGS = international Ground Station*) mulai bulan Mei 2003 menghentikan perekaman data Landsat dan USGS (*United States Geological Survey*) berusaha memperbaiki kerusakan dengan operasi SLC cadangan. Namun usaha tersebut tidak berhasil, dan diputuskan bahwa kerusakan SLC adalah kerusakan permanen. Oleh karena itu, mulai bulan November 2003 telah dilakukan pengiriman transmisi lagi dengan Model **SLC-Off**, sehingga gambarnya tidak sempurna (Purwadhi & Sanjoto, 2008; Purwanto et al., 2011).

Pada bulan Februari 2013 USGS kembali mengorbitkan satelit baru yaitu Landsat 8 yang karakteristiknya yang mirip dengan Landsat 7 namun terdapat beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari Landsat 7 seperti jumlah band, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai s) dari tiap piksel citra. Satelit Landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan jumlah band sebanyak 11 buah. Diantara band-band tersebut, 9 band (band 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (band 10 dan 11) pada TIRS. Satelit Landsat versi terbaru ini ditargetkan dapat mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun) (Purwadhi & Sanjoto, 2008; Purwanto et al., 2011; Suwargana, 2013).

Tabel II.6
Karakteristik Satelit Landsat 1 – 5, dan Landsat 7 – 8

Karakteristik	Landsat 1,2,3		Landsat 4,5		Landsat 7	Landsat 8
Orbit	Sinkron matahari		Sinkron matahari		Sinkron matahari	Mendekati lingkaran sikron matahari
Ketinggian	880 – 940 km		705 km		705 km	705 km
Sudut Inklinasi	99,1°		98,2°		98,2°	98,2°
Sensor/Saluran Spektral (band/ μ m)	RBV	Band 1 : 0,475 – 0,575 Band 2 : 0,58 – 0,68 Band 3 : 0,69 – 0,89	MSS	Band 4 : 0,50 – 0,60 Band 5 : 0,60 – 0,70 Band 6 : 0,70 – 0,80 Band 7 : 0,80 – 1,10	Band 1 : 0,45 – 0,52 Band 2 : 0,52 – 0,61 Band 3 : 0,63 – 0,69 Band 4 : 0,78 – 0,90 Band 5 : 1,55 – 1,75 Band 6 : 10,4 – 12,5 Band 7 : 2,08 – 2,35 Band 8 : 0,52 – 0,90 (Pankromatik)	Band 1 : 0,43 – 0,45 Band 2 : 0,45 – 0,51 Band 3 : 0,53 – 0,59 Band 4 : 0,64 – 0,67 Band 5 : 0,85 – 0,88 Band 6 : 1,57 – 1,65 Band 7 : 2,11 – 2,29 Band 8 : 0,50 – 0,68 Band 9 : 1,36 – 1,38 Band 10 : 10,6 – 11,19 Band 11 : 11,5 – 12,51
	MSS	Band 4 Band 5 Band 6 Band 7	TM	Band 1 : 0,45 – 0,52 Band 2 : 0,52 – 0,60 Band 3 : 0,63 – 0,69 Band 4 : 0,76 – 0,90 Band 5 : 1,55 – 1,75 Band 6 : 10,4 – 12,5 Band 7 : 2,08 – 2,35		
Resolusi Spasial	80 m		30 m dan 120 (band 6)		15 m (PAN), 30 m (band 1-5, 7) dan 60 m (band 6)	15 m (PAN), 30 m (band 1-7,9) dan 100 m (TIRS)
Cakupan	185 x 185 km		185 x 185 km		185 x 185 km	185 x 185 km
Pengulangan Rekaman	18 hari		16 hari		16 hari	16 hari

Sumber : (Purwadhi & Sanjoto, 2008; Purwanto et al., 2011; Sitanggang, 2010; Thoha, 2008)

2.7.3 Pengolahan Citra Penginderaan Jauh

Tahap pengolahan data citra meliputi: tahap pra pengolahan dan tahap pengolahan.

2.7.3.1 Pra-Pengolahan Citra

Banyak faktor yang berpengaruh terhadap data citra satelit seperti sensor, kondisi medan, dan kondisi atmosfer, sehingga sebelum pengolahan citra maka perlu dilakukan pra-pengolahan data atau pengolahan awal untuk memperoleh informasi yang lebih berkualitas (K. Nugroho & Rokhmana, 2015). Tahap-tahap dalam pra-pengolahan citra antara lain terdiri dari :

1. Penggabungan Band

Penggabungan saluran atau *band* adalah proses menggabungkan seluruh saluran yang dimiliki oleh citra untuk membentuk sebuah citra baru yang di dalamnya terdapat keseluruhan dari band tersebut. Pada citra Landsat 5 dan Landsat 7 terdapat 7 *band* terpisah yang perlu dilakukan penggabungan sehingga membentuk sebuah citra baru sehingga di dalamnya sudah terdapat 7 *band*. Sedangkan pada citra landsat 8 yaitu memiliki 11 *band* terpisah yang juga perlu dilakukan penggabungan untuk mendapatkan sebuah citra baru yang sudah terdiri dari 11 *band* di dalamnya (Papilaya, 2013).

2. Koreksi Geometrik

Geometrik merupakan posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan. Geometrik memuat informasi data yang mengacu pada bumi, baik posisi (sistem koordinat lintang dan bujur) maupun informasi yang terkandung di dalamnya. Kesalahan geometrik citra dapat terjadi karena mengalami pergeseran akibat posisi dan orbit maupun sikap sensor pada saat satelit mengindera bumi, kelengkungan dan putaran bumi serta adanya relief atau ketinggian yang berbeda dari permukaan bumi yang diindera. Akibat dari kesalahan geometrik inilah maka posisi pixel dari data penginderaan jauh satelit tersebut tidak sesuai dengan posisi (lintang dan bujur) yang sebenarnya. Maka dari itu diperlukanlah koreksi untuk memperbaiki kesalahan tersebut (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

Koreksi Geometrik adalah upaya memperbaiki posisi citra akibat kesalahan perekaman secara geometrik agar citra yang dihasilkan mempunyai sistem koordinat dan skala yang seragam. Koreksi Geometrik bertujuan untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat bumi di bidang datar. Koreksi geometrik dilakukan dengan menempatkan beberapa titik GCP (*Ground Control Point*) pada citra sesuai dengan koordinat citra dan koordinat geografis dengan tujuan untuk mendapatkan

citra yang sesuai dengan proyeksi peta (Al Mukmin et al., 2016; Amliana et al., 2016; K. Nugroho & Rokhmana, 2015; Purwadhi & Sanjoto, 2008).

3. Koreksi Radiometrik

Radiometrik berhubungan dengan kekuatan sinyal, kondisi atmosfer (hamburan, serapan, dan tutupan awan), dan saluran spektral yang digunakan dalam perekaman data penginderaan jauh. Kesalahan radiometrik atau cacat radiometrik, yaitu kesalahan berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar (*pixel*) pada citra sehingga diperlukan koreksi citra. Koreksi radiometrik merupakan pembetulan citra akibat kesalahan radiometrik atau cacat radiometrik yang disebabkan oleh kesalahan sistem optik, karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer, dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi matahari (Purwadhi & Sanjoto, 2008).

4. Pemotongan Citra

Pemotongan citra atau *Cropping* citra bertujuan untuk membatasi wilayah penelitian dan memudahkan dalam pengolahan data. Pemotongan citra atau *Cropping* citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Pemotongan citra merupakan tahap yang dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut (Al Mukmin et al., 2016; Andini et al., 2018; S. A. Nugroho et al., 2016):

- a. Daerah studi tidak meliputi seluruh area citra. Pemotongan dapat sesuai dengan wilayah penelitian.
- b. Menghemat memori penyimpanan.

5. Komposit Band

Komposit band merupakan penggabungan beberapa saluran pada citra menjadi satu saluran baru. Dengan penggabungan beberapa saluran maka terbentuklah citra baru dengan variasi warna Red, Green, dan Blue (RGB). Komposit band bertujuan untuk lebih mempertajam kenampakan obyek tertentu sesuai dengan keperluan, sehingga mempermudah dalam melakukan interpretasi citra. Untuk keperluan analisis citra dipilih 3 buah *band* yang dikombinasikan sesuai dengan karakteristik spektral masing-masing *band* dan disesuaikan dengan tujuan penelitian (Haris, n.d.; Kesumadewi & Suyarto, 2015; Papilaya, 2013; Paraditya, n.d.).

6. Penajaman Citra

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan mutu citra, memperoleh keindahan gambar dan untuk kepentingan analisis citra. Operasi penajaman dimaksudkan untuk mempertajam kontras yang tampak pada wujud gambar yang terekam dalam citra. Penajaman secara sederhana dapat diartikan mentransformasikan data ke bentuk yang lebih ekspresif. Terdapat tiga jenis penajaman citra, antara lain (Purwadhi & Sanjoto, 2008):

1. Penajaman kontras spektral citra, penajaman yang berhubungan dengan tingkat keabuan/warna citra dapat dilakukan dengan manipulasi kontras citra berupa *gray-level thresholding*, *level slicing*, dan *contrast stretching*.
2. Penajaman kenampakan secara spasial, dilakukan dengan cara manipulasi spasial berupa *spatial filtering*, *edge enhancement*, *fourier analysis*.
3. Penajaman citra jamak atau multicitra, dilakukan dengan manipulasi citra jamak berupa *multispectral rationing*, *principal component*, *canonical components*, *vegetation component*, *intensity-hue-saturation (IHS) color space transformation*, dan *decorrelation stretching*.

2.7.3.2 Pengolahan Citra

Pengolahan data penginderaan jauh didefinisikan sebagai penanganan data yang direkam oleh sensor penginderaan jauh hingga menjadi bentuk citra yang dapat diinterpretasi dan menghasilkan sebuah informasi. Usaha pengolahan data hingga menjadi bentuk informasi dilakukan melalui kegiatan interpretasi. Interpretasi citra merupakan kegiatan mengidentifikasi obyek melalui citra penginderaan jauh. Interpretasi citra penginderaan jauh dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu interpretasi secara manual dan digital. Di dalam laporan ini yang akan digunakan yaitu interpretasi citra secara digital (Purwadhi & Sanjoto, 2008). Pengolahan citra secara digital merupakan manipulasi dan interpretasi digital dari citra penginderaan jauh dengan bantuan komputer. Konsep dasar dari pengolahan ini yaitu dengan menggunakan data masukan berupa citra penginderaan jauh digital. Pengolahan citra penginderaan jauh satelit dengan interpretasi citra secara digital dapat digunakan untuk berbagai macam bidang pengguna, beberapa diantaranya digunakan dalam laporan ini yang terdiri dari (Purwadhi, 2009):

1. Pengolahan klasifikasi penutup lahan
2. Pengolahan indeks vegetasi
3. Pengolahan suhu permukaan

Dalam melakukan interpretasi citra secara digital, obyek pada citra harus diketahui terlebih lebih dahulu karakteristik dan sifat citra yang akan diidentifikasi atau diamati obyeknya. Oleh karena itu, interpreter harus dapat mengenali jenis citra, karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan citra yang akan diinterpretasi, sehingga interpretasi yang dilakukan akan lebih optimal. Dalam literatur ini akan dijelaskan mengenai identifikasi obyek pada citra landsat dimana identifikasi citra landsat didasarkan pada karakteristik sifat perekamannya. Jenis citra yang direkam Landsat hingga saat ini adalah Landsat MSS, Landsat TM/ETM+, dan Landsat OLI, yang pada setiap saluran/kanal (*band*) mempunyai karakteristik dan kemampuan aplikasi atau penggunaannya yang berbeda (Purwadi & Sanjoto, 2008). Karakteristik spektral dan kecocokan aplikasi setiap saluran pada citra Landsat dapat dilihat pada tabel II.7

Tabel II.7

Karakteristik dan Kemampuan Aplikasi Setiap Saluran (band) Landsat

Landsat MSS		Landsat 5TM & Landsat 7 ETM+		Landsat OLI	
Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan	Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan	Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan
Saluran 4 (0,50 – 0,60)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap tubuh air dan penetrasi tubuh air - Mendeksi muatan sedimen - Puncak pantulan vegetasi membedakan vegetasi subur/tidak, identifikasi tanaman 	Saluran 1 (TM=ETM+ : 0,45 – 0,52)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap peningkatan penetrasi air - Mendukung analisis khas lahan, tanah, vegetasi 	Saluran 1 (0,43 – 0,45)	Studi aerosol dan wilayah pesisir
Saluran 5 (0,60 – 0,70)	<ul style="list-style-type: none"> - Kontras kenampakan vegetasi dan bukan vegetasi - Membantu identifikasi penutup lahan, kenampakan alam dan budaya 	Saluran 2 (LS 5 TM : 0,52 – 0,60) (LS 7 ETM+ : 0,53 – 0,61)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengindera puncak pantulan vegetasi - Menekankan perbedaan vegetasi dan nilai kesuburan 	Saluran 2 (0,45 – 0,51)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemetaan bathimetrik - Membedakan tanah dari vegetasi dan daun dari vegetasi konifer
Saluran 6 (0,70 – 0,80)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap terhadap biomasa vegetasi - Kontras tanaman, tanah, air 	Saluran 3 (TM=ETM+ : 0,63 – 0,69)	<ul style="list-style-type: none"> - Memisahkan vegetasi - Serapan klorofil dan memperkuat kontras vegetasi/bukan vegetasi 	Saluran 3 (0,53 – 0,59)	Mempertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi
Saluran 7 (0,80 – 1,10)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap perbedaan antara tanah, air, vegetasi - Membantu menentukan kondisi kelembaban tanah - Kandungan air tanaman 	Saluran 4 (TM : 0,76 – 0,90) (TM=ETM+ : 0,78 – 0,90)	<ul style="list-style-type: none"> - Tanggap biomasa vegetasi - Identifikasi dan kontras tanaman, tanah, air 	Saluran 4 (0,64 – 0,67)	Membedakan sudut vegetasi

Landsat MSS		Landsat 5TM & Landsat 7 ETM+		Landsat OLI	
Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan	Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan	Saluran/Band (μm)	Aplikasi/Penggunaan
		Saluran 5 (TM=ETM+ ; 10,4 – 12,5)	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan jenis vegetasi dan kandungan airnya - Menentukan kelembaban tanah 	Saluran 5 (0,85 – 0,88)	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
		Saluran 6 (TM=ETM+ : 10,4 – 12,5)	<ul style="list-style-type: none"> - Deteksi suhu obyek - Analisis gangguan vegetasi - Perbedaan kelembaban tanah 	Saluran 6 (1,57 – 1,65)	<ul style="list-style-type: none"> - Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi - Menembus awan tipis
		Saluran 7 (TM : 2,08 – 2,35) (ETM+ : 2,09 – 2,35)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemisahan formasi batuan - Analisis bentuk lahan 	Saluran 7 (2,11 – 2,29)	<ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi - Penetrasi awan tipis
		Saluran 8 (ETM+ ; 0,50 – 0,90) LS5 TM tidak ada saluran pankromatik	<ul style="list-style-type: none"> - Pemetaan planimetrik - Identifikasi permukiman dan budaya - Identifikasi kenampakan geologi 	Saluran 8 (0,50 – 0,68)	Penajaman citra
				Saluran 9 (1,36 – 1,38)	Peningkatan deteksi awan sirus yang terkontaminasi
				Saluran 10 (10,6 – 11,19)	<ul style="list-style-type: none"> - Pemetaan suhu - Perhitungan kelembaban tanah
				Saluran 11 (11,5 – 12,51)	<ul style="list-style-type: none"> - Peningkatan pemetaan suhu dan - Penghitungan kelembaban tanah

Sumber : (Ashidqi & Taryono, 2017; Purwadhi & Sanjoto, 2008; USGS, 2016)

2.8 Variabel Penelitian

Tabel II.8
Sintesa Literatur

Sasaran	Literatur	Sumber Pustaka
Pra-Pengolahan Citra	Tahap-tahap dalam pra-pengolahan citra antara lain terdiri dari enam tahap, yaitu: <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggabungan Band 2. Komposit Band 3. Koreksi Geometrik 4. Koreksi Radiometrik 5. Pemotongan Citra 6. Penajaman Citra 	(Purwadhi & Sanjoto, 2008)
Klasifikasi Penutup Lahan	Klasifikasi yang akan digunakan adalah klasifikasi dari Badan Standardisasi Nasional Indonesia No. 7645 tahun 2010 dan telah disesuaikan dengan wilayah studi. Standar ini disusun berdasarkan sistem klasifikasi penutup lahan UNFAO dan ISO 19144-1 <i>geographic information – Classification Systems – Part 1 : Classification Systems Structure</i> . Klasifikasi penutup lahan tersebut terdiri dari : <ol style="list-style-type: none"> 1. Permukiman dan Lahan Terbangun 2. Industri 3. Lahan Pertanian 4. Daerah Non-Pertanian 5. Lahan Terbuka 6. Perairan 	(Badan Standardisasi Nasional, 2010)
Perubahan Penutup Lahan	Perubahan penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya jenis penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya, atau berubahnya fungsi suatu lahan pada kurun waktu yang berbeda.	(Eko & Rahayu, 2012)
Kerapatan Vegetasi	Tingkat kerapatan vegetasi dapat diketahui dengan pendekatan indeks vegetasi yang memanfaatkan teknik NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>). Nilai indeks vegetasi dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan band infra-merah (didekati oleh band NIR) Perhitungan nilai indeks vegetasi ini menggunakan rumus sebagai berikut: $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$ Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1.	(Delarizka et al., 2016) (Andini et al., 2018)

Sasaran	Literatur	Sumber Pustaka
	<p>Tingkat klasifikasi kelas kerapatan vegetasi terdiri dari lima kelas, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sangat Jarang = $-1 < NDVI < 0,15$ 2. Jarang = $0,15 < NDVI < 0,25$ 3. Sedang = $0,25 < NDVI < 0,35$ 4. Rapat = $0,35 < NDVI < 0,45$ 5. Sangat Rapat = $0,45 < NDVI < 1$ 	
Perubahan Kerapatan Vegetasi	Perubahan kerapatan vegetasi adalah perubahan luasan tutupan vegetasi dalam tiap satuan luas pengukuran pada kurun waktu yang berbeda	(S. A. Nugroho et al., 2016) (Al Mukmin et al., 2016)
Distribusi Suhu Permukaan	<p>Nilai suhu permukaan didapatkan dengan memanfaatkan kanal termal pada Landsat dan diekstraksi menggunakan metode perhitungan <i>LST</i> atau <i>Brightness Temperature</i>.</p> <p>Tahapan pengolahan <i>Brightness Temperature</i> yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konversi <i>Digital Number</i> ke Radian Spektral $L\lambda = \left\{ \left(\frac{L_{max}(\lambda) - L_{min}(\lambda)}{Q_{cal\ max} - Q_{cal\ min}} \right) \times (Q_{cal} - Q_{cal\ min}) \right\} + L_{min}(\lambda)$ <p>Keterangan: $L\lambda$ = Radian Spektral $L_{max}(\lambda)$ = <i>Maximum Spectral Radiance</i> $L_{min}(\lambda)$ = <i>Minimum Spectral Radiance</i> Q_{cal} = <i>Quantized Calibrated Pixel</i> $Q_{cal\ max}$ = <i>Maximum Quantized Calibrated Pixel</i> $Q_{cal\ min}$ = <i>Minimum Quantized Calibrated Pixel</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Konversi Radian Spektral ke <i>Brightness Temperature</i> $T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda}\right) + 1}$ <p>Keterangan: T = <i>Brightness Temperature</i> (K) K_1 = Konstanta kalibrasi <i>Spectral Radiance</i> K_2 = Konstanta kalibrasi <i>Absolute Temperature</i> $L\lambda$ = Radian Spektral</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Konversi suhu permukaan dari satuan kelvin ke celcius $T_{Celcius} = T_{Kelvin} - 273,15$	(Al Mukmin et al., 2016) (Sobirin & Fatimah, 2015)
Urban Heat Island	<p><i>Urban Heat Island</i> (UHI) ibarat sebagai kubah raksasa yang memerangkapkan panas pada suatu kota yang terbentuk dari beberapa elemen di dalam kota tersebut.</p> <p>Fenomena UHI merupakan gambaran peningkatan suhu udara di pusat kota dibandingkan dengan pingir kota (daerah pinggiran/<i>rural</i>).</p>	(Bhargava et al., 2017) (Protection & Programs, n.d.)

Sumber: Analisis Peneliti, 2018