# BAB III LANDASAN TEORI

1. 1. **Kendaraan**

Dalam artikel yang terdapat pada http://id.wikipedia.org/wiki/Kendaraan, Kendaraan atau angkutan adalah alat transportasi selain makhluk hidup. Mereka biasanya buatan manusia (mobil, motor, kereta, perahu, pesawat), tetapi bukan buatan manusia juga bisa disebut kendaraan, seperti gunung es, dan batang pohon yang mengambang. Kendaraan dapat digerak oleh hewan, seperti gerobak. Definisi Pemerintah Republik Indonesia tentang Kendaraan: Peraturan Nomor 44 Tahun 1993

* Kendaraan Bermotor adalah kendaraan yang digerakkan oleh peralatan teknik yang berada pada kendaraan itu.
* Sepeda Motor adalah kendaraan bermotor beroda dua, atau tiga tanpa rumah-rumah baik dengan atau tanpa kereta samping.
* Mobil Penumpang adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi sebanyak-banyaknya 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
* Mobil Bus adalah setiap kendaraan bermotor yang dilengkapi lebih dari 8 (delapan) tempat duduk tidak termasuk tempat duduk pengemudi, baik dengan maupun tanpa perlengkapan pengangkutan bagasi.
* Mobil Barang adalah setiap kendaraan bermotor selain dari yang termasuk dalam sepeda motor, mobil penumpang dan mobil bus.
  1. **Kendaraan Bermotor**

Menurut Undang-Undang 28 tahun 2009 tentang pajak daerah dan retribusi daerah kendaraan bermotor adalah semua kendaraan beroda beserta gandengannya yang digunakan di semua jenis jalan darat, dan digerakkan oleh peralatan teknik berupa motor atau peralatan lainnya yang berfungsi untuk mengubah suatu sumber daya energi tertentu menjadi tenaga gerak kendaraan bermotor yang bersangkutan, termasuk alat-alat berat dan alat-alat besar yang dalam operasinya menggunakan roda dan motor dan tidak melekat secara permanen serta kendaraan bermotor yang dioperasikan di air. Termasuk dalam pengertian Kendaraan Bermotor adalah kendaraan bermotor beroda beserta gandengannya, yang dioperasikan di semua jenis jalan darat dan kendaraan bermotor yang dioperasikan di air dengan ukuran isi kotor GT 5 (lima Gross Tonnage) sampai dengan GT 7 (tujuh Gross Tonnage). Dikecualikan dari pengertian Kendaraan Bermotor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) adalah :

1. Kereta api;
2. Kendaraan Bermotor yang semata-mata digunakan untuk keperluan pertahanan dan keamanan negara;
3. Kendaraan bermotor yang dimiliki dan/atau dikuasai kedutaan, konsulat, perwakilan negara asing dengan asas timbal balik dan lembaga-lembaga internasional yang memperoleh fasilitas pembebasan pajak dari Pemerintah; dan objek Pajak lainnya yang ditetapkan dalam Peraturan Daerah.
   1. **Tanda Nomor Kendaraan Bermotor**

Tanda Nomor Kendaraan Bermotor (disingkat TNKB) atau sering disebut plat nomor adalah salah satu jenis identifikasi kendaraan bermotor. Plat nomor juga disebut plat registrasi kendaraan, atau di Amerika Serikat dikenal sebagai plat izin (license plate). Bentuknya berupa potongan plat logam atau plastik yang dipasang pada kendaraan bermotor sebagai identifikasi resmi. Plat nomor memiliki nomor seri yakni susunan huruf dan angka yang dikhususkan bagi kendaraan tersebut. Nomor ini di Indonesia disebut nomor polisi, dan biasa dipadukan dengan informasi lain mengenai kendaraan bersangkutan, seperti warna, merk, model, tahun pembuatan, nomor identifikasi kendaraan atau VIN dan tentu saja nama dan alamat pemilikinya. Semua data ini juga tertera dalam Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor atau STNK yang merupakan surat bukti bahwa nomor polisi itu memang ditetapkan bagi kendaraan tersebut. (Wikipedia, 2017)

Menurut Peraturan Kepala Kepolisian Negara Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2012 Tanda Nomor Kendaraan Bermotor yang selanjutnya disingkat TNKB adalah tanda registrasi dan identifikasi kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai bukti legitimasi pengoperasian kendaraan bermotor berupa pelat atau berbahan lain dengan spesifikasi tertentu yang diterbitkan Polri dan berisikan kode wilayah, nomor registrasi, serta masa berlaku dan dipasang pada kendaraan bermotor. (...........)

