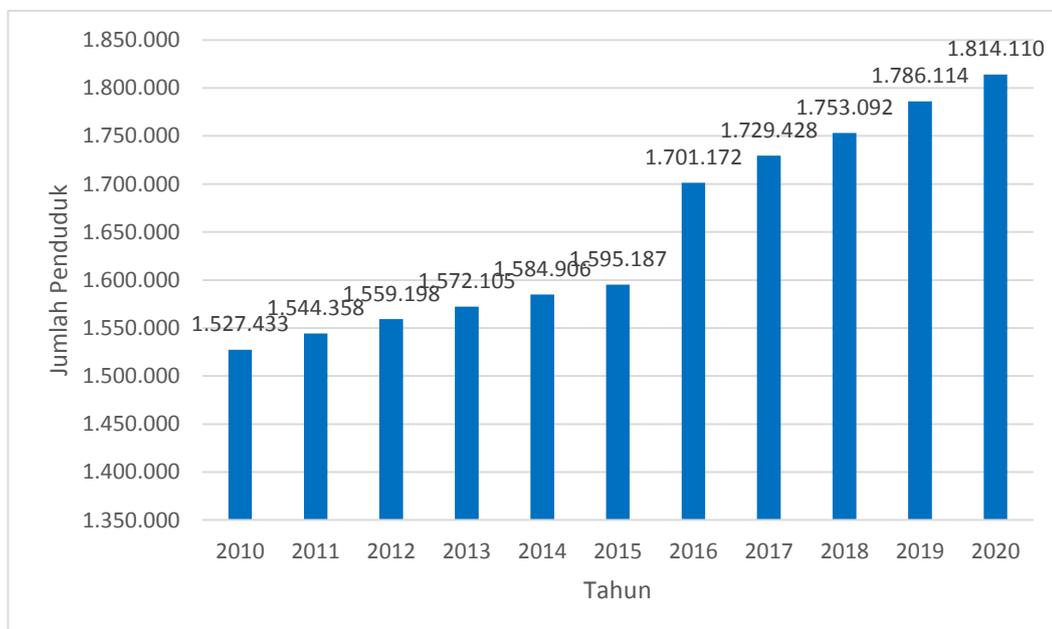


# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

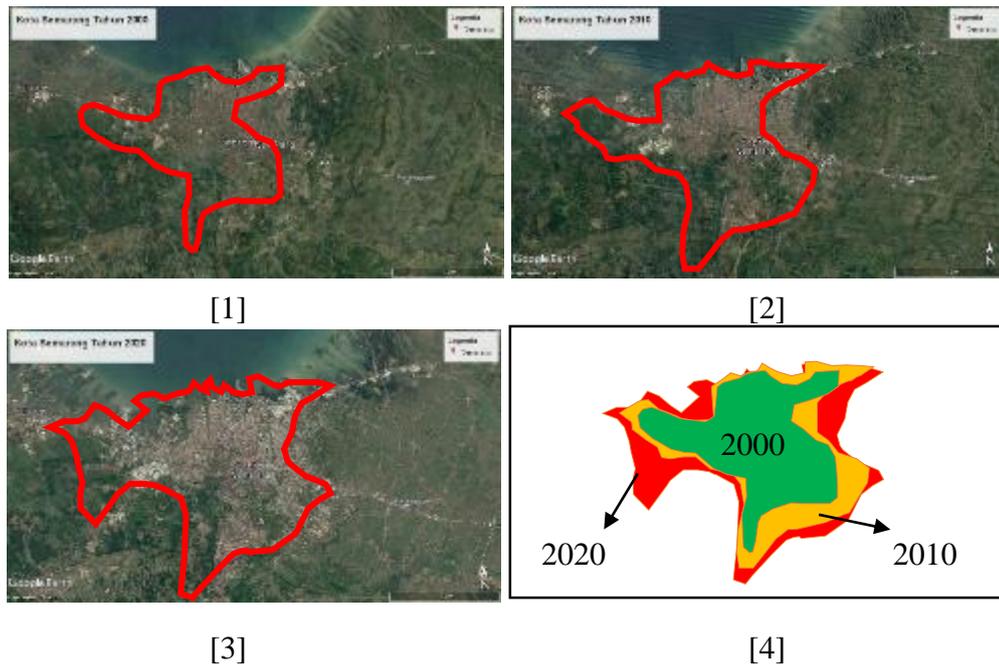
Kota adalah sebuah jaringan kehidupan yang sistematis ditandai oleh munculnya kepadatan penduduk tinggi dan memiliki beragam strata sosial serta ekonomi (Bintarto, 1983). Kota merupakan sebuah wilayah atau tempat yang terdapat kelengkapan sarana prasarana untuk menunjang aktivitas penduduk di dalamnya. Kota selain berfungsi untuk tempat tinggal penduduk juga digunakan untuk pusat pelayanan pemerintahan, pusat ekonomi, serta pusat kegiatan sosial. Karena fasilitas kota yang memadai sehingga mendorong penduduk dari desa dan pinggiran kota untuk mendapatkan kesempatan kehidupan yang lebih baik. Dengan terjadinya perpindahan penduduk ini maka kebutuhan lahan akan tempat tinggal serta penunjang aktivitas penduduk. Hal ini menyebabkan perubahan alih fungsi lahan vegetasi ke lahan terbangun, sehingga terjadi kekritisian lingkungan di suatu perkotaan. Padahal suatu kota sangat membutuhkan lahan hijau untuk kenyamanan kota tersebut dan penduduk yang ada di dalamnya.



**Gambar 1.1.** Grafik Jumlah Penduduk Kota Semarang Tahun 2010-2020

Kota Semarang merupakan ibukota dari Provinsi Jawa Tengah dan menjadi salah satu kota terbesar di Indonesia. Menjadi pintu gerbang serta sebagai sentra perdagangan dan transportasi, pada umumnya di wilayah Jawa Tengah sampai dengan daerah luar Hal tersebut membuat aktivitas di Kota Semarang menjadi padat dan pertumbuhan penduduk juga semakin padat. Antusias dari masyarakat terhadap kehidupan perkotaan membuat masyarakat dari luar melakukan urbanisasi secara besar-besaran. Seperti pada Gambar 1.1 terlihat jumlah penduduk di Kota Semarang cenderung naik secara signifikan sampai puncaknya pada tahun 2020 mencapai 1.814.110 jiwa. Tentunya naiknya jumlah penduduk ini membuat kebutuhan akan tempat tinggal di Kota Semarang semakin besar, ditambah lagi dengan pembangunan berbagai sarana prasarana untuk kebutuhan penduduk di dalamnya.

Kondisi demografi suatu wilayah tidak lepas dari jumlah penduduknya, dan jumlah penduduk akan berbanding lurus dengan jumlah permukiman penduduk sebagai tempat tinggal. Jumlah penduduk yang semakin tinggi dapat menyebabkan kualitas permukiman menjadi kurang baik, dengan kualitas tersebut menyebabkan kawasan permukiman kumuh di Kota Semarang. Salah satu bukti dari berkembangnya daerah kumuh yaitu sebagaimana dilansir dari Kompasiana (2021) perkembangan Kota Semarang yang semakin pesat menimbulkan masalah, yaitu pemukiman kumuh yang ada di Kota Semarang. Pemukiman kumuh ini muncul disebabkan karena beberapa faktor. Seperti harga tanah yang tinggi di daerah Semarang dan penduduk tidak mampu untuk membeli tanah tersebut. Selain itu, semakin terbatasnya wilayah yang layak untuk dijadikan permukiman. Pemukiman kumuh di Kota Semarang menyebar pada beberapa kelurahan. Beberapa wilayah tersebut ada di Kecamatan Semarang Utara dan Semarang Timur. Daerah kawasan kumuh merupakan salah satu masalah dari berkembangnya Kota Semarang. Salah satu contoh lain adalah suhu di Kota Semarang sangat panas, selain dari wilayahnya yang berada di dekat laut juga ditambah bangunan serta kendaraan yang sangat banyak memberikan efek kepada suhu yang ada di Kota Semarang tersebut. Dilansir dari Bisnis.com (2021) Walikota Semarang mengatakan bahwa sebenarnya 44,2 persen wilayah Kota Semarang merupakan lahan hijau. Namun memang tantangannya yang ada di wilayah padat pemukiman. Pada Gambar 1.2 terlihat kondisi perubahan Kota Semarang mulai dari tahun 2000, 2010 dan 2020.



**Gambar 1.2.** Kondisi Kota Semarang Tahun 2000, 2010 dan 2020

[1] Citra Semarang tahun 2000 [2] Citra Semarang Tahun 2010 [3] Citra Semarang Tahun 2020 [4] Perbandingan Semarang Tahun 2000, 2010 dan 2020

**Tabel 1.1.** Jumlah Penduduk Menurut Kecamatan Di Kota Semarang Tahun 2020

<b>Kecamatan</b>	<b>Penduduk</b>
Mijen	76.037
Gunungpati	118.760
Banyumanik	164.953
Gajah Mungkur	60.679
Semarang Selatan	70.522
Candisari	76.857
Tembalang	209.504
Pedurungan	214.689
Genuk	119.010
Gayamsari	83.036
Semarang Timur	75.762
Semarang Utara	119.647
Semarang Tengah	61.102
Semarang Barat	165.048
Tugu	33.333
Ngaliyan	165.171
<b>Kota Semarang</b>	<b>1.814.110</b>

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2021

Perkembangan perkotaan di Semarang yang cenderung meluas akan mengarah terhadap lingkungan yaitu dengan penurunan daya dukung lingkungan. Kondisi berkembangnya kota ini menyangkut berbagai aspek yang ada di dalam kota tersebut seperti perubahan fisik kota, sosial (dari sektor primer ke sekunder), perubahan fungsi kota, perubahan spasial, perubahan demografis (dari kepadatan penduduk rendah ke tinggi). Terlihat dari Tabel 1.1 diatas menunjukkan bahwa kondisi jumlah penduduk di Kota Semarang sangat pesat dan salah satunya di Kecamatan Pedurungan. Beberapa contoh kecamatan di Kota Semarang tumbuh permukiman padat penduduk sehingga kondisi lahan hijau bisa terlihat sangat minim. Terus bertambahnya penduduk akan memicu para pengembang atau *developer* untuk melakukan perubahan lahan menjadi permukiman secara besar-besaran, pemerintah juga perlu mengembangkan sarana prasarana dalam membantu perekonomian di perkotaan seperti pembangunan gedung perkantoran dan pertokoan, sehingga mempengaruhi kondisi dari alam baik itu udara, air, suhu dan juga lahan hijau (Handayani et al., 2017).

Maka sangat penting untuk memperhatikan kondisi kekritisian lingkungan dengan kawasan terbangun di Kota Semarang untuk mencapai tujuan pembangunan yang berkelanjutan. Studi mengenai kekritisian lingkungan menggunakan transformasi ECI (*Environmental Criticality Index*) telah banyak dilakukan dengan melakukan perbandingan dari suhu permukaan dengan indeks vegetasi. EBBI (*Enhance Built-up and Bareness Index*) digunakan untuk memetakan kawasan terbangun pada penelitian ini, karena pada pemetaan kawasan terbangun seperti NDBI terdapat kesulitan dalam membedakan kawasan terbangun dengan lahan kosong, keduanya sering disamaratakan sehingga hasilnya kurang maksimal, namun masalah tersebut dapat diatasi dengan menggunakan EBBI (Prakoso et al., 2018). Untuk mendapatkan indeks kekritisian lingkungan dan indeks kawasan terbangun ini maka dilakukan analisis menggunakan data penginderaan jauh berupa citra satelit, sehingga dapat mempermudah dalam melakukan kajian di lokasi penelitian. Data citra ini diolah berdasarkan algoritma yang telah dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Uraian diatas menjadi dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “**Hubungan Perkembangan Kawasan Terbangun Terhadap Kekritisian Lingkungan Menggunakan Citra Landsat Di Kota Semarang**”. Diharapkan pada penelitian ini bisa memberikan informasi dalam melakukan kajian lebih lanjut dalam kekritisian lingkungan dengan kawasan terbangun kota.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perubahan kawasan terbangun di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020?
2. Bagaimana perubahan indeks kekritisian lingkungan di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020?
3. Bagaimana hubungan antara perubahan kawasan terbangun dengan indeks kekritisian lingkungan di Kota Semarang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis perubahan kawasan terbangun di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020.
2. Menganalisis perubahan indeks kekritisian lingkungan di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020.
3. Menganalisis hubungan antara perubahan kawasan terbangun dengan indeks kekritisian lingkungan di Kota Semarang.

## **1.4 Kegunaan Penelitian**

Kegunaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini digunakan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana Geografi di Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Hasil penelitian ini bisa digunakan untuk bahan referensi pada penelitian atau kajian selanjutnya terutama yang terkait perkembangan kawasan terbangun kekritisian lingkungan di Kota Semarang.
3. Menjadi bahan masukan bagi pemerintah dalam perencanaan kota dan dalam merencanakan pembangunan wilayah.

## **1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya**

### **1.5.1 Telaah Pustaka**

#### **1.5.1.1 Kawasan Terbangun**

Kawasan terbangun sendiri sering ditemui pada daerah pedesaan dan juga perkotaan. Pada umumnya objek yang tampak di daerah pedesaan masih berupa permukiman dengan vegetasi yang mendominasi sedangkan untuk daerah perkotaan sering dijumpai objek yang tampak berupa gedung bertingkat dan daerah perumahan. Terdapat juga kawasan terbangun lain berupa bangunan kantor pemerintahan, fasilitas kesehatan serta jalan, namun lahan parkir tidak termasuk ke dalamnya (aspal maupun paving) dan bangunan bersifat tidak permanen seperti gazebo (As-syakur et al., 2012). Proses ekspansi kawasan terbangun tanpa adanya kontrol dapat mengakibatkan terjadinya fungsi ekologis lahan yang hilang dan hal tersebut akan berdampak terhadap berbagai permasalahan lingkungan. Dengan melakukan *monitoring* dan memprediksi perkembangan kawasan terbangun akan dapat membantu dalam mencegah dampak yang ditimbulkan dari berkembangnya kawasan terbangun, sehingga didapatkan sebuah solusi sebelum hal tersebut terjadi (Prianggoro et al., 2015). Jumlah bangunan yang meningkat dipicu oleh banyaknya pengadu nasib yang datang ke kota besar untuk mencari kehidupan yang lebih layak, namun hal tersebut tidak diiringi oleh kualitas pendidikan serta keterampilan yang menyebabkan mereka tidak memiliki tempat tinggal dan akhirnya membangun tempat tinggal secara sembarangan dengan bahan yang kurang layak. Padahal kondisi pada kawasan tersebut tidak layak untuk dihuni dengan keadaan lingkungan yang kurang baik. Tindakan tersebut mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan (Rofiana, 2015). Perlunya evaluasi terhadap kawasan terbangun di Kota Semarang dengan menggunakan data RTRW, kebutuhan akan data ini diperlukan untuk melihat kesesuaian dari kondisi lokasi apakah telah disesuaikan dengan peraturan yang telah dibuat oleh pemerintah. Penyusunan RTRW oleh pemerintah memiliki fungsi sebagai perangkat untuk mengendalikan pembangunan dan untuk evaluasi penggunaan lahan dan kedepannya dapat mengakomodir potensi serta mengatasi masalah yang terjadi. Pada RTRW ada arahan mengenai lahan yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada kota. Pemenuhan RTH masih bersifat umum maka dari itu perlu adanya penambahan luasan RTH yang lebih baik yang memberi gambaran program dari kebutuhan pembangunan penambahan lokasi dan luasan RTH agar

dapat terpenuhi target luas RTH sebanyak 30% dari luas total wilayah (Ruslisan et al., 2015).

Dalam pemetaan kawasan terbangun dapat digunakan beberapa indeks seperti NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*) dan UI (*Urban Index*), kedua indeks tersebut dapat melakukan monitoring dari perubahan penggunaan lahan terutama kawasan terbangun di suatu wilayah. Namun masih terdapat kekurangan dengan menggunakan indeks tersebut seperti kendala dalam membedakan antara kawasan terbangun dengan lahan kosong, sebab keduanya tidak sama dan tidak bisa dijadikan satu. Maka dari itu terdapat indeks baru untuk mendeteksi kawasan terbangun dan lahan kosong secara terpisah yaitu dengan menggunakan EBBI (*Enhanced Built-up and Bareness Index*). EBBI bisa diperuntukkan memetakan dan khususnya melihat perbedaan antara kawasan terbangun dengan lahan kosong. Panjang gelombang pada EBBI yaitu 0,83  $\mu\text{m}$ , 1,65  $\mu\text{m}$ , dan 11,45  $\mu\text{m}$  (NIR, SWIR, dan TIR) diambil dari citra Landsat 8 OLI/TIRS. Pemilihan panjang gelombang didasarkan oleh rentang pantulan kontras serta serapan pada kawasan terbangun dan lahan kosong (As-syakur et al., 2012).

### **1.5.1.2 Perkembangan Kawasan Perkotaan**

Kota adalah hasil wujud, rasa, niat, dan karya manusia yang sangat kompleks selama peradaban. Kota dapat dikatakan sebagai kawasan padat dan ditempati oleh orang-orang yang beragam (Handayani et al., 2017). Kota sebagai batas fisik atau teritorial dan sebagai kualitas kehidupan di dalamnya (Kartono, 2010). Menurut (Bardo & Hartman, 1982) terdapat 3 ciri dari kondisi perkotaan (urbanisme) yaitu struktur kota, gaya hidup perkotaan dan organisasi sosial. Dari penjelasan mengenai kota ini dapat digunakan untuk melakukan perencanaan kota dan memantau perubahan dari kota tersebut. Umumnya kota-kota di Indonesia berkembang berdasarkan pola pertumbuhan yang beragam. Perkembangan kota ini akan mempengaruhi kondisi sosial, ekonomi, kependudukan dan aktivitas masyarakat di dalamnya. Kota dapat menarik penduduk dari daerah lain untuk masuk ke dalam kota tersebut, karena dianggap dapat menyediakan kebutuhan-kebutuhan seperti lapangan pekerjaan bagi penduduknya. ada aspek sosial, wilayah perkotaan yang bertumbuh serta mengalami perkembangan juga menyebabkan berkembangnya keberagaman (Gee, 1995).

### **1.5.1.3 Rencana Tata Ruang Wilayah**

Berdasarkan Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 mengenai Penataan Ruang, ruang merupakan tempat yang mencakup ruang darat, ruang laut dan ruang udara, serta ruang yang berada di dalam bumi menjadi satu kesatuan wilayah, sebagai tempat manusia serta makhluk hidup lain, berkegiatan serta melakukan pemeliharaan dalam kelangsungan hidupnya. Perencanaan tata ruang merupakan proses dalam melakukan penentuan struktur ruang serta pola ruang dengan meliputi kegiatan menyusun dan menetapkan rencana tata ruang. Tata ruang merupakan wujud dari struktur ruang dan pola ruang. Struktur ruang merupakan hasil dari penyusunan pusat permukiman dan sarana prasarana yang digunakan untuk mendukung kegiatan sosial dari ekonomi masyarakat yang memiliki hubungan fungsional. Pola ruang merupakan distribusi dari ruang pada suatu wilayah yang mencakup ruang untuk kawasan lindung dan peruntukan ruang untuk kawasan budidaya. Penataan ruang merupakan sebuah proses sistematis dalam merencanakan tata ruang, pemanfaatan ruang serta pengendalian dalam pemanfaatan ruang tersebut (Panjaitan et al., 2019).

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Semarang No. 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011-2031 menyebutkan bahwa Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang yang selanjutnya disingkat RTRW Kota Semarang adalah rencana tata ruang yang sifatnya umum dari wilayah kota, yang memiliki isi tujuan, kebijakan, strategi dalam penataan ruang wilayah kota, penetapan kawasan strategis kabupaten, arahan pemanfaatan ruang wilayah kota, dan ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kota.

### **1.5.1.4 Kekritisian Lingkungan**

Pertumbuhan penduduk memicu peningkatan lahan terbangun dan penurunan lahan terbuka hijau sehingga mengakibatkan fungsi lahan juga berubah. Lahan yang berubah ini akan memberikan dampak terhadap tata lingkungan berupa kualitas lingkungan yang menurun, kemerosotan lingkungan atau kerusakan lingkungan serta sumber daya alam menjadi hilang dan berubahnya tata guna lahan jika terjadi ketidak teraturan pembangunan. Penggunaan lahan yang melewati kemampuan suatu lahan sangat berpotensi memicu degradasi lahan, jika keadaan ini tidak dihentikan akan memicu kritisnya lingkungan (Barus et al., 2011). Akibat dari lahan kritis, memberikan efek penurunan fungsi-fungsi tanah, serta mengganggu kehidupan sosial ekonomi masyarakat (Kubangun et al., 2014).

Lingkungan hidup dikatakan sebagai praktik kehidupan dimana terjadi campur tangan manusia terhadap susunan ekosistem (Soerjani & Dkk, 1987).

Menurut UU No. 23 Tahun 1997 “Lingkungan hidup yang tercemar adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya menurun hingga batas tertentu yang memicu tidak berfungsinya lingkungan hidup sesuai dengan peruntukannya”.

#### **1.5.1.5 Penginderaan Jauh**

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni yang digunakan dalam mendapatkan informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena dengan melakukan analisis data yang diambil dari alat dengan kontak tidak langsung terhadap objek, daerah maupun fenomena tersebut (Lillesand & Kiefer, 1979). Sementara menurut (Curran, 1985) penginderaan jauh merupakan perekaman gambar lingkungan bumi yang menggunakan suatu sensor radiasi elektromagnetik dapat diinterpretasi sehingga didapatkan hasil yang berguna. Sehingga penginderaan jauh dapat didefinisikan sebagai penangkapan atau perekaman suatu objek di bumi dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung untuk mendapatkan suatu informasi dari objek tersebut.

Dengan menggunakan penginderaan jauh dapat mempermudah pengerjaan untuk mendapatkan informasi di muka bumi, selain itu dapat mengurangi biaya dalam pelaksanaannya, jumlah data yang dapat diambil dalam satu kali perekaman sangat banyak, karakteristik objek yang tidak tertangkap dapat diwujudkan dengan objek nya dengan citra. Dalam sistem penginderaan jauh terdapat empat macam citra yang digunakan untuk praktik pengolahan citra, macam-macam resolusi tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

##### **A. Resolusi spasial**

Resolusi spasial merupakan ukuran paling kecil dari suatu objek yang dapat ditemukan sistem dalam penginderaan jauh. Resolusi spasial menjadi luasan daerah pada permukaan bumi yang digambarkan oleh data sensor dengan satuan paling kecil (piksel). Jika satu piksel menggambarkan daerah yang luasnya lebih besar pada permukaan bumi maka resolusi yang dimiliki sensor lebih rendah dan begitu pula sebaliknya.

##### **B. Resolusi spektral**

Resolusi spektral merupakan jarak dari spektrum elektromagnetik yang dimanfaatkan sebagai perangkat penginderaan jauh. Resolusi ini digunakan dalam membedakan informasi objek dari nilai pantulan atau nilai pancaran spektralnya. Suatu sensor dengan ukuran *band* yang lebih kecil dibandingkan sensor lain maka sensor tersebut dikatakan memiliki resolusi spektral yang lebih tinggi.

#### C. Resolusi radiometrik

Resolusi radiometrik merupakan kemampuan suatu sensor untuk mencatat respons spektral suatu objek. Resolusi ini terkait sistem bit dari sensor, dimana nilai bit ini akan mempengaruhi besarnya keabuan dari rona suatu citra. Semakin besar bit dari suatu sensor maka dapat dikatakan sensor tersebut memiliki resolusi radiometrik yang tinggi.

#### D. Resolusi temporal

Resolusi temporal merupakan kemampuan dalam perekaman citra untuk melakukan perekaman suatu wilayah atau tempat yang sama, resolusi ini berhubungan dengan interval dari citra dengan lokasi yang sama. Resolusi temporal ini biasa digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan ataupun sebagai monitoring perubahan citra di lokasi yang sama.

Salah satu manfaat dari penginderaan jauh yaitu dapat mengkaji perkembangan kawasan terbangun dan kekritisian lingkungan. Seperti pada penelitian ini dalam mendeteksi kawasan terbangun dengan berbagai algoritma seperti NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*), UI (*Urban Index*) sampai dengan EBBI. Dalam deteksi lahan terbangun tersebut juga disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing sesuai dengan transformasi yang ada serta kelebihan dan kekurangan dari setiap transformasi. Untuk mendapatkan hasil kekritisian lingkungan juga dapat menggunakan algoritma seperti ECI. Semakin berkembangnya teknologi penginderaan jauh untuk mendeteksi suatu wilayah sesuai kebutuhannya ini memberi kemudahan dalam analisis suatu wilayah. Manfaat dari penginderaan jauh sendiri dapat melihat bagaimana suatu wilayah kajian yang luas seperti kota dan dapat melihat kondisi perubahan dari tahun ke tahun.

#### **1.5.1.6 Citra Landsat**

Citra landsat adalah satelit yang paling tua di bumi, diluncurkan tahun 1972 oleh Amerika Serikat. Pada awalnya dibuat satelit-satelit seperti Landsat 1, 2 dan 3

dengan sensor MSS multi spektral dan menjadi bahan uji coba penelitian. Setelah itu kembali dilakukan peluncuran satelit generasi kedua yaitu Landsat 4 dan 5 yang merupakan landsat semi operasional yang dimaksudkan untuk kepentingan penelitian dan pengembangan. Agar lebih sempurna maka diluncurkan satelit Landsat 7 dan 8. Citra landsat 7 adalah citra yang memiliki ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) serta pemindai yang digunakan dalam pemotretan foto udara. Peluncuran Landsat 7 pada april 1999. Manfaat dari citra satelit Landsat 7 adalah untuk melakukan pemetaan penggunaan lahan, geologi, serta memetakan suhu permukaan laut.

Peluncuran Landsat 8 yaitu tanggal 11 februari 2013 merupakan lanjutan dari Landsat 7. Landsat 8 memiliki beberapa penyempurnaan dan tambahan dari Landsat 7 yaitu penambahan *band*, perentangan spektral gelombang elektromagnetik terkecil yang dapat dideteksi sensor dan nilai bit atau rentang *digital number* pada setiap piksel citra. Landsat 8 digunakan dalam memantau kondisi permukaan bumi, mengetahui serta menjadi pengelola sumber daya yang diperlukan dalam menjaga kelestarian manusia seperti hutan, pemantauan perubahan lingkungan serta dampaknya, dan lain sebagainya. Mempunyai satelit pemantauan bumi dengan dua sensor yaitu sensor *Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*. Sensor tersebut terdapat resolusi spasial 30 meter (*visible, NIR, SWIR*), 100 meter (*thermal*) dan 15 meter (pankromatik). Berikut ini spesifikasi saluran Citra Landsat 7 ETM+ dan 8 OLI/TIRS pada Tabel 1.2 serta Tabel 1.3. Selain itu terdapat saluran dan kegunaannya pada Tabel 1.4 dan 1.5.

**Tabel 1.2.** Spesifikasi Saluran Pada Citra Landsat 7 ETM+

Saluran	Landsat 7 ETM+	
	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi (Meter)
Band 1 Blue	0,45 – 0,52	30
Band 2 Green	0,52 – 0,60	30
Band 3 Red	0,63 – 0,69	30
Band 4 NIR	0,77 – 0,90	30
Band 5 SWIR 1	1,55 – 1,75	30
Band 6 TIR	10,40 – 12,50	30 / 60
Band 7 SWIR 2	2,09 – 2,35	30
Band 8 Pankromatik	0,52 – 0,90	15

Sumber: USGS, 2019

**Tabel 1.3.** Spesifikasi Saluran Pada Citra Landsat 8 OLI/TIRS

Saluran	Landsat 8 OLI/TIRS	
	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Resolusi (Meter)
Band 1 Coastal / Aerosol	0,435 – 0,451	30
Band 2 Blue	0,452 – 0,512	30
Band 3 Green	0,533 – 0,590	30
Band 4 Red	0,636 – 0,673	30
Band 5 NIR	0,851 – 0,879	30
Band 6 SWIR-1	1,566 – 1,651	30
Band 7 SWIR-2	2,107 – 2,294	30
Band 8 Pankromatik	0,503 – 0,676	15
Band 9 Cirrus	1,363 – 1,384	30
Band 10 TIRS-1	10,60 – 11,19	100
Band 11 TIRS-2	11,50 – 12,51	100

Sumber: USGS, 2019

**Tabel 1.4.** Saluran Pada Citra Landsat 7 ETM+ dan Kegunaannya

Saluran	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Kegunaan
Band 1 Blue	0,45 – 0,52	Memetakan batimetri, membedakan tanah antara vegetasi gugur dan vegetasi konifer
Band 2 Green	0,52 – 0,60	Menekankan vegetasi puncak, berfungsi sebagai penilai kekuatan tanaman
Band 3 Red	0,63 – 0,69	Membedakan lereng vegetasi
Band 4 NIR	0,77 – 0,90	Membedakan biomassa dan garis pantai
Band 5 NIR	1,55 – 1,75	Membedakan ukuran air tanah dan vegetasi, menembus awan tipis
Band 6 SWIR-1	10,40 – 12,50	Memetakan termal memperkirakan kelembaban tanah
Band 7 SWIR-2	2,09 – 2,35	Mendeteksi endapan mineral
Band 8 Pankromatik	0,52 – 0,90	Resolusi 15 meter, menajamkan gambar

Sumber: USGS, 2019

**Tabel 1.5.** Saluran Pada Citra Landsat 8 OLI/TIRS dan Kegunaannya

Saluran	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Kegunaan
Band 1 Coastal/Aerosol	0,435 – 0,451	Mempelajari tentang pesisir dan aerosol
Band 2 Blue	0,452 – 0,512	Memetakan batas, membedakan tanah antara vegetasi konifer dan gugur
Band 3 Green	0,533 – 0,590	Menekankan puncak vegetasi, yang berguna untuk menilai tumbuh tanaman
Band 4 Red	0,636 – 0,673	Membedakan kerapatan vegetasi
Band 5 NIR	0,851 – 0,879	Membedakan garis pantai
Band 6 SWIR-1	1,566 – 1,651	Membedakan ukuran air tanah dan tumbuh-tumbuhan, menembus awan tipis
Band 7 SWIR-2	2,107 – 2,294	Meningkatkan kadar air tanah dan vegetasi dan penetrasi sedikit awan
Band 8 Pankromatik	0,503 – 0,676	Resolusi 15 meter, menajamkan gambar
Band 9 Cirrus	1,363 – 1,384	Mendeteksi perubahan awan cirrus
Band 10 TIRS-1	10,60 – 11,19	Memperkirakan panas dan kelembaban tanah
Band 11 TIRS-2	11,50 – 12,51	Memetakan kelembaban tanah.

Sumber: USGS, 2019

### 1.5.1.7 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis merupakan suatu perangkat dengan kemampuan dalam penanganan data dengan referensi geografi seperti memasukkan data, mengatur data (menyimpan serta memanggil kembali), manipulasi dan analisis suatu data, serta keluaran dari hasil akhir. Hasil tersebut digunakan dalam mengambil keputusan yang memiliki hubungan dengan geografi (Aronoff, 1989). Menurut (Eddy Prahasta, 2005) sistem informasi geografis merupakan perangkat dari komputer dalam pengumpulan, melakukan pemeriksaan, integrasi serta analisis informasi-informasi yang terkait dengan permukaan bumi. Sehingga sistem informasi geografis dapat dikatakan sebagai perangkat dari komputer yang difungsikan untuk menangani suatu data yang bereferensi geografis sehingga mendapatkan informasi yang digunakan untuk pengambilan keputusan.

Struktur data spasial dibedakan menjadi dua yaitu model data raster serta data vektor. Data raster merupakan data yang dilakukan penyimpanan berupa kotak segi empat/*grid* sehingga memiliki keteraturan pada ruang tertentu. Data vektor adalah data yang disimpan dengan model koordinat titik yang dapat menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial berupa titik, garis atau area (*Polygon*) (Barus & Wiradisastra, 2000).

### **1.5.2 Penelitian Sebelumnya**

Penelitian berikut ini merupakan penelitian terkait fenomena kekritisian lingkungan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan berfungsi sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Berikut ini merupakan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu sebagai berikut.

Penelitian dari Senanayake et al (2013) dengan judul “Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi secara spasial formasi UHI di Kota Kolombo, mengidentifikasi hubungan antara tutupan vegetasi dan distribusi LST, mengembangkan Indeks Kekritisian Lingkungan berdasarkan LST dan ketersediaan vegetasi. Data yang digunakan merupakan data citra Landsat 7 ETM+ tahun 2000-2002. Metode pada penelitian ini menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI dan UHI serta metode deduktif kuantitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi kekritisian lingkungan dengan distribusi LST dan ketersediaan tutupan vegetasi. Hasil dari penelitian ini yaitu pada pelabuhan Kolombo dan sekitarnya di bagian barat dari Laut Kota Kolombo memiliki kekritisian paling tinggi. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah kota dan tahunnya, citra yang digunakan, dan penelitian ini menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan urban heat island namun untuk penelitian yang akan saya lakukan adalah menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan kondisi lahan terbangun.

Penelitian dari Bandi Sasmito dan Andi Suprayogi (2016) dengan judul “Model Kekritisian Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island Di Kota Semarang”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendeteksi terjadinya fenomena kekritisian lingkungan akibat UHI dengan menganalisis suhu permukaan dan sebaran vegetasi di wilayah studi. Data yang digunakan merupakan data citra

Landsat 8 tahun 2013-2016. Metode pada penelitian ini menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI dan UHI. Hasil dari penelitian ini yaitu terjadi peningkatan suhu permukaan dan setiap tahunnya suhu tinggi semakin meningkat. Kekritisan lingkungan akibat UHI terlihat berada di pusat kota, yaitu daerah utara Kota Semarang. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah menggunakan lokasi yang sama yaitu Kota Semarang, algoritma yang digunakan adalah LST, NDVI, ECI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah tahun penelitian dan penelitian ini menghubungkan antara kekritisan lingkungan dengan urban heat island namun untuk penelitian yang akan saya lakukan adalah menghubungkan antara kekritisan lingkungan dengan kondisi lahan terbangun.

Penelitian dari Helen Cynthia Aprilia (2020) dengan judul “Analisis Kekritisan Lingkungan Akibat Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Algoritma Eci (Environmental Criticality Index) Di Kota Surakarta Dan Sekitarnya”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk Mengetahui perubahan suhu permukaan dan kerapatan vegetasi Kota Surakarta Tahun 1999, 2013 dan 2019, mengetahui tingkat kekritisan lingkungan Kota Surakarta dan kaitannya terhadap Urban Heat Island, mengetahui hubungan antara suhu permukaan dan kerapatan vegetasi terhadap kekritisan lingkungan. Data yang digunakan merupakan data citra Landsat tahun 2013 dan 2019. Metode pada penelitian ini menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI dan UHI serta metode analisis deskriptif komparatif spasial dan regresi linear sederhana. Hasil dari penelitian ini menunjukkan wilayah ECI di tahun 2013 dominan di Pusat Kota, saat Tahun 2019 terjadi perluasan sampai wilayah luar sekitar Kota Surakarta. Perbedaan Urban-Rural juga menjadi gambaran bahwa ECI tingginya berada di kawasan perkotaan dan terjadi penurunan saat menuju wilayah desa. Hal tersebut disebabkan oleh tekanan dari meningkatnya jumlah penduduk. Setiap variabel memiliki hubungan yang kuat satu sama lain serta saling berpengaruh. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah kota dan tahunnya, citra yang digunakan, dan penelitian ini menghubungkan antara kekritisan lingkungan dengan urban heat island namun untuk penelitian yang akan saya lakukan adalah menghubungkan antara kekritisan lingkungan dengan kondisi lahan terbangun.

Penelitian dari M. Najib Arung (2020) dengan judul “Analisis Indeks Kekritisan Lingkungan Dengan Permukiman Kumuh di Kota Yogyakarta dan

Sekitarnya Secara Multi Temporal”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi perubahan nilai indeks kekritisian lingkungan berdasarkan suhu permukiman di Kota Yogyakarta dan sekitarnya tahun 2014 dan 2019, mengidentifikasi hubungan indeks kekritisian lingkungan dengan persebaran permukiman kumuh di Kota Yogyakarta. Data yang digunakan merupakan data citra Landsat 8 tahun 2014 dan 2019. Metode pada penelitian ini menggunakan algoritma LST, NDVI dan ECI serta analisis overlay dan regresi linear sederhana untuk mengetahui hubungan dari variabel penelitian. Hasil dari penelitian ini yaitu kondisi kekritisian lingkungan pada Kota Yogyakarta dan Sekitarnya mengalami peningkatan yang terlihat di tahun 2014 dan 2019. Daerah dengan lingkungan kritis terjadi peningkatan dari 40% menjadi 42%. Tersebar nya indeks kekritisian lingkungan mengikuti tumbuhnya Kota Yogyakarta. Dampak pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan berada di bagian utara dibanding bagian selatan. Rasio antara permukiman kumuh terhadap lingkungan kritis yaitu sebesar 97%. Hasil dari regresi linear sederhana dilihat hubungan antar variabel tergolong erat dengan kondisi ECI dengan tingkatan 57 – 59 % oleh keberadaan permukiman kumuh. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah kota dan tahunnya, citra yang digunakan, dan penelitian ini menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan permukiman kumuh namun untuk penelitian yang akan saya lakukan adalah menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan kondisi lahan terbangun.

Penelitian dari Feri Fadlin, Nia Kurniadin, F.V. Astrolabe Sian Prasetya (2020) dengan judul “Analisis Indeks Kekritisian Lingkungan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli/Tirs”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis secara spasial dan temporal indikator indikator kekritisian lingkungan serta indeks kekritisian lingkungan (ECI) menggunakan citra landsat 8 OLI/TIRS di Kota Makassar. Data yang digunakan merupakan data citra Landsat 8 tahun 2013-2018. Metode pada penelitian ini menggunakan algoritma LST, NDVI, NDBI, NDWI, ECI. Hasil dari penelitian ini yaitu terlihat bahwa 46,69% daerah Kota Makassar berada dalam kategori tidak kritis, 51,55% berada di kategori kritis dan 1,76% berada di kelas sangat kritis. Wilayah dengan kategori sangat kritis tersebar di Jalan Tamalate, wilayah Jalan Maccini Raya, Jalan Teuku Umar 11, Jalan Tinumbu Jalan Abdul Rahman Hakim, Jalan Manuruki, dan sekitar jalan Tol Reformasi. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan

adalah menggunakan algoritma LST, NDVI, ECI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah kota dan tahunnya, algoritma NDWI dan NDBI, citra yang digunakan, dan penelitian ini menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan lahan terbangun menggunakan algoritma NDBI namun untuk penelitian yang akan saya lakukan adalah menghubungkan antara kekritisian lingkungan dengan kondisi lahan terbangun menggunakan algoritma EBBI.

**Tabel 1.6.** Ringkasan Penelitian Sebelumnya

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
Senanayake et al (2013)	Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data	Mengidentifikasi secara spasial formasi UHI di Kota Kolombo. Mengidentifikasi hubungan antara tutupan vegetasi dan distribusi LST Mengembangkan Indeks Kekritisian Lingkungan berdasarkan LST dan ketersediaan vegetasi	Deduktif kuantitatif, LST, NDVI, ECI, UHI	Peta Kerapatan Vegetasi Kota Kolombo, Peta Suhu Permukaan Kota Kolombo, Peta Kekritisian Lingkungan Kota Kolombo.
Bandi Sasmito dan Andi Suprayogi (2016)	Model Kekritisian Indeks Lingkungan Dengan Algoritma Urban Heat Island Di Kota Semarang	Mendeteksi terjadinya fenomena kekritisian lingkungan akibat UHI dengan menganalisis suhu permukaan dan sebaran vegetasi di wilayah studi.	LST, NDVI, UHI, ECI	Peta Indeks Kekritisian Lingkungan (ECI) Kota Semarang, Peta Urban Heat Island Kota Semarang.
Helen Cynthia Aprilia (2020)	Analisis Kekritisian Lingkungan Akibat Fenomena Urban Heat Island Menggunakan Algoritma Eci (Environmental Criticality Index) Di Kota Surakarta Dan Sekitarnya	Mengetahui perubahan suhu permukaan dan kerapatan vegetasi Kota Surakarta Tahun 1999, 2013 dan 2019. Mengetahui tingkat kekritisian lingkungan Kota Surakarta dan kaitannya terhadap Urban Heat Island. Mengetahui hubungan antara suhu permukaan dan kerapatan vegetasi terhadap kekritisian lingkungan.	LST, NDVI, ECI, UHI, Deskriptif Komparatif Spasial, Regresi Linear Sederhana	Peta Spasial Temporal Suhu Permukaan, Peta Kerapatan Vegetasi, Peta Kekritisian Lingkungan, Grafik Korelasi NDVI dan LST.

Lanjutan Tabel 1.6.

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
M. Najib Arung (2020)	Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan Dengan Permukiman Kumuh di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Secara Multi Temporal	Mengidentifikasi perubahan nilai indeks kekritisn lingkungan berdasarkan suhu permukiman di Kota Yogyakarta dan sekitarnya tahun 2014 dan 2019. Mengidentifikasi hubungan indeks kekritisn lingkungan dengan persebaran permukiman kumuh di Kota Yogyakarta.	NDVI, LST, ECI, analisis overlay, regresi linear sederhana	Peta Indeks Kekritisn Lingkungan Di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 2014 dan 2019, Hubungan Indeks Kekritisn Lingkungan Dengan Persebaran Permukiman Kumuh.
Feri Fadlin, Nia Kurniadin, F.V. Astrolabe Sian Prasetya (2020)	Analisis Indeks Kekritisn Lingkungan Di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli/Tirs	Menganalisis secara spasial dan temporal indikator indikator kekritisn lingkungan serta indeks kekritisn lingkungan (ECI) menggunakan citra landsat 8 OLI/TIRS di Kota Makassar.	LST, NDVI, NDBI, NDWI, ECI	Peta LST Kota Makassar Tahun 2013-2018, Peta Sebaran spasial Indeks Kawasan Terbangun (NDBI) Kota Makassar tahun 2013 – 2018, Grafik Tren perubahan luasan kelas kerapatan kawasan terbangun NDBI (Ha) Kota Makassar Tahun 2013 -2018, Peta Sebaran spasial dan temporal NDWI Kota Makassar Tahun 2013 – 2018, Peta Sebaran Indeks Kekritisn Lingkungan Kota Makassar

Lanjutan Tabel 1.6.

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
Muhammad Irvan Aditiya (2022)	Hubungan Perkembangan Kawasan Terbangun Terhadap Kekritisan Lingkungan Menggunakan Citra Landsat Di Kota Semarang	Menganalisis perubahan kawasan terbangun di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020. Menganalisis perubahan indeks kekritisan lingkungan di Kota Semarang tahun 2010 dan 2020. Menganalisis hubungan antara perubahan kawasan terbangun dengan indeks kekritisan lingkungan di Kota Semarang.	EBBI, LST, NDVI, ECI	*) Peta Kawasan Terbangun dan Lahan Kosong Di Kota Semarang Tahun 2010 dan 2020, Peta Spasial Temporal Suhu Permukaan (LST) Di Kota Tahun 2010 dan 2020, Peta Kerapatan Vegetasi (NDVI) Di Kota Semarang Tahun 2010 dan 2020, Peta Kekritisan Lingkungan Di Kota Semarang Tahun 2010 dan 2020.

Keterangan: \*) Hasil yang diharapkan

Sumber: Peneliti, 2022

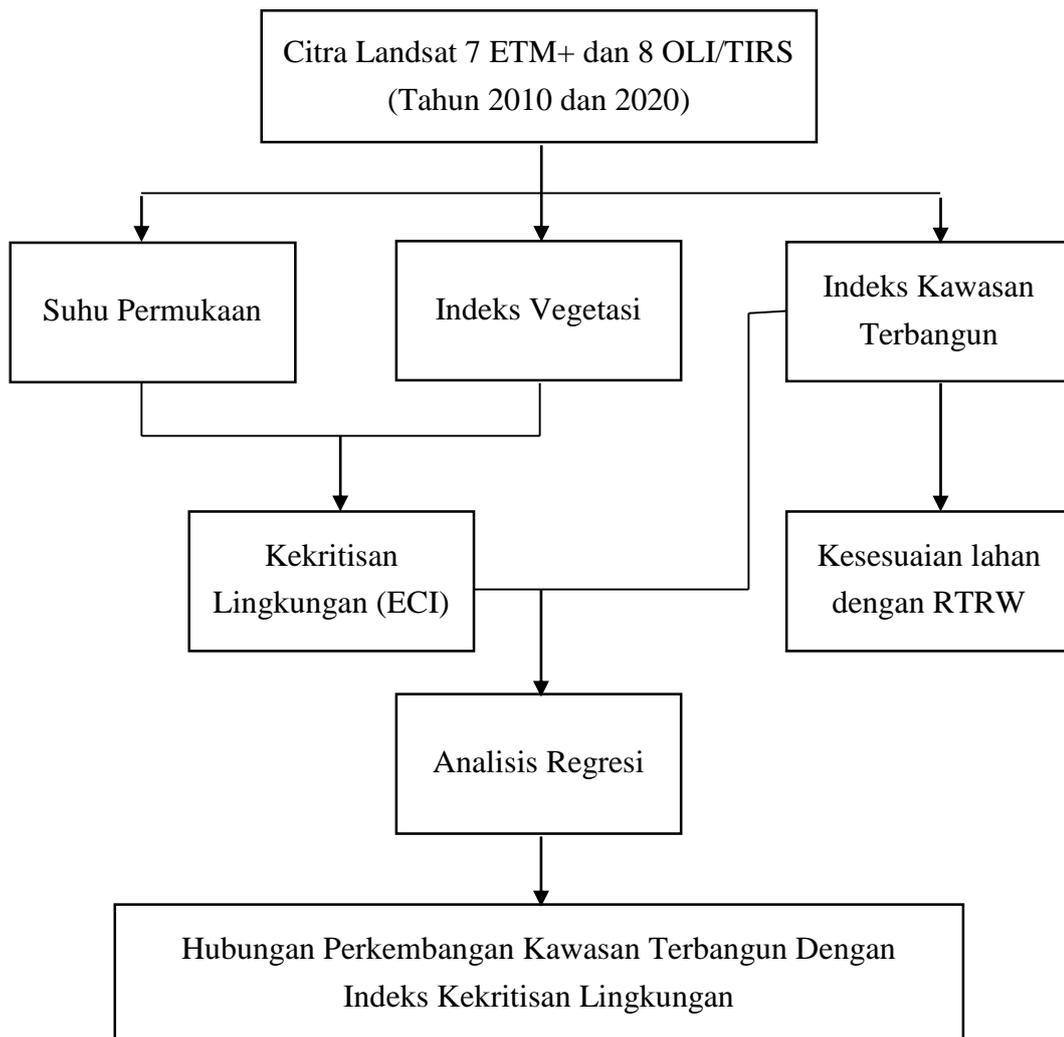
## 1.6 Kerangka Penelitian

Kota Semarang merupakan salah satu kota yang mengalami perkembangan sangat cepat, perkembangan pembangunan ini disesuaikan dengan aktivitas dan kebutuhan masyarakat. Sebagai Ibukota Provinsi Jawa Tengah dan di dukung oleh lokasi yang strategis menjadikan Kota Semarang berkembang melalui berbagai sektor, seperti sektor transportasi, sektor perdagangan, sektor industri dan sektor pendidikan. Sektor tersebut tentunya memicu daya tarik sehingga menjadi tujuan urbanisasi penduduk. Hal ini membuat perkembangan penduduk di Kota Semarang semakin meningkat setiap tahunnya. Meningkatnya pertumbuhan penduduk ini sejalan dengan meningkatnya perkembangan kawasan terbangun, sehingga kondisi tersebut memberikan dampak munculnya lingkungan yang kritis.

Untuk mengetahui kondisi kekritisian lingkungan di Kota Semarang dapat digunakan citra penginderaan jauh berdasarkan transformasi ECI (*Environmental Criticality Index*). Model transformasi untuk kekritisian lingkungan dilihat melalui perbandingan antara nilai dari suhu permukaan dengan nilai dari indeks vegetasi. Area yang memiliki nilai kekritisian tinggi karena tingginya suhu permukaan disebabkan oleh vegetasi yang rendah dan tingginya kerapatan kawasan terbangun. Biasanya tingginya kawasan terbangun ini berada di kota-kota dengan aktivitas kegiatannya tinggi seperti aktivitas rumah tangga pemerintahan, perdagangan, pendidikan dan lainnya. Hubungan antara kekritisian lingkungan dengan kawasan terbangun ini tidak dapat dipisahkan sehingga perlunya mengetahui kondisi kawasan terbangun yang dapat diperoleh dari citra penginderaan jauh menggunakan transformasi EBBI (*Enhanced Built-up and Bareness Index*). Kelebihan EBBI ini bisa membedakan antara lahan kosong dengan lahan terbangun, dimana pada algoritma sebelumnya masih kesulitan untuk membedakan kedua hal tersebut. Hasil dari EBBI ini akan didapatkan kawasan terbangun yang selanjutnya akan dihubungkan dengan peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) untuk melihat kesesuaian antara kondisi lahan terbangun dengan rencana yang telah dibuat oleh Pemerintah Kota Semarang. Jika sesuai maka perlu ditingkatkan dan diawasi dalam pelaksanaan perencanaan di Kota Semarang, namun jika belum sesuai dengan RTRW maka perlu dilakukan evaluasi dan segera diatasi sehingga tidak menimbulkan masalah yang lebih kompleks lagi kedepannya.

Dengan melihat kekritisian lahan menggunakan transformasi ECI berdasarkan parameter suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Semarang

yang diperoleh dari data penginderaan jauh. Maka akan dianalisis bagaimana perbandingan kekritisian lingkungan di Kota Semarang pada tahun 2010 dan 2020. Analisis untuk kawasan terbangun akan dilakukan juga menggunakan transformasi EBBI di Kota Semarang pada tahun 2010 dan 2020. Hasil antara kekritisian lahan dan kawasan terbangun akan diolah lagi dengan analisis regresi linear untuk melihat hubungan antara keduanya.



**Gambar 1.3.** Diagram Kerangka Penelitian

## 1.7 Batasan Operasional

- Analisis regresi linear sederhana merupakan analisis dalam melakukan pengukuran adanya pengaruh antara satu variabel prediktor (variabel bebas) dengan variabel terikat.
- Citra Landsat 8 merupakan citra satelit penginderaan jauh yang meluncur pada tanggal 11 Februari 2013 oleh NASA. Citra landsat 8 ini memiliki 11 kanal resolusi spektral.
- *Enhanced Built Up and Bareness Index* merupakan indeks yang menghasilkan citra untuk analisis kawasan terbangun dan lahan kosong.
- *Environmental Criticality Index (ECI)* merupakan indeks yang digunakan untuk mengetahui kekritisian dari suatu lingkungan.
- Kawasan bangunan merupakan lahan yang terbangun menjadi suatu bangunan seperti rumah, sekolah, hotel, kantor, dan pusat perbelanjaan. Jalan dan lapangan tidak termasuk kedalam kawasan terbangun (Prakoso et al., 2018)
- Kekritisian lingkungan adalah kondisi fenomena penurunan kualitas lingkungan akibat perubahan alam.
- *Land Surface Temperature (LST)* adalah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah (Becker & Li, 1990)
- *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* merupakan indeks vegetasi yang menggambarkan citra representatif dalam kebutuhan analisis kerapatan vegetasi (Aini & Sukojo, 2016)
- Penelitian ini menitikkan kepada sejauh mana hubungan dari kawasan terbangun terhadap kekritisian lingkungan di Kota Semarang.
- Selain berfokus pada hubungan antara kawasan terbangun terhadap kekritisian lingkungan, penelitian ini juga membahas seberapa besar perubahan variabel-variabel seperti kawasan terbangun dan kekritisian lingkungan setiap tahunnya.