

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu mengenai klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian
1.	Marco Neuert (2001)	<i>Segment-based Analysis of High Resolution Satellite and Laser Scanning Data</i>	Metode analisis yang digunakan adalah segmentasi dengan algoritma multiresolusi pada perangkat lunak eCognition.	Pada penelitian ini geodata tambahan yang digunakan untuk segmentasi yang lebih baik.
2	Virgus Arisondang, Bambang Sudarsono, Yudo Prasetyo (2015)	Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi (Studi Kasus Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)	Analisis akurasi pemetaan dilakukan dengan matriks kesalahan (<i>confusion matrix</i>), yang membandingkan hasil segmentasi terhadap data referensi dengan memperhatikan beberapa parameter yaitu badan air, lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, dan awan dan bayangan.	Peta tutupan lahan hasil dari segmentasi berbasis algoritma multiresolusi pada citra ALOS sensor AVNIR-2 tahun 2008.
3	Victor F. Strîmbu, Bogdan M. Strîmbu (2015)	<i>A graph-based segmentation algorithm for tree crown extraction using airborne LiDAR data</i>	Metode analisis yang digunakan adalah dengan algoritma <i>tree crown</i> untuk mendapatkan ketinggian masing-masing pohon.	Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa <i>graph-based segmentation algorithm</i> diusulkan sebagai prosedur segmentasi yang sangat baik dengan kemampuan yang terbukti untuk beradaptasi dengan kondisi hutan yang bervariasi.

Tabel II.1 Kajian Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian
4	Ari Setiani, Yudo Prasetyo, Sawitri Subiyanto (2016)	Optimalisasi Parameter Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi Untuk Identifikasi Kawasan Industri Antara Citra Satelit Landsat Dan Alos Palsar (Studi Kasus: Kecamatan Tugu dan Genuk, Kota Semarang)	.Metode analisis yang digunakan adalah segmentasi dengan algoritma multiresolusi pada perangkat lunak eCognition dengan membandingkan parameter yang optimal di kawasan industri.	Peta kawasan industri antara citra satelit landsat dan alos palsar.

Marco Neubert, (2001), pada penelitian yang dilakukan oleh Marco Neubert (2001) dengan judul *Segment-based Analysis of High Resolution Satellite and Laser Scanning Data*, melakukan perbandingan hasil segmentasi citra satelit resolusi tinggi dengan data elevasi *laser scanning*. Data DTM hanya dapat mengidentifikasi batuan. Untuk tutupan lahan peneliti menganjurkan untuk menggunakan data DSM LiDAR karena memiliki unsur bangunan dan vegetasi.

Arison dang, dkk. (2015), pada penelitian yang dilakukan oleh Arison dang, dkk (2015) dengan judul *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Metode Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi (Studi kasus: Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)*, kajian ditujukan untuk pemetaan tutupan lahan menggunakan data citra ALOS sensor AVNIR-2 tahun 2008 wilayah Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat. Untuk klasifikasi berbasis objek metode yang digunakan adalah segmentasi dengan menggunakan algoritma seperti

Multiresolution Segmentation, yaitu membagi objek menjadi segmen-segmen tertentu dengan nilai parameter segmentasi yang ditentukan besarannya.

Strimbu, dkk. (2015), pada penelitian yang dilakukan oleh Strimbu. dkk (2015) dengan judul *A graph-based segmentation algorithm for tree crown extraction using airborne LiDAR data*, mengidentifikasi ketinggian pohon melalui segmentasi dengan menggunakan algoritma *tree crown*. Penelitian ini menggunakan data spasial yang disusun secara hierarkis dengan tinggi dan rata-rata tertimbang dari beberapa kriteria kohesi terukur yang menjamin fleksibilitas yang memungkinkan algoritma menyesuaikan dengan data yang berbeda.

Setiani, dkk. (2016), penelitian yang dilakukan oleh Setiani. dkk (2016) dengan judul *Optimalisasi Parameter Segmentasi Berbasis Algoritma Multiresolusi Untuk Identifikasi Kawasan Industri Antara Citra Satelit Landsat Dan Alos PALSAR*, segmentasi dengan algoritma multiresolusi dengan membandingkan parameter yang optimal pada kawasan industri. Peneliti membuat rentan parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal pada kawasan industri wilayah Kecamatan Tugu dan Kecamatan Genuk serta Kota Semarang.

II.2 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sebagian wilayah dari Kabupaten Tanggamus, Lampung yang terletak pada $104^{\circ} 18' - 105^{\circ} 12'$ BT dan $5^{\circ} 5' - 5^{\circ} 56'$ LS dan dapat divisualisasi pada Gambar II.1.

Wilayah Tanggamus memiliki wilayah $3.356,61 \text{ km}^2$ yang meliputi wilayah daratan maupun perairan. Satu dari dua teluk besar yang ada di Provinsi Lampung terdapat di Kabupaten Tanggamus yaitu Teluk Semaka dengan panjang daerah pantai 200 km dan sebagai tempat bermuaranya 2 (dua) sungai besar yaitu Way Sekampung dan Way Semaka. Selain itu wilayah Kabupaten Tanggamus dipengaruhi oleh udara tropis pantai dan dataran pegunungan dengan temperatur udara yang sejuk dengan rata-rata 28°C . Topografi wilayah Tanggamus bervariasi antara dataran rendah dan dataran

tinggi, yang sebagian merupakan daerah berbukit sampai bergunung, yakni sekitar 40% dari seluruh wilayah dengan ketinggian dari permukaan laut antara 0 sampai dengan 2.115 meter.



Gambar II.1 Geografis Wilayah Penelitian (Aditya, 2014)

Potensi sumber daya alam yang dimiliki Kabupaten Tanggamus sebagian besar dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian. Selain itu masih terdapat beberapa sumber daya alam lain yang potensial untuk dikembangkan antara lain; pertambangan emas, bahan galian seperti granit dan batu pualam atau marmer. Disamping itu juga terdapat sumber air panas dan panas bumi yang memungkinkan untuk dikembangkan menjadi pembangkit energi listrik alternatif.

Kabupaten Tanggamus memiliki unsur-unsur struktur utama seperti sesar dan lipatan mencerminkan dominannya tektonika Tersier sampai Kuartar. Andesit di Kabupaten Tanggamus sudah banyak yang dieksploitasi dan sangat berpotensi untuk dikembangkan, tetapi ada beberapa lokasi andesit yang susah dicapai karena permasalahan transportasi. Andesit di daerah Kabupaten Tanggamus ini berbentuk bukit dan berupa andesit lembar dan masif. Jenis batuan ini dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, batu hias, dan batu tempel. Selain itu dasit yang merupakan batuan beku vulkanik di daerah

ini berupa bukit dan belum dimanfaatkan oleh penduduk setempat. Unsur lain pada struktur di Tanggamus adalah kuarsa, lempung, marmer, pasir serta sirtu.

II.3 Klasifikasi Tutupan Lahan

Pada SNI 7645 tahun 2010, klasifikasi tutupan lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut (BSN, 2010).

Tutupan lahan adalah kenampakan material fisik permukaan bumi. Tutupan lahan dapat menggambarkan keterkaitan antara proses alami dan proses sosial. Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi (Liang, 2008). Data tutupan lahan juga digunakan dalam mempelajari perubahan iklim dan memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dan perubahan global (Running, 2008; Gong dkk., 2013; Jia dkk., 2014).

Tutupan lahan merupakan informasi dasar dalam kajian ilmu kebumih dan perubahan global (Jia dkk. 2014). Penggunaan sistem klasifikasi penutup lahan memungkinkan terjadinya pemantauan dan pelaporan perubahan penutup lahan pada suatu negara yang memiliki keberterimaan di tingkat internasional (BSN, 2010). Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi.

Kelas vegetasi pada penelitian ini terdiri dari ladang, sawah dan kebun. Berikut adalah deskripsi dari kelas vegetasi tersebut (BSN, 2010):

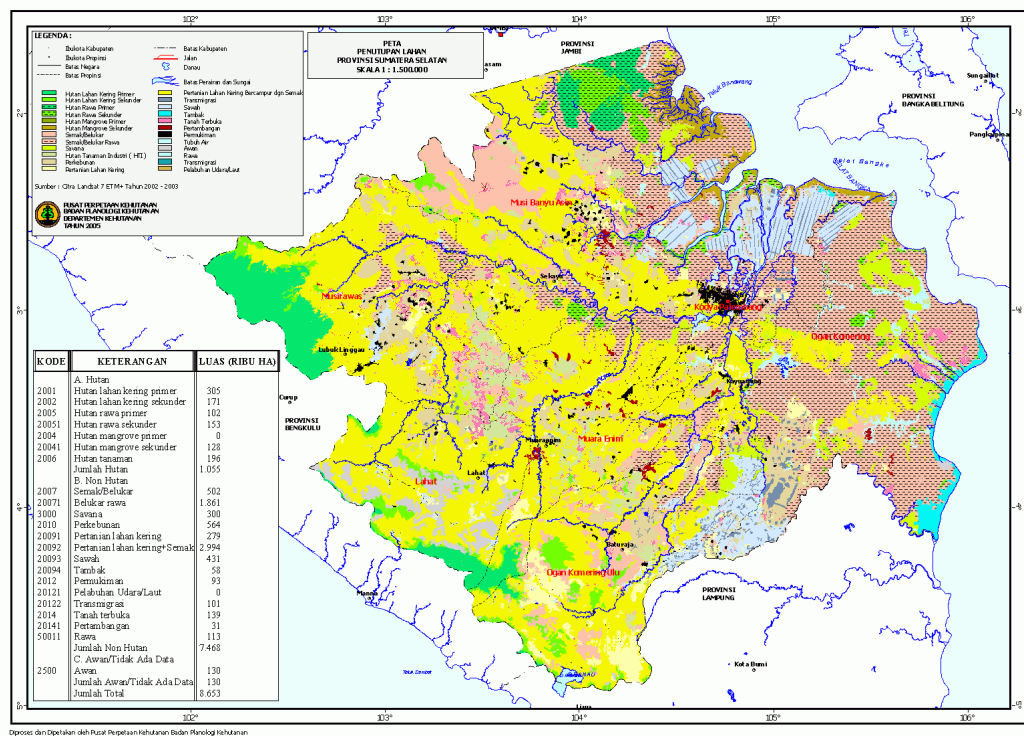
- a. Sawah adalah areal pertanian yang digenangi air atau diberi air baik dengan teknologi pengairan, tadah hujan, lebak atau pasang surut yang dicirikan oleh pola pematang, dengan ditanami jenis tanaman pangan berumur pendek (padi).

- b. Ladang adalah area yang digunakan untuk kegiatan pertanian dengan jenis tanaman semusim di lahan kering.
- c. Kebun adalah lahan yang digunakan untuk kegiatan pertanian tanpa pergantian tanaman selama dua tahun.

Sedangkan, kelas tidak vegetasi pada penelitian ini terdiri dari jalan, jalan non aspal, lahan kosong, laut, pasir, pemukiman, sungai dan tambak. Berikut adalah deskripsi dari kelas tidak vegetasi tersebut:

- a. Jalan adalah jaringan prasarana transportasi yang diperuntukkan bagi lalu lintas kendaraan (BSN, 2010).
- b. Jalan non aspal jaringan prasarana transportasi yang diperuntukkan bagi lalu lintas kendaraan dan non kendaraan. Jalan jenis ini masih berupa tanah dan belum dilakukan pengerasan menggunakan aspal.
- c. Lahan kosong adalah lahan yang telah mengalami intervensi manusia sehingga penutup lahan alami (semi alami) tidak dapat dijumpai lagi (BSN, 2010).
- d. Laut adalah kumpulan air asin yang sangat banyak dan luas di permukaan bumi yang memisahkan atau menghubungkan suatu benua dengan benua lainnya dan suatu pulau dengan pulau lainnya (Hadi, 2013).
- e. Pasir adalah tanah yang terbentuk dari batuan-batuan beku serta batuan sedimen yang memiliki butiran besar dan kasar atau yang sering disebut dengan kerikil (ilmuGeografi, 2017).
- f. Pemukiman adalah areal yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung kehidupan (BSN, 2010).
- g. Sungai adalah tempat mengalirnya air yang bersifat alamiah (BSN, 2010).
- h. Tambak adalah aktivitas untuk perikanan atau penggaraman yang tampak dengan pola pematang di sekitar pantai (BSN, 2010).

Adapun contoh klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar II.2.



Gambar II.2 Peta Penutupan Lahan Provinsi Sumatera Selatan
(Planologi Perhutanan, 2005)

II.4 LiDAR

LiDAR (*Light Detection and Ranging*) adalah sebuah teknologi sensor jarak jauh menggunakan laser cahaya kontinyu yang dipancarkan secara menyebar dari sebuah *transmitter* (pemancar) untuk menemukan jarak suatu objek (Smith, 2008). Metode untuk menentukan jarak suatu objek adalah dengan menggunakan pulsa laser.

Seperti teknologi radar, yang menggunakan gelombang radio, jarak menuju objek ditentukan dengan mengukur selang waktu antara transmisi pulsa dan deteksi sinyal yang dipancarkan. Teknologi LiDAR memiliki kegunaan dalam bidang geomatika, arkeologi, geografi, geologi, geomorfologi, seismologi, fisik atmosfer dan lain-lain. Sebutan lain untuk LiDAR adalah *ALSM (Airborne Laser Swath Mapping)* dan altimetri laser. Akronim LiDAR (*Laser Detection and Ranging*) sering digunakan dalam konteks militer.

Sebutan radar laser juga digunakan tapi tidak berhubungan karena menggunakan cahaya laser dan bukan gelombang radio yang merupakan

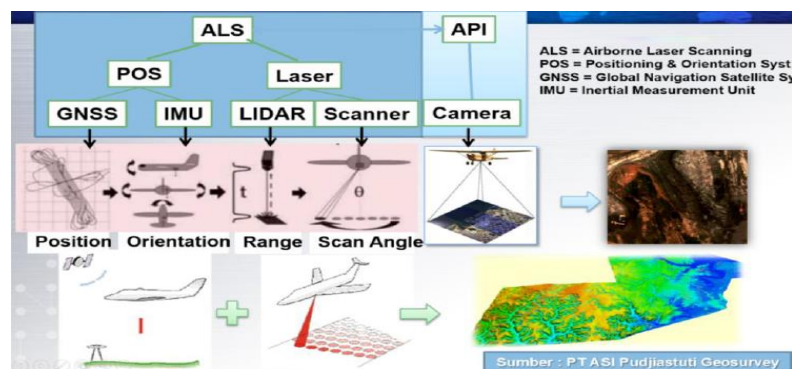
dasar dari radar konvensional. LiDAR menggunakan cahaya inframerah, ultraviolet, tampak atau dekat dengan objek gambar dan dapat digunakan untuk berbagai sasaran, termasuk benda-benda non-logam, batu, hujan, senyawa kimia, aerosol, awan dan bahkan molekul tunggal. Sebuah sinar laser dapat digunakan untuk memperoleh fitur peta fisik dengan resolusi sangat tinggi.

II.4.1 Prinsip Kerja LiDAR

Prinsip kerja LiDAR secara umum adalah sensor memancarkan sinar laser pada target kemudian sinar tersebut dipantulkan kembali ke sensor. Berkas sinar yang ditangkap kemudian dianalisis oleh peralatan *detector*. Perubahan komposisi cahaya yang diterima dari sebuah target ditetapkan sebagai sebuah karakter objek. Waktu perjalanan sinar yang dipancarkan dan diterima kembali diperlukan sebagai variabel penentu perhitungan jarak dari benda ke sensor.

Untuk mendapatkan gambar, dilakukan penyiaran pada lokasi yang ditentukan. Penyiaran dilakukan dengan memasang *laser scanner*, GPS dan INS pada wahana yang dipilih berdasarkan skala produk yang diinginkan dan luas cakupan, maka ditentukan jalur terbang. Pada jalur terbang yang telah ditentukan tersebut wahana terbang melakukan penyiaran (*scanning*). Pada saat *laser scanner* melakukan penyiaran sepanjang jalur terbang pada setiap interval waktu tertentu direkam posisinya dengan menggunakan GPS dan orientasinya dengan menggunakan INS. Proses ini dilakukan sampai jalur yang disiam selesai.

II.4.2 Sistem LiDAR



Gambar II.3 Sistem LiDAR (ASI Pudjiastuti Geosurvey,2015)

Peralatan utama yang digunakan dalam akuisisi data antara lain (PT ASI Pudjiastuti, 2015):

1. Pesawat Pilatus Porter PC 6 atau Turbo-Porter

Diproduksi oleh Pilatus Aircraft Ltd di Stans, Switzerland. Produksi tahun 2007 dan 2009 dan masuk kelas pesawat STOL (*Short Take Off and Landing*). Tidak membutuhkan landasan panjang untuk mendarat (± 250 m) dan bisa mendarat di lapangan rumput, tanah, aspal, pasir, air. Kemampuan kecepatan minimum untuk *survey* bisa mencapai 110 km/h atau 31 m/s atau 62 knot. Pada bagian *body* bawah terdapat lubang sebagai tempat LiDAR dan kamera udara. Pesawat ini terhubung dengan POS system (*Position and Orientation System*) antara pesawat dengan alat LiDAR, sehingga posisi dan orientasi pesawat dapat terus termonitor untuk mengontrol *flight plan* rencana akuisisi udara oleh pilot.

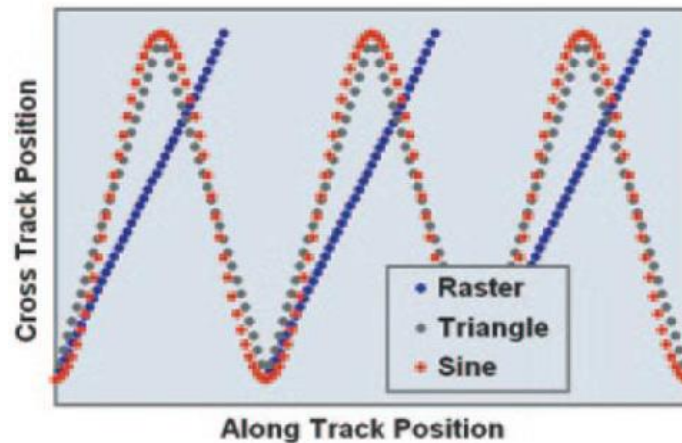
2. LiDAR Scanner ALS70 dan Controller

Memancarkan *pulse laser* sampai dengan 500 KHz, artinya dalam 1 detik memancarkan sebanyak 500.000 *pulse*. Semakin banyak *pulse* semakin banyak objek yang terdeteksi dan dikenali. Sinyal *pulse* yang mengenai objek diterima kembali oleh sensor dalam jumlah yang tidak dibatasi, sehingga semakin banyak informasi yang terekam. Scanner akan otomatis melakukan *adjust* atau perataan *scanning* di kecepatan pesawat yang berbeda. Pola *scanning mode* LiDAR Scanner ALS70 adalah *raster*, *triangle* dan *sine*. Dengan pola *scanning* ini, bisa dipilih pola yang paling bisa penetrasi ke permukaan bumi mempunyai *double rate scan*. Pola tersebut dapat dilihat pada Gambar II.4.

3. Kamera Digital RCD30

Kamera fotogrametrik dengan *pixel size* 8956 x 6708. Ukuran ini masuk ke kategori *medium format*, tetapi sudah hampir mendekati *large format*. RCD30 adalah pengembangan dari kamera metrik analog RC30 dari Leica. Memiliki sensor multispektral RGBN (*Read-Green-Blue-Near Infrared*). NIR mempunyai kemampuan peka terhadap unsur air (lembab), sehingga bisa digunakan untuk mendeteksi unsur perairan

dan vegetasi. Dengan 4 (empat) gelombang atau *band* tersebut, bisa dilakukan komposit warna untuk memberikan informasi sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar II.4 Pola Scanning ALS70 (PT ASI Pudjiastuti, 2015)

4. GNSS (*Global Navigation Satellite System*) Kinematik dual frekuensi GNSS dengan komponen satelit dari GPS, Galileo, Glonas, dan Compass memberi lebih banyak jumlah dan pilihan *satellite* untuk pengamatan posisi-posisinya. Pengolahan GNSS kinematik dengan *diferensial post processing*. Satu *receiver* sebagai *ground reference* dan satu *receiver* sebagai *rover*. *Rover* dipasang di sisi atas badan pesawat. *Receiver* di *ground* berdiri pada titik yang telah diketahui koordinatnya XYZ. Selisih koordinat ini dx , dy dan dz akan digunakan sebagai koreksi dari posisi GNSS di pesawat.
5. IMU (*Inertial Measurement Unit*)
IMU adalah nama *hardware* atau unit dari sistem INS (*Inertial Navigation System*). INS adalah sistem navigasi untuk menentukan gerakan orientasi pada sumbu X, Y, dan Z yaitu gerakan $\phi\omega_k$ (Woodman, 2007). Posisi dan orientasi dari sensor akan menjadi data masukan sebagai *Exterior Orientation* (EO) dalam proses pengolahan LiDAR dan foto udara. Frekuensi IMU yang dimiliki APG adalah 200 Khz yang berarti dalam 1 detik IMU mencatat nilai $\phi\omega_k$ sebanyak 200 informasi.

6. Komputer dan *Storage data* (tempat penyimpanan data).

Komputer dan penyimpanan data yang digunakan biasanya yang memiliki spesifikasi tinggi. Hal ini diperlukan karena data LiDAR membutuhkan penyimpanan yang besar untuk setiap filenya

II.5 Konsep Pembentukan Foto Udara

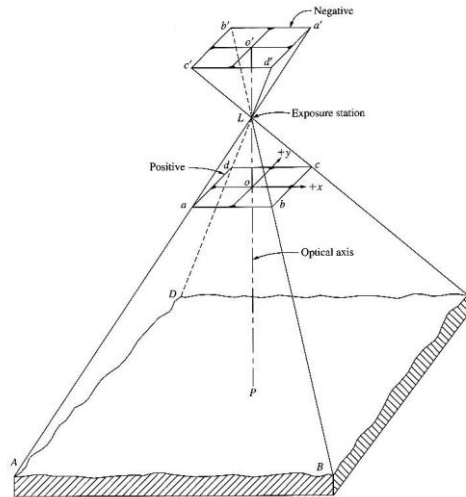
Pada umumnya foto udara dihasilkan dalam warna pankromatik karena menggunakan saluran lebar. Foto udara multispektral merupakan foto daerah sama yang dibuat pada tempat dan ketinggian yang sama dengan menggunakan lebih dari satu spektrum elektromagnetik. Saluran yang umumnya digunakan empat kamera atau satu kamera berlensa empat dengan menggunakan saluran biru, hijau, merah dan inframerah dekat. Perekamannya dilakukan secara bersamaan sehingga pada setiap pemotretan dihasilkan empat foto yang saluran elektromagnetiknya berbeda.

Keunggulan foto udara multipektral terletak pada kemampuannya untuk mempertajam beda rona antara dua objek atau lebih. Penajaman rona pada foto udara multispektral dapat dimanfaatkan untuk pengamatan visual tanpa perubahan, pengamatan visual dengan pemotretan kembali dan paduan warna aditif dengan alat pengamat (Liliesand and Kiefer, 1990). Peta foto didapat dari survei udara yaitu melakukan pemotretan lewat udara pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu. Sebagai Gambaran pada foto dikenal ada 2 (dua) jenis yaitu foto tegak, foto miring. Yang dimaksud dengan foto tegak adalah foto yang dibuat dengan sumbu kamera tegak lurus terhadap permukaan bumi, sedangkan yang disebut dengan foto miring adalah foto yang dibuat dengan sumbu kamera menyudut terhadap garis tegak lurus ke permukaan bumi. Sudut ini umumnya sebesar 10 derajat atau lebih besar, tetapi bila sudut condongnya masih berkisar antara 1 – 4 derajat, foto yang dihasilkan masih digolongkan sebagai foto vertikal. (SMAN 3 Purworejo, 2013).

II.5.1 Geometri Foto Udara

Foto udara diperoleh dari suatu pemotretan udara dengan kamera udara dengan pesawat terbang. Akibat adanya pengaruh angin, cuaca dan lain-

lain, maka keadaan pesawat terbang menjadi tidak stabil. Oleh karena itu, sangat sulit diperoleh foto udara yang benar-benar vertikal. Kemiringan yang terjadi pada pemotretan udara berkisar antara 1 sampai 3. Geometri foto udara dapat dilihat pada Gambar II.5.



Gambar II.5 Geometri Foto Udara Vertikal (Santoso.B, 2001)

Geometri foto udara pada dasarnya tidak akan selalu berada pada kondisi yang ideal (tegak sempurna), hal tersebut dapat diakibatkan beberapa faktor (William, 2013):

- Pergerakan wahana, adanya variasi tinggi terbang dan pergerakan rotasi dari pesawat menyebabkan variasi bentuk objek.
- Pergeseran relief, variasi tinggi permukaan tanah menyebabkan bentuk radial dari objek-objek yang tinggi ekstrim seperti gedung tinggi, tiang listrik, dan sebagainya. Foto udara miring, sumbu optik kamera membentuk sudut terhadap arah gaya berat (tidak boleh lebih dari 3°).
- Overlap* dan *Sidelap*, besaran *overlap* dan *sidelap* (60% untuk *overlap* dan 30% untuk *sidelap*).
- Crab* dan *Drift*, pengaruh angin yang mendorong badan pesawat menyebabkan penyimpangan pemotretan dari rencana jalur terbang membuat variasi posisi dan bisa menimbulkan *gap*.

II.5.2 Interpretasi Foto Udara

Interpretasi citra adalah tindakan mengkaji foto atau citra dengan maksud untuk mengenali objek dan gejala serta menilai arti pentingnya objek dan gejala tersebut (Laurentius, 2013). Tahapan pelaksanaan interpretasi foto udara dibagi menjadi tiga (Dimas, 2012):

1. Peninjauan Umum (*General Examination*)

Tahap ini secara umum menetapkan sifat-sifat atau karakteristik dari daerah yang diamati. Sifat-sifat daerah secara umum, meliputi : susunan relief, jenis tanaman, kebudayaan dan keadaan bentang alam.

2. Identifikasi (*Identification*)

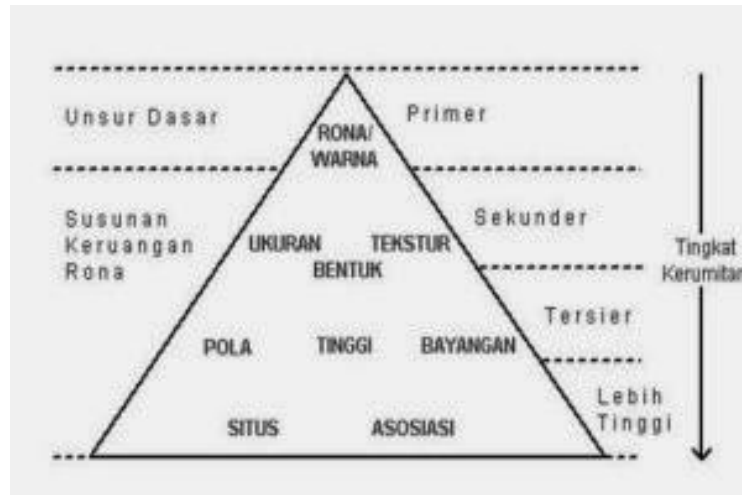
Pada tahap ini semua detail topografi atau situasi yang ada pada foto udara harus diidentifikasi berdasarkan kunci interpretasi foto udara. Pada tahap identifikasi ini dilakukan pemeriksaan secara detail, misalnya mempelajari susunan jalan, distribusi dan tipe bangunan, bentuk-bentuk khusus bangunan ibadah seperti masjid, gereja, daerah terbuka antara lain lapangan olahraga, taman dan kuburan.

3. Klasifikasi (*Clasification*)

Tahap klasifikasi ini merupakan tahapan yang tidak dapat dipisahkan dari tahap sebelumnya. Melalui tahap klasifikasi ini semua objek yang sudah diidentifikasi pada tahap sebelumnya diklasifikasi lebih mendetail. Misalnya untuk jalan harus dibedakan jalan utama, jalan kelas dua, dan jalan penghubung. Untuk bangunan dapat diklasifikasi lebih mendetail menjadi: bangunan rumah tinggal, bangunan perkantoran, bangunan pertokoan, bangunan pasar tradisional, bangunan ibadah maupun klasifikasi lain, seperti bangunan satu lantai, bangunan bertingkat dua, dan bangunan bertingkat banyak. Dari hasil interpretasi foto udara akan diperoleh informasi yang mendetail dan sudah diklasifikasi sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan untuk keperluan tertentu. Misalnya untuk melengkapi peta dengan membuat simbol sesuai objek yang akan di gambar. Beberapa unsur interpretasi tidak selalu digunakan dalam identifikasi setiap objek, untuk pengenalan objek pada foto udara dilakukan melalui pendekatan

bentang lahan yaitu berupa kenampakan bentang budaya, dimana fungsi dari objek dilacak berdasarkan ciri-ciri bentang budaya tersebut.

Melakukan interpretasi foto udara digunakan sejumlah kunci dasar yang dapat dilihat pada Gambar II.6. Suatu objek atau fenomena dapat dikenali dengan menggunakan salah satu atau kombinasi dari beberapa kunci dasar (Andi, 2009).



Gambar II.6 Kunci Interpretasi Foto Udara (Hari, 2014)

1. *Size* (ukuran)

Ukuran adalah atribut obyek yang meliputi jarak, luas, volume, ketinggian tempat dan kemiringan lereng. Ukuran merupakan faktor pengenalan yang dapat digunakan untuk membedakan obyek-obyek sejenis yang terdapat pada foto udara sehingga dapat dikatakan bahwa ukuran sangat mencirikan suatu obyek.

Ukuran dapat digunakan sebagai patokan dalam interpretasi foto udara karena setiap benda mempunyai ukuran yang berbeda. Setiap interpreter harus mengetahui dengan pasti skala foto udara yang digunakan sehingga dapat diketahui hubungan ukuran foto udara dengan ukuran sebenarnya di lapangan.

2. *Shape* (bentuk)

Bentuk menunjukkan kerangka atau konfigurasi umum suatu objek baik bentuk umum (*shape*) maupun bentuk rinci (*form*) untuk mempermudah interpretasi. Jalur kereta api misalnya, dapat dibedakan jelas dengan jalan raya karena bentuknya terdiri atas garis lurus panjang

yang membentuk lengkung lemah dan berbeda dengan bentuk lengkung jalan raya.

3. *Shadow* (bayangan)

Bayangan dapat terjadi apabila ada objek dengan ketinggian tertentu mendapatkan cahaya matahari. Dengan memperhatikan bayangan, seorang interpreter dapat membedakan tinggi rendahnya atau profil suatu objek.

4. *Site* (lokasi atau situs)

Lokasi topografi atau situasi dapat membantu interpreter dalam mengidentifikasi objek pada foto udara. Merupakan tempat kedudukan suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Situs bukan merupakan ciri objek secara langsung, melainkan dalam kaitannya dengan lingkungan sekitarnya. Sebagai contoh, suatu bangunan di pinggir jalur kereta api sesuai dengan ukurannya dapat kita identifikasikan sebagai stasiun kereta api atau pos penjagaan pintu kereta api.

5. *Rona* atau *Tone* (derajat kehitaman)

Rona mencerminkan warna atau tingkat kualitas kecerahan/kegelapan Gambar objek pada foto udara. Derajat kehitaman terdiri dari tingkatan warna dari putih menuju ke hitam, yang dibagi dalam satuan derajat kehitaman. Derajat kehitaman masing-masing objek dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang datang dan yang dipantulkan oleh objek tersebut. Semakin banyak cahaya yang dipantulkan, semakin gelap derajat kehitamannya.

6. *Texture* (kekasaran citra foto)

Texture adalah frekuensi perubahan rona dalam citra foto. *Texture* dihasilkan oleh susunan satuan kenampakan yang mungkin terlalu kecil untuk dikenali secara individual dengan jelas pada foto. *Texture* merupakan hasil bentuk, ukuran, pola, bayangan dan rona individual. Apabila skala foto diperkecil maka *texture* suatu objek menjadi semakin halus dan bahkan tidak tampak.

7. *Pattern* (pola)

Di dalam interpretasi kita dapat memperhatikan pola-pola tertentu dari suatu objek. Suatu objek memiliki pola yang biasanya berbeda seperti keteraturan dan coraknya. Dari sini kita dapat melihat bahwa unsur-unsur alam biasanya memiliki pola yang lebih tidak teratur daripada unsur-unsur buatan manusia.

II.6 Konsep OBIA (*Object-Based Image Analysis*)

Pada tahun 1970an, telah terjadi perkembangan teknologi di bidang fotogrametri kedokteran (*Center for Photogrammetry*, 2008). Salah satu kemajuan pada bidang ini adalah mampu melakukan klasifikasi berdasarkan objek pada susunan sel dan hasil *rontgent* (Karabork, dkk, 2000). Penemuan ini kemudian dinamakan dengan *recognition* (Kaab, 1999). Pengindraan jauh kemudian mengadopsi penemuan klasifikasi berbasis objek pada awal tahun 1990an (Smith, dkk., 1998). *Recognition* pada bidang fotogrametri kedokteran ini diaplikasikan pada data penginderaan jauh, terutama pada citra satelit resolusi spasial tinggi (1-5 m) dan resolusi sangat tinggi (< 1 m). *Recognition* ini kemudian dinamakan sebagai klasifikasi berbasis objek (Fan, 2008).

Objek yang dimaksud adalah kumpulan dari beberapa piksel yang kemudian membentuk suatu kondisi yang dapat dibedakan terhadap sekitarnya (Suthau, dkk., 2000). Klasifikasi berbasis objek merupakan pendekatan yang proses klasifikasinya tidak hanya mempertimbangkan aspek spektral namun spasial objek. Secara umum proses klasifikasi dengan metode klasifikasi berbasis objek dibagi melalui dua tahapan utama yaitu segmentasi citra dan klasifikasi tiap segmen (Xiaoxia dkk., 2004). Klasifikasi berbasis objek ini harus menggunakan metode segmentasi yang bertujuan untuk pemisahan antar objek klasifikasi dengan kondisi dan syarat tertentu (Espindola dkk., 2006). Ada tiga faktor yang mempengaruhi kondisi dan syarat pada segmentasi, yaitu skala, bentuk dan kekompakkan (Trimble, 2013).

Klasifikasi berbasis objek ini memiliki keunggulan pada pemisahan objek yang sangat akurat dan presisi serta memiliki kelebihan dalam waktu

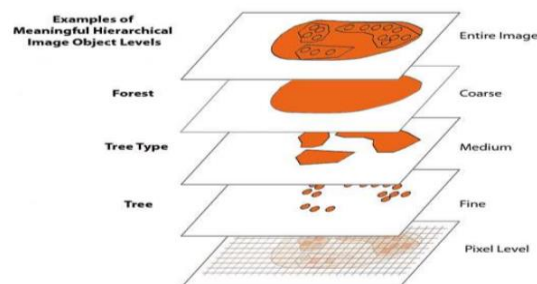
pengerjaannya sehingga dengan demikian dapat menjadi alternatif untuk menggantikan klasifikasi yang konvensional (berbasis piksel), selalu mengandung efek “*salt and pepper*” (Qian Yu dkk., 2006). Kesalahan klasifikasi yang ditimbulkan oleh “*salt and pepper*” terutama jika piksel berada di luar area spesifik atau diantara area yang tindih, dipaksakan untuk diklasifikasikan sehingga terdapat bintik acak yang tidak diinginkan dalam hasil pemrosesan klasifikasi (Rusdi, 2005). Dan juga dapat menggantikan klasifikasi visual yang terkadang pada deliniasi manual tidak dapat dilakukan secara konsisten sehingga hasil yang didapatkan bersifat subjektif.

II.7 Konsep Segmentasi

II.7.1 Metode Segmentasi

Segmentasi citra merupakan bagian dari proses pengolahan citra. Proses segmentasi citra ini merupakan suatu proses pra pengolahan pada sistem pengenalan objek dalam citra. Segmentasi citra (*image segmentation*) mempunyai arti membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan yang tertentu antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel – piksel tetangganya, kemudian hasil dari proses segmentasi ini akan digunakan untuk proses tingkat tinggi lebih lanjut yang dapat dilakukan terhadap suatu citra, misalnya proses klasifikasi citra dan proses identifikasi objek. Konsep segmentasi berbasis objek dapat dilihat pada Gambar II.7. hasil yang didapatkan dari proses segmentasi adalah berupa data vektor.

Segmentasi sendiri menggunakan tiga aspek utama yaitu toleransi kesamaan (*Similiarity tolerance*), rata- rata (*mean*), dan vaiansi (*variance*).



Gambar II.7 Konsep Segmentasi dan Klasifikasi Berbasis Objek
(eCognition Developer, 2013)

Pada klasifikasi berbasis objek, semua objek pada citra merupakan bagian dari hirarki objek, yang mana memiliki perbedaan *level* tetapi tetap pada hirarkinya. Setiap *level* objek merupakan cerminan dari gambar yang memiliki informasi tertentu pada citra. Gambar di atas menjelaskan hirarki dari objek yang terjadi dalam klasifikasi berbasis objek yang terjadi dalam klasifikasi berbasis objek. *Super-objects* merupakan *level* tertinggi (skalanya paling general) hingga *sub-objects* yang *levelnya* paling bawah (skala paling detail). Semakin tinggi *levelnya* objek maka akan semakin rumit klasifikasi yang dilakukan. Sehingga dari Gambar tersebut terdapat dua hal yang penting yaitu hubungan untuk *level* objek yang sama (*neighbor*) dan *level* objek yang berbeda (*super or sub object*) (eCognition Developer, 2013).

Algoritma *Multiresolution Segmentation* secara teratur menggabungkan piksel atau objek yang ada pada citra. Pada dasarnya aturan ini untuk mengidentifikasi objek citra tunggal dari satu ukuran piksel kemudian menggabungkan piksel tersebut dengan piksel tetangga berdasarkan kriteria kesamaan relatif. Kriteria kesamaan ini merupakan kombinasi dari kriteria bentuk dan spektralnya.

Dengan memberikan ukuran rerata pada objek citra, algoritma *Multiresolution Segmentation* menghasilkan abstraksi yang baik dan membentuk berbagai area aplikasi. Namun, algoritma ini membutuhkan ruang penyimpanan yang besar dan kinerja *processor* yang tinggi, serta secara signifikan eksekusi segmentasi ini lebih lambat daripada metode segmentasi lainnya sehingga tidak selalu merupakan pilihan yang terbaik.

Prinsip kesamaan dari algoritma *Multiresolution Segmentation* adalah mengukur bagaimana homogenitas atau heterogenitas objek pada citra tersebut. Hasil perhitungan sebagai kombinasi dari warna dan bentuk awal kemudian menghasilkan objek citra yang sudah tergabung.

Terdapat dua jenis kesalahan yang terjadi pada proses segmentasi citra adalah *oversegmentation* dan *undersegmentation*. *Oversegmentation*

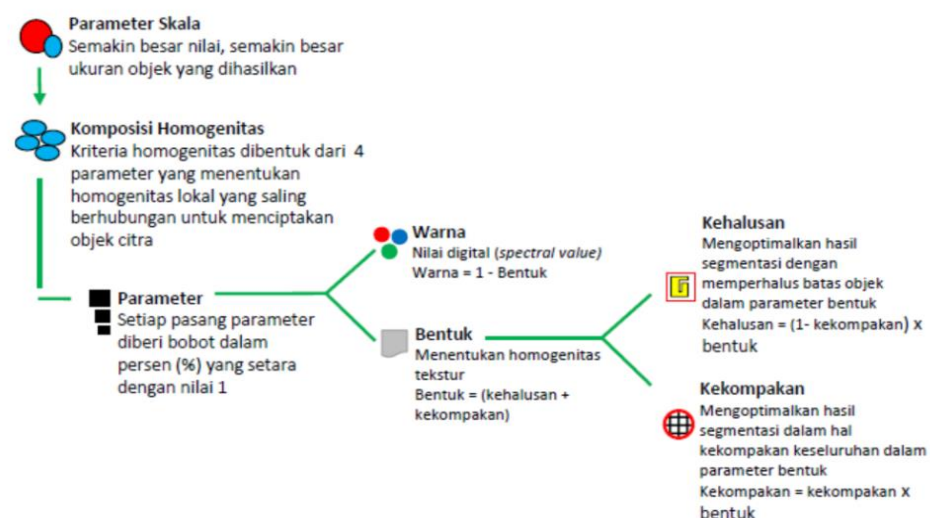
merupakan keadaan di mana satu *geo-object* terbagi menjadi beberapa *image-object*. *Oversegmentation* terjadi bila satu *geo-object* memiliki variasi nilai piksel yang tinggi. *Oversegmentation* dapat ditekan dengan memperbesar toleransi homogenitas yang diperbolehkan dalam proses segmentasi.

Undersegmentation merupakan keadaan di mana satu *image-object* merepresentasikan lebih dari satu *geo-objek*. *Undersegmentation* terjadi bila perbedaan antar *geo-object* tidak terlalu terlihat. Selain dengan memperkecil parameter homogenitas internal objek pada proses segmentasi, *undersegmentation* dapat dikurangi dengan menambah input masukan segmentasi yang lebih menonjolkan perbedaan objek kajian.

Oversegmentation dan *undersegmentation* terjadi secara konstan dalam proses segmentasi, sehingga analis secara hati-hati harus memilih teknik segmentasi yang sesuai dan memperhatikan kualitas hasil segmentasi.

II.7.2 Parameter Segmentasi

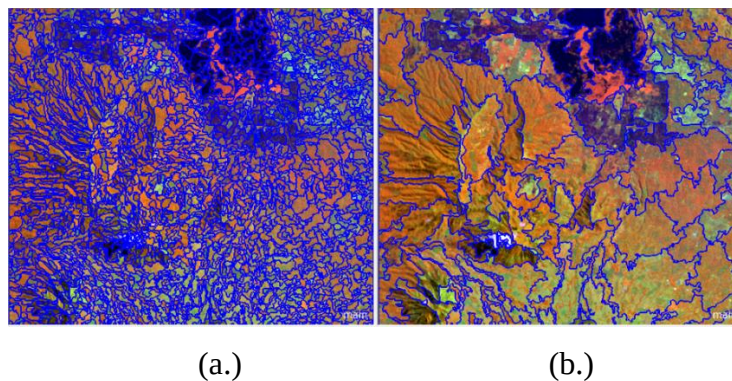
Berdasarkan konsep segmentasi multiresolusi dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu skala, bentuk dan kekompakan. Ketiga parameter ini diisi dengan nilai yang bervariasi untuk mendapatkan segmentasi sesuai untuk klasifikasi (Setiani, 2016). Hubungan antar parameter dapat dilihat pada Gambar II.8.



Gambar II.8 Parameter Segmentasi (Trimble, 2013)

Nilai skala pada proses segmentasi multiresolusi tidak sama dengan definisi skala pada penginderaan jauh yang merujuk pada resolusi spasial citra atau luasan area yang diliput oleh satu piksel. Parameter skala merupakan nilai abstrak untuk menentukan besarnya heterogenitas objek yang diperbolehkan dalam satu objek (Trimble, 2013).

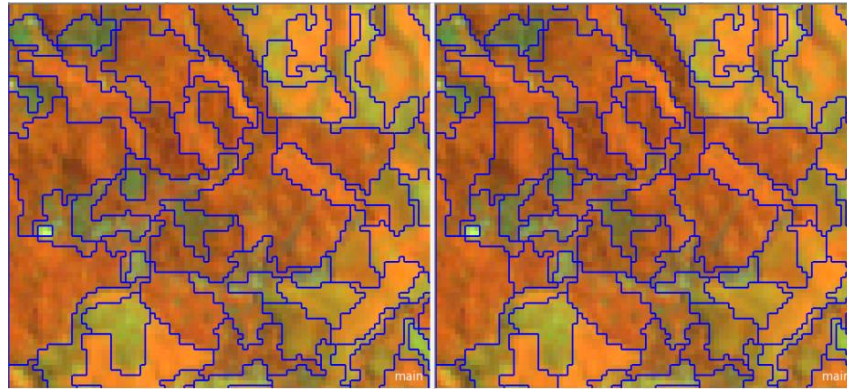
Pada nilai skala yang sama, kenampakan heterogen akan menghasilkan ukuran objek yang lebih kecil daripada kenampakan homogen. Parameter skala yang diberikan berbanding lurus dengan ukuran objek. Semakin besar nilai parameter skala maka semakin besar heterogenitas yang diperbolehkan, sehingga segmentasi yang dilakukan lebih kasar dan menghasilkan objek-objek dengan ukuran yang lebih besar. Contoh hasil *cluster* dengan nilai skala yang berbeda dapat dilihat pada Gambar II.9.



(a.) (b.)
Gambar II.9 Perbedaan Hasil *Cluster* Parameter Skala (a.) Skala 10 (b) Skala 50
(Tutorial Obia, 2017)

Nilai bobot parameter bentuk dipengaruhi oleh bobot parameter warna. Pemberian nilai bobot harus disesuaikan dengan fenomena yang dikaji dan karakteristik daerah kajian untuk mendapatkan hasil segmentasi yang baik. Bobot parameter bentuk yang semakin besar menimbulkan proses segmentasi lebih dipengaruhi oleh homogenitas spasial dibandingkan dengan homogenitas spektral objek.

Nilai parameter bentuk yang tinggi akan menyebabkan segmentasi lebih ditekankan pada tekstur, sedangkan penekanan pada tekstur tidak selalu menghasilkan objek citra yang dikehendaki. Perbedaan segmen dari parameter bentuk dapat dilihat pada Gambar II.10.

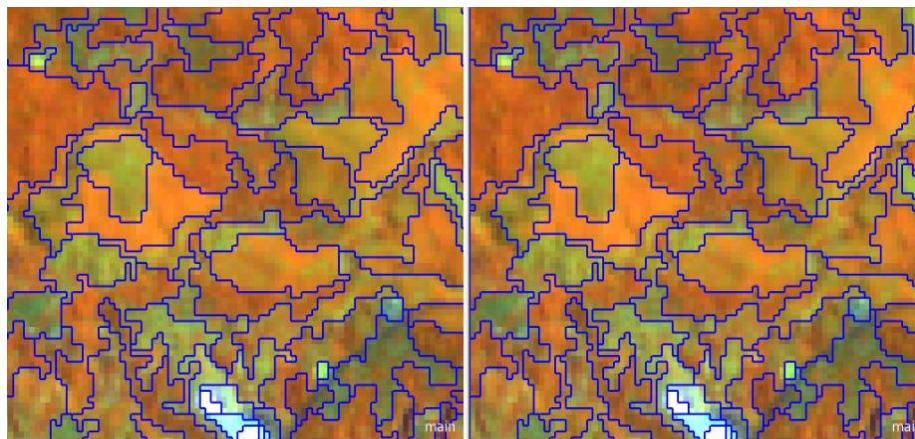


(a.)

(b.)

Gambar II.10 Perbedaan Hasil *Cluster* Parameter (a.) Bentuk 0,1 (b.) Bentuk 0,3
(Tutorial Obia, 2017)

Sedangkan parameter kekompakan digunakan untuk memisahkan objek yang kompak dengan objek yang tidak kompak yang memiliki perbedaan nilai spektral yang relatif rendah. Semakin besar nilai parameter ini, maka objek yang dihasilkan akan memiliki bentuk yang lebih kompak. Nilai ini merupakan penyimpangan dari bentuk kompak ideal yang diberikan. Perbedaan segmen dari parameter kekompakan dapat dilihat pada Gambar II.11.



(a.)

(b.)

Gambar II.11 Perbedaan Hasil *Cluster* Parameter (a.) Kekompakan 0,1 (b.) Kekompakan 0,3 (Tutorial Obia, 2017)

II.8 Klasifikasi Terbimbing

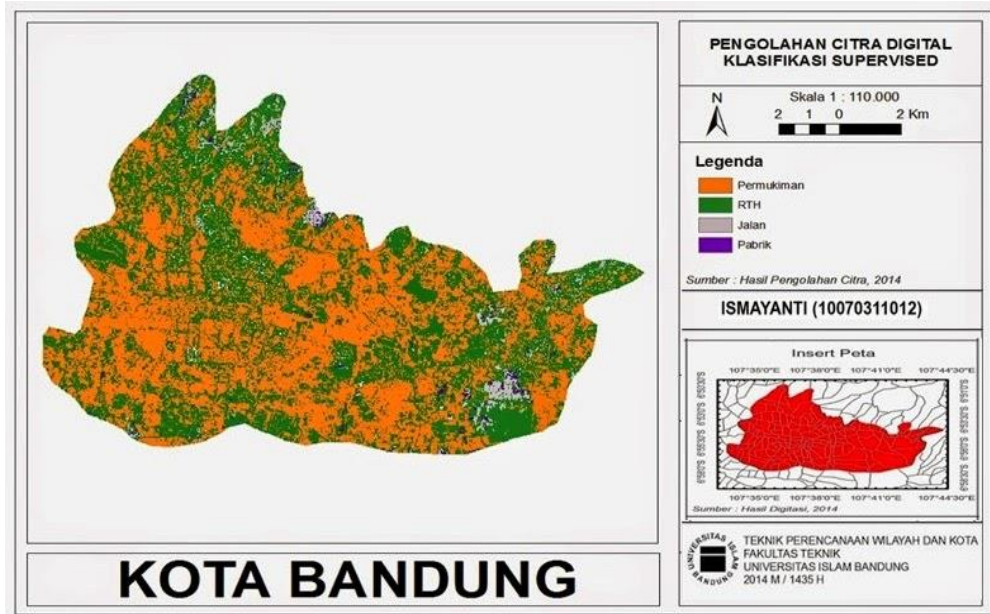
Berbagai metode deteksi perubahan penutup lahan dan penggunaan lahan telah banyak dikembangkan dari data penginderaan jauh, namun belum ada

metode universal yang mampu menjawab semua permasalahan. Metode berbasis piksel sudah banyak diterapkan, seperti *vector analysis* (He dkk, 2011), *image differencing* (Coppin dkk, 2004) dan algoritma terbimbing atau tidak terbimbing (Helmi dkk, 2013).

Teknik klasifikasi *supervised* atau terbimbing dapat diartikan sebagai teknik klasifikasi yang diawasi. Menurut Projo Danoedoro (2012) klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (*training area*). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu. Proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih *training area* untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi merupakan klasifikasi terbimbing. Klasifikasi terbimbing digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer. Klasifikasi terbimbing yang didasarkan pada pengenalan pola spektral terdiri atas tiga tahapan (Kartika, 2014) yaitu :

1. Tahap *training sample*: *Training sample* dibutuhkan untuk mengklasifikasi kenampakan apa saja yang ingin kita ketahui. Serta menjadi dasar dalam melakukan klasifikasi *supervised*
2. Tahapan klasifikasi: Tahap klasifikasi dilakukan untuk mendapatkan hasil klasifikasi dari *training sample area*. Dalam tahap ini terdapat berbagai macam jenis klasifikasi (*maximum likelihood*, *minimum distance*, *pararelpiped* dan lain-lain). Setiap macam klasifikasi mempunyai hasil klasifikasi yang berbeda karena pendekatan dari setiap macam klasifikasi tersebut berbeda juga.
3. Tahapan keluaran: Tahapan keluaran ini adalah hasil akhir dari klasifikasi. Citra yang telah di klasifikasi akan terlihat perbedaan tutupan lahannya berdasarkan warna dari klasifikasi tersebut.

Salah satu contoh dari peta klasifikasi terbimbing dapat dilihat pada Gambar II.12.



Gambar II.12 Peta Klasifikasi Terbimbing (Ismayanti, 2014)

II.9 Penilaian Akurasi Klasifikasi

Penilaian akurasi digunakan untuk melihat kualitas hasil secara kuantitatif. Terdapat dua jenis penilaian akurasi yaitu akurasi internal dan akurasi eksternal. Akurasi internal biasanya dapat dilakukan di dalam perangkat lunak yang digunakan. Sedangkan untuk akurasi eksternal memerlukan data tambahan.

II.9.1 Konsep Matriks Konfusi

Untuk mendapatkan nilai kepercayaan penginderaan jauh diperlukan penilaian akurasi klasifikasi. Terdapat beberapa cara untuk mendapatkan nilai akurasi salah satunya dengan *error matrix* (matriks kesalahan) atau biasa disebut dengan *confusion matrix* atau *contingency table*.

Matriks kesalahan membandingkan antar basis kategori, hubungan antara data referensi yang diketahui (*ground truth*) dan hasil dari klasifikasi otomatis. Dengan demikian matriks berbentuk *square* dengan angka pada baris dan kolom sama dengan angka pada kategori tingkat akurasi klasifikasi yang akan dinilai (Lillesand dan Kiefer, 2000). Dalam matriks ini dapat menghitung besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi

pengguna (*users accuracy*), akurasi keseluruhan (*overall accuracy*), akurasi kappa (*kappa accuracy*) (Arison dang, 2015).

Akurasi pembuat adalah akurasi yang diperoleh dengan membagi piksel yang benar dengan jumlah total piksel daerah contoh per kelas (Arison dang, 2015). Pada akurasi ini akan terjadi kesalahan omisi, oleh karena itu akurasi pembuat ini dikenal juga dengan istilah *omission error*. Sebaliknya jika jumlah piksel yang benar dengan total piksel dalam kolom akan menghasilkan akurasi pengguna yang dikenal dengan *commission error*. Nilai *overall accuracy* (akurasi keseluruhan) merupakan perbandingan jumlah total piksel yang diklasifikasikan dengan benar terhadap total piksel observasi menunjukkan tingkat kebenaran citra hasil klasifikasi (Arison dang, 2015). Saat ini akurasi yang dianjurkan untuk digunakan adalah akurasi Kappa. Akurasi Kappa dalam perhitungannya menggunakan seluruh elemen kolom dalam matriks kesalahan (Lillesand dan Kiefer, 2000). Menurut Riswanto (2009) hasil proses klasifikasi yang dapat diterima adalah proses klasifikasi yang memiliki nilai akurasi Kappa lebih atau sama dengan 85%. Bentuk dari matriks kesalahan dapat dilihat pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Bentuk Matriks Kesalahan (Arison dang, 2015)

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

Beberapa persamaan fungsi yang digunakan (Arison dang, 2015) sebagai berikut :

$$\text{Akurasi Pengguna} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100 \dots \dots \dots (2.1)$$

$$\text{Akurasi Pembuat} = \frac{X_{11}}{X_{1+}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Akurasi Keseluruhan} = ((\sum_i^r = 1 X_{ii}) / N) \times 100 \% \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Akurasi Kappa} = [(N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}) / (N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i})] \times 100 \% \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

N : Banyaknya piksel dalam contoh

X₁₊ : Jumlah piksel dalam baris ke – i

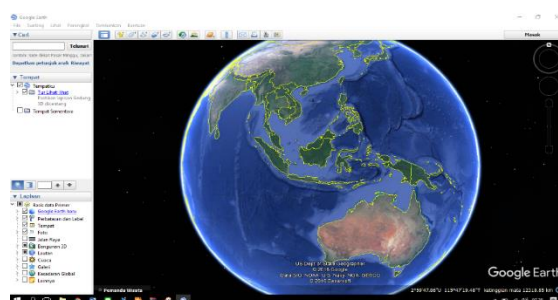
X₊₁ : Jumlah piksel dalam kolom ke – i

X_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

II.9.2 Validasi Objek dengan *Google Earth*

Google Earth merupakan aplikasi berbasis *Geographical Information System* (GIS) yang dikembangkan oleh *Google* dengan keunggulan menyediakan informasi dan layanan peta lokasi-lokasi di seluruh dunia beserta foto dan video yang diunggah dalam aplikasi tersebut (Arison dang, 2015). Awalnya *Google Earth* dikenal dengan sebutan *Earth Viewer* dan dikembangkan oleh perusahaan *Keyhole, Ink.*, yang kemudian diambil alih oleh *Google* .

Gambar peta dunia yang ada pada *Google Earth* diambil dari gabungan beberapa sumber, seperti fotografi udara, citra satelit, dan gambar hasil olahan GIS (Arison dang, 2015). Ada dua jenis lisensi untuk dapat menggunakan aplikasi *Google Earth* yaitu pertama versi gratis (*freeware*) dari *Google Earth* tanpa dikenakan biaya namun dengan fitur yang terbatas, dan yang kedua adalah *Google Earth Pro* dengan biaya berlangganan tahunan sebesar 495 dolar serta fitur yang lebih lengkap (Arison dang, 2015). Salah satu contoh tampilan jendela awal *Google Earth* dapat dilihat pada Gambar II.13.



Gambar II.13 Jendela *Google Earth*