Menurut Undang-Undang RI No. 22 Tahun 2009 Pasal 68 setiap kendaraan bermotor yang dioperasikan dijalan wajib dilengkapi dengan Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor dan Tanda Nomor Kendaraan Bermotor. Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor memuat data kendaraan bermotor, identitas pemilik, nomor registrasi kendaraan bermotor, masa berlaku dan kode wilayah. Tanda Nomor Kendaraan Bermotor harus memenuhi syarat bentuk, ukuran, bahan dan cara pemasangan (Welas, 2010)

* 1. **Plat Nomor Kendaraan Bermotor di Indonesia**

### Spesifikasi Teknis

Tanda Nomor Kendaraan Bermotor berbentuk plat aluminium dengan cetakan tulisan dua baris. Baris pertama menunjukkan: kode wilayah (huruf), nomor polisi (angka), dan kode/seri akhir wilayah (huruf) dan baris kedua menunjukkan bulan dan tahun masa berlaku.

Bahan baku TNKB adalah aluminium dengan ketebalan 1 mm. Ukuran TNKB untuk kendaraan bermotor roda 2 dan roda 3 adalah 250x105 mm, sedangkan untuk kendaraan bermotor roda 4 atau lebih adalah 395x135 mm. Terdapat cetakan garis lurus pembatas lebar 5 mm diantara ruang nomor polisi dengan ruang angka masa berlaku.

Pada sudut kanan atas dan sudut kiri bawah terdapat tanda khusus (security mark) cetakan lambang Polisi Lalu Lintas; sedangkan pada sisi sebelah kanan dan sisi sebelah kiri ada tanda khusus cetakan "DITLANTAS POLRI" yang merupakan hak paten pembuatan TNKB oleh Polri.

### Warna

Warna Tanda Nomor Kendaraan Bermotor ditetapkan sebagai berikut:

* Kendaraan bermotor bukan umum dan kendaraan bermotor sewa: Warna dasar hitam dengan tulisan berwarna putih
* Kendaraan bermotor umum: Warna dasar kuning dengan tulisan berwarna hitam Kendaraan bermotor milik Pemerintah: Warna dasar merah dengan tulisan berwarna putih
* Kendaraan bermotor Corps Diplomatik Negara Asing: Warna dasar merah dengan tulisan berwarna hitam

### Nomor Urut Pendaftaran

Nomor urut pendaftaran kendaraan bermotor, atau disebut pula nomor polisi, diberikan sesuai dengan urutan pendaftaran kendaraan bermotor. Nomor urut tersebut terdiri dari 1-4 angka, dan ditempatkan setelah Kode Wilayah Pendaftaran. Nomor urut pendaftaran dialokasikan sesuai kelompok jenis kendaraan bermotor:

* 1 - 1999, dialokasikan untuk kendaraan penumpang
* 2000 - 6999, dialokasikan untuk sepeda motor
* 7000 - 7999, dialokasikan untuk bus
* 8000 - 9999, dialokasikan untuk kendaraan beban

Apabila nomor urut pendaftaran yang telah dialokasikan habis digunakan, maka nomor urut pendaftaran berikutnya kembali ke nomor awal yang telah dialokasikan dengan diberi tanda pengenal huruf seri A - Z di belakang angka pendaftaran. Apabila huruf di belakang angka sebagai tanda pengenal kelipatan telah sampai pada huruf Z, maka penomoran dapat menggunakan 2 huruf seri di belakang angka pendaftaran. Khusus untuk DKI Jakarta, dapat menggunakan hingga 3 huruf seri di belakang angka pendaftaran.

### Kode Wilayah Pendaftaran Kendaraan Bermotor

Kode wilayah pendaftaran kendaraan bermotor ditetapkan oleh Peraturan

Kapolri Nomor Polisi 4 Tahun 2006 pada daerah DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat

adalah sebagai berikut :

* B = DKI Jakarta, Kabupaten/Kota Tangerang, Kabupaten/Kota Bekasi, Kota Depok
* A = Banten: Kabupaten Serang, Kabupaten Pandeglang, Kota Cilegon, Kabupaten Lebak
* D = Kabupaten/Kota Bandung
* E = eks Karesidenan Cirebon: Kabupaten/Kota Cirebon, Kabupaten Indramayu, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Kuningan
* F = eks Karesidenan Bogor: Kabupaten/Kota Bogor, Kabupaten Cianjur,
* Kabupaten/Kota Sukabumi
* T = Kabupaten Purwakarta, Kabupaten Karawang, Kabupaten Subang
* Z = Kabupaten Garut, Kabupaten/Kota Tasikmalaya, Kabupaten Sumedang, Kabupaten Ciamis, Kota Banjar
  1. **Pajak**

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 6 tahun 1983 tentang ketentuan umum dan tata cara perpajakan pada pasal 1 ayat 1 berbunyi pajak adalah kontribusi wajib kepada negara yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa berdasarkan Undang-Undang, dengan tidak mendapatkan imbalan secara langsung dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

* 1. **Pajak Kendaraan Bermotor**

Menurut Undang-Undang 28 tahun 2009 tentang pajak daerah dan retribusi daerah, objek pajak kendaraan bermotor adalah kepemilikan dan/atau penguasaan kendaraan bermotor. Subjek pajak kendaraan bermotor adalah orang pribadi atau badan yang memiliki dan/atau menguasai kendaraan bermotor dimana wajib pajak kendaraan bermotor adalah orang pribadi atau Badan yang memiliki Kendaraan Bermotor.

Dasar pengenaan Pajak Kendaraan Bermotor adalah hasil perkalian dari 2 (dua) unsur pokok yaitu nilai jual kendaraan bermotor; dan bobot yang mencerminkan secara relatif tingkat kerusakan jalan dan/ayau pencemaran lingkungan akibat penggunaan kendaraan bermotor. Khusus untuk kendaraan bermotor yang digunakan di luar jalan umum, termasuk alat-alat berat dan alat-alat besar serta kendaraan di air, dasar pengenaan Pajak Kendaraan Bermotor adalah Nilai Jual Kendaraan Bermotor.

Nilai jual kendaraan bermotor ditentukan berdasarkan harga pasaran umum atas suatu kendaraan bermotor dimana harga pasaran umum yang dimaksud adalah harga rata-rata yang diperoleh dari berbagai sumber data yang akurat. Nilai jual kendaraan bermotor ditetapkan berdasarkan harga pasaran umum pada minggu pertama bulan desember tahun pajak sebelumnya.

Dalam hal Harga Pasaran Umum suatu Kendaraan Bermotor tidak diketahui, Nilai Jual Kendaraan Bermotor dapat ditentukan berdasarkan sebagian atau seluruh faktor-faktor :

* Harga Kendaraan Bermotor dengan isi silinder dan/atau satuan tenaga yang sama;
* Penggunaan Kendaraan bermotor untuk umum atau pribadi;
* Harga Kendaraan Bermotor dengan merek kendaraan Bermotor yang sama;
* Harga Kendaraan Bermotor dengan tahun pembuatan Kendaraan Bermotor yang sama;
* Harga Kendaraan Bermotor dengan Kendaraan Bermotor;
* Harga Kendaraan Bermotor dengan Kendaraan Bermotor sejenis; dan
* Harga Kendaraan Bermotor berdasarkan dokumen Pemberitahuan Impor Barang (PIB).

Tarif Pajak Kendaraan Bermotor pribadi ditetapkan sebagai berikut dibagi menjadi dua yaitu untuk kepemilikan Kendaraan Bermotor pertama paling rendah sebesar 1% (satu persen) dan paling tinggi sebesar 2% (dua persen) dan untuk kepemilikan Kendaraan Bermotor kedua dan seterusnya tarif dapat ditetapkan secara progresif paling rendah sebesar 2% (dua persen) dan paling tinggi sebesar 10% (sepuluh persen). Tarif pajak Kendaraan bermotor angkutan umum, ambulans, pemadam kebakaran, sosial keagamaan, lembaga sosial dan keagamaan, Pemerintah/TNI/POLRI, Pemerintah Daerah, dan Kendaraan lain yang ditetapkan dengan Peraturan Daerah, ditetapkan paling rendah sebesar 0,5% (nol koma lima persen) dan paling tinggi sebesar 1% (satu persen).Tarif Pajak Kendaraan Bermotor alat-alat berat dan alat-alat besar ditetapkan paling rendah sebesar 0,1% (nol koma satu persen) dan paling tinggi sebesar 0,2% (nol koma dua persen) dan Tarif Pajak Kendaraan Bermotor ditetapkan dengan Peraturan Daerah.

Besaran pokok Pajak Kendaraan Bermotor yang terutang dihitung dengan cara mengalikan tarif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (5) dengan dasar pengenaan pajak sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (9). Pajak Kendaraan Bermotor yang terutang dipungut di wilayah daerah tempat Kendaraan Bermotor terdaftar. Pemungutan Pajak Kendaraan Bermotor dilakukan bersamaan dengan penerbitan Surat Tanda Nomor Kendaraan Bermotor. Pemungutan pajak tahun berikutnya dilakukan di kas daerah atau bank yang ditunjuk oleh Kepala Daerah.

Pajak Kendaraan Bermotor dikenakan untuk Masa Pajak 12 (dua belas) bulan berturut-turut terhitung mulai saat pendaftaran Kendaraan Bermotor. Pajak Kendaraan Bermotor dibayar sekaligus di muka. Untuk Pajak Kendaraan Bermotor yang karena keadaan kahar (force majeure) Masa Pajaknya tidak sampai 12 (dua belas) bulan, dapat dilakukan restitusi atas pajak yang sudah dibayar untuk porsi Masa Pajak yang belum dilalui. Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara pelaksanaan restitusi diatur dengan Peraturan Gubernur. Hasil penerimaan Pajak Kendaraan Bermotor paling sedikit 10% (sepuluh persen), termasuk yang dibagihasilkan kepada kabupaten/kota, dialokasikan untuk pembangunan dan/atau pemeliharaan jalan serta peningkatan moda dan sarana transportasi umum.

* 1. **Citra**

Pengertian citra menurut Murni (1992, p5) adalah keluaran suatu sistem perekaman data yang dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal- sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat dijital sehingga dapat disimpan langsung pada suatu pita magnetik. Sedangkan menurut Banks (1990, p150) citra diartikan sebagai representasi dua dimensi dari bentuk 3 dimensi yang nyata. Bentuknya dapat bervariasi dari foto hitam putih hingga sebuah gambar bergerak dari TV berwarna.

Citra dapat dikelompokkan menjadi empat kelas berdasarkan presisi yang digunakan untuk menyatakan titik-titik koordinat dan untuk menyatakan nilai/tingkat keabuan (gray scale) atau warna suatu citra, yaitu:

1. Citra kontinu-kontinu
2. Citra kontinu-diskrit
3. Citra diskrit-kontinu
4. Citra diskrit-diskrit

Label pertama menyatakan presisi dari titik-titik koordinat pada bidang citra, sedangkan label kedua menyatakan tingkat keabuan atau warna. Kontinu dinyatakan dengan presisi angka tak terhingga sedangkan diskrit dinyatakan dengan presisi angka tertentu.

### Citra Digital

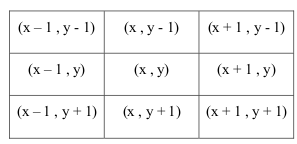
Citra digital (digital image) merupakan suatu array dua dimensi atau suatu matriks yang elemen-elemennya menyatakan tingkat keabuan dari elemen citra tersebut (Murni, 1992, p5). Untuk mengubah citra yang bersifat kontinu menjadi citra dijital, diperlukan proses pembuatan kisi-kisi arah horizontal dan vertikal, sehingga diperoleh gambar dalam bentuk array dua dimensi. Proses tersebut dikenal sebagai proses dijitasi atau sampling. Setiap elemen array tersebut dikenal sebagai elemen gambar atau piksel (pixel) yang merupakan singkatan dari picture element. Tingkat keabuan setiap piksel dinyatakan dengan suatu harga integer.

Hubungan yang ada antara piksel-piksel, antara lain (Gonzales dan Woods, 1993, p40).

* Neighbours of a pixel31

Dimisalkan piksel F terletak di koordinat (x,y), maka yang disebut delapan neighbours (neighbours of a pixel) atau N 8 (F) adalah piksel-piksel yang memiliki koordinat:

*(x+1,y),(x-1,y),(x,y+1),(x,y-1),(x+1,y+1),(x-1,y+1),(x+1,y-1), dan (x-1,y-1).*



Gambar 2.2 Posisi Neighbours of a Pixel

* Konektivitas (Connectivity)

Konektivitas antara piksel yang satu dengan yang lainnya ditentukan selain oleh letaknya, juga oleh toleransi skala warna yang terdapat dalam citra.

### Model Warna RGB

Sesuai dengan namanya, RGB merupakan model warna yang menggunakan tiga warna dasar, yaitu merah (red), hijau (green), dan biru (blue), dimana masing-masing warna memiliki tingkat intensitas warna dari 0 sampai dengan 255, yang menyatakan tingkat keterangan warna mulai dari yang paling glap hingga yang paling terang. Memang tidak semua warna dapat diperoleh dengan menggunakan variasi nilai dari ketiga warna tersebut, akan tetapi sebagian warna yang diperlukan sudah tercakup dalam model warna RGB ini. Banyaknya warna yang dapat dibentuk oleh model warna RGB ini adalah 256 (intensitas piksel merah) x 256 (intensitas piksel hijau) x 256 (intensitas piksel biru), hasilnya lebih kurang enam belas juta tujuh ratus ribu warna, merupakan varian warna yang sangat banyak.

(http://proxy2.siit.tu.ac.th/bunyarit/students/carplate/halfterm\_report.pdf)

Sebuah citra berwarna dapat dibentuk dengan mengatur nilai dari tingkat kecerahan gambar pada setiap piksel, dengan menggunakan warna-warna dasar seperti merah, hijau, dan biru dari cahaya yang terdeteksi. Salah satu caranya dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah kamera dijital, dimana sensornya dapat mengukur radiasi panjang gelombang dari merah, hijau, dan biru untuk semua titik dalam citra. Adapun arsitektur warna dari model warna RGB sebagai berikut:

1. Warna merah akan terbentuk jika piksel hijau dan biru bernilai 0, sedangkan piksel merah bernilai antara 1 – 254.
2. Warna hijau akan terbentuk jika piksel merah dan biru bernilai 0, sedangkan piksel hijau bernilai antara 1 – 254.
3. Warna biru akan terbentuk jika piksel merah dan hijau bernilai 0, sedangkan piksel biru bernilai antara 1 – 254.
4. Warna kuning akan terbentuk jika hanya piksel biru saja yang bernilai 0, sedangkan piksel merah dan hijau bernilai sama besar.
5. Warna magenta akan terbentuk jika hanya piksel hijau saja yang bernilai 0, sedangkan piksel merah dan biru bernilai sama besar.
6. Warna cyan akan terbentuk jika hanya piksel merah saja yang bernilai 0, sedangkan piksel hijau dan biru bernilai sama besar.
7. Warna keabuan akan terbentuk jika semua warna dasar RGB bernilai sama.
8. Warna hitam akan terbentuk jika semua warna dasar RGB bernilai 0.
9. Warna putih akan terbentuk jika semua warna dasar RGB bernilai 255.
10. Selain kesembilan penjelasan di atas, warna yang dibentuk merupakan varian model warna RGB.

Illustrasi dan penjelasan dari model warna RGB dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



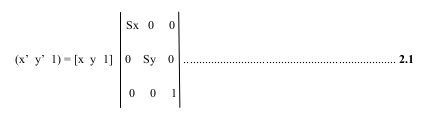
Gambar 2.3 Model Warna RGB

* 1. **Pengolahan Citra (*Image Processing*)**

Menurut Murni (1992, p5) pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran berbentuk citra. Teknik pengolahan citra menggunakan komputer untuk mendijitasi pola bayangan dan warna dari gambar yang sudah tersedia. Informasi yang telah terdijitasi ini kemudian ditransfer ke layar dari monitor video. Pengolahan citra banyak digunakan dalam dunia fotografi (misalnya mengubah intensitas cahaya sebuah foto), dunia perfilman (animasi), dunia kedokteran (untuk membuat analisa medis), dan dunia game.

### Penyekalaan (Scalling)

Menurut Hearn dan Baker (1986, p107), penyekalaan merupakan proses pengolahan citra yang bertujuan untuk mengubah ukuran (dimensi) dari suatu citra. Perubahan citra yang terjadi akibat proses penyekalaan akan menyebabkan citra berubah menjadi citra baru yang ukurannya sesuai dengan skala perubahan yang ditetapkan, umumnya dikenal dengan sebutan faktor skala. Berikut ini adalah rumus penyekalaan menurut Hearn dan Baker (1986, p108):



keterangan :

x’ : koordinat x setelah penyekalaan

y’ : koordinat y setelah penyekalaan

x : koordinat x sebelum penyekalaan

y : koordinat y sebelum penyekalaan

Sx : faktor skala sumbu x

Sy : faktor skala sumbu y

Ada 3 macam perubahan yang dapat terjadi akibat proses penyekalaan, yaitu:

* 1. Perubahan lebar citra, terjadi ketika citra hanya dikalikan oleh faktor skala dengan arah sumbu x saja.
  2. Perubahan tinggi citra, terjadi ketika citra hanya dikalikan oleh faktor skala dengan arah sumbu y saja.
  3. Perubahan lebar dan tinggi citra, terjadi ketika citra dikalikan oleh faktor skala, baik ke arah sumbu x, maupun ke arah sumbu y. Citra akan terskala dengan sempurna (perubahan tinggi dan lebar yang terjadi sebanding dengan tinggi dan lebar dari citra asalnya), jika faktor skala arah sumbu x bernilai sama dengan faktor skala arah sumbu y.

### Binerisasi

Binerisasi merupakan sebuah metode untuk mengubah citra keabuan menjadi citra biner, sehingga objek yang diinginkan dalam gambar dapat terpisah dari latar belakangnya (Jain, Kasturi, dan Schunck, 1995, p29). Pengertian serupa juga diungkapkan oleh Davies (1990, p79) yang mengatakan bahwa binerisasi adalah sebuah metode untuk mengubah citra keabuan menjadi citra biner dengan objek terlihat hitam sedangkan latar belakang berwarna putih.

Tujuan dari binerisasi adalah untuk memisahkan piksel yang mempunyai nilai keabuan (grey level) lebih tinggi dengan yang lebih rendah. Piksel yang nilai keabuannya lebih tinggi akan diberi nilai biner 1, sedangkan piksel dengan nilai keabuan lebih rendah akan diberi nilai biner 0. Pemberian nilai biner dapat pula dibalik, disebut binerisasi terbalaik (inverse thresholding), untuk lebih memperjelas objek yang diteliti. Sebagai contoh, pada plat nomor kendaraan bermotor, bila dilakukan binerisasi terbalik, maka karakter hasil binerisasi akan terlihat hitam dan latar belakang terlihat putih. Berdasarkan penentuan nilai ambangnya, binerisasi dibedakan menjadi 2 macam, yaitu:

1. Fixed threshold, nilai ambang dipilih secara independen
2. Histogram derived thresholding, nilai ambang ditentukan secara otomatis berdasarkan histogram

### Segmentasi

Segmentasi menurut Ramesh Jain, Kasturi, dan Schunck (1995, p28) diartikan sebagai sebuah metode untuk membagi sebuah gambar menjadi sub-sub gambar yang disebut area (region). Ada 2 pendekatan yang dapat digunakan untuk membagi gambar-gambar menjadi daerah-daerah tertentu (Jain, Kasturi, Schunck, 1995, p73 - 75):

* 1. Region-based
  2. Boundary estimation menggunakan edge detection

Pada pendekatan region-based, semua piksel yang berkorespondensi dengan sebuah objek dikelompokkan bersama dan diberikan flag yang menandakan bahwa mereka merupakan satu area. Dua prinsip yang penting dalam pendekatan ini adalah value similiarity dan spatial proximity. Dua piksel dapat dikelompokkan menjadi satu bila mempunyai karakteristik intensitas yang serupa atau bila keduanya memiliki jarak yang berdekatan. Sedangkan pada pendekatan boundary estimation menggunakan edge detection, segmentasi dilakukan dengan menemukan piksel-piksel yang terletak pada batas area. Piksel-piksel tersebut (yang disebut edges) dapat diperoleh dengan melihat piksel-piksel yang bertetangga (neighbouring pixels).

### Pemotongan (Cropping)

Dalam bahasa Inggris, istilah pemotongan, selain disebut sebagai cropping, dapat pula disebut sebagai trimming. Definisi (http://desktoppub.about.com/library/glossary/bldef-crop.htm) adalah pemotongan kegiatan memotong bagian yang tidak perlu dari sebuah citra. Pemotongan dapat dilakukan dengan menentukan koordinat awal, lebar, dan tinggi dari citra yang ingin dipotong. Pemotongan akan menciptakan suatucitra baru yang merupakan bagian dari citra asalnya. Pemotongan juga menyebabkan ukuran dari suatu citra berubah menjadi lebih kecil, entah lebarnya saja, tingginya saja, atau bahkan keduanya.

### Pengenalan Pola (Pattern Recognition)

Pengenalan pola memiliki arti bidang studi yang melakukan proses analisis gambar yang bentuk masukannya adalah gambar itu sendiri atau dapat juga berupa citra dijital dan bentuk keluarannya adalah suatu deskripsi (Murni, 1992, p168). Tujuan dari adanya pengenalan pola ini adalah untuk meniru kemampuan manusia (otak manusia) dalam mengenali suatu objek/pola tertentu. Berdasarkan pendapat Bow (1982, p3), objek/pola yang dapat dikenali ada 2 macam:

1. Abstrak

Contoh bentuk abstrak antara lain adalah ide dan argumen. Pengenalan untuk bentuk semacam ini misalnya dengan conceptual recognition.

1. Konkrit

Bentuk konkrit contohnya karakter, simbol, gambar, tanda tangan, tulisan tanagn, gelombang suara (speech waveform), dll. Pengenalan untuk bentuk semacam ini misalnya ICR (Intelligence Charachter Recognition), OCR (Optical Character Recognition), handwriting recognition, dll.

Teknik pattern recognition yang umum (Pearson, 1991, p85-91):

1. Template matching

Template matching merupakan teknik pengenalan pola yang paling sederhana. Pola identifikasi dengan cara membandingkan pola masukan (input pattern) dengan daftar representasi pola yang sudah disimpan. Representasi pola yang sudah disimpan tersebut disebut template.

1. Metode statistik (statistical method)

Teknik pengenalan pola secara statistik (disebut juga decision-theoretic technique) menentukan masukan yang bagaimanakah yang termasuk ke dalam suatu kelas tertentu.

1. Teknik struktural atau semantic (structural or semantic technique)

Prinsip dari teknik ini adalah pengamatan terhadap banyak pola yang berstruktur dan dapat diekspresikan sebagai komposisi deri sub-sub pola. Oleh karena itu, pola dapat ditentukan dengan sebuah kalimat dari pola sederhana yang primitive (misalnya garis lurus dan garis lengkung). Contoh penggunaan pengenalan pola: pengenalan huruf kanji, analisa medis, interpretasi citra suatu area/daerah.

### Pengenalan Karakter (Character Recognition)

Definisi dari pengenalan karakter adalah bidang aplikasi dari pengenalan pola yang melibatkan representasi gambar garis dua dimensi dari sebuah karakter (Fairhust, 1988, p106). Pengenalan karakter adalah proses pengubahan citra, baik berupa citra yang dicetak oleh mesin atau citra berupa tulisan tangan, menjadi format yang dapat diproses oleh komputer (sebagai contoh dalam format ASCII). Isi dari sebuah citra dapat terdiri dari karakter alphabet (a, b, c,...), karakter numerik (0, 1, 2,...), karakter khusus ($, %, &,...), atau objek lain yang tidak dapat diidentifikasikan.

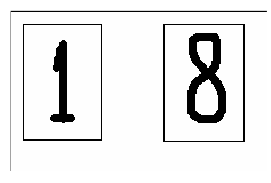
### Metode Pengenalan Karakter

Terdapat beberapa metode pengenalan karakter yang menggunakan berbagai pendekatan (http://www.tawpi.org/pdf/Priciples\_of\_ICR.pdf) seperti:

Pendekatan statistik (statistical approach), pendekatan semantik (semantic approach), dan pendekatan gabungan statistik dan semantik (metode hibrid). Selain menggunakan pendekatan-pendekatan tersebut, pengenalan karakter juga dapat dilakukan dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan (artificial neural network).

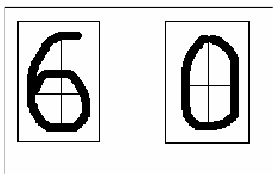
### Pendekatan Statistik

Pendekatan statistik dilakukan dengan menghitung parameter statistik setiap karakter dan membandingkan parameter tersebut dengan parameter statistik dari karakter yang sama yang telah tersimpan dalam basis data. Karena setiap gambar gambar karakter tersebut terdiri dari nilai pixel yang diwakili oleh 0 dan 1, pendekatan ini akan menghitung banyaknya piksel hitam, atau perbandingan jumlah piksel hitam dan putihnya. Sebagai contoh, karakter angka satu (‘1’) memiliki piksel hitam lebih sedikit dari angka delapan (‘8’). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada ilustrasi berikut:



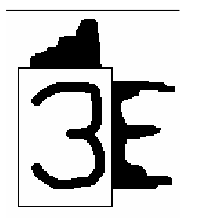
Gambar 2.15 Model Angka 1 dan 8

Dengan pendekatan yang sama, sepintas kita perhatikan bahwa karakter angka enam (‘6’) dan nol (‘0’) memiliki rasio ketinggian yang berbeda.



Gambar 2.16 Model Angka 6 dan 0

Lebih jauh lagi adalah algoritma yang didasari pada histogram dimensi satu yang dapat diekstrak dari gambar dijital. Histogram adalah sebuah pemetaan yang menggambarkan distribusi intensitas piksel dari sebuah citra biner. Histogram sangat berguna pada banyak aplikasi. Histogram dapat digunakan untuk menemukan nilai ambang yang sesuai dalam pendeteksian objek. Selain itu, histogram juga dapat digunakan dalam normalisasi gambar (picture normalization) dengan menggunakan histogram matching (Shi-Kuo Chang, 1989, p342). Pendekatan ini menggunakan histogram yang mencerminkan secara grafik jumlah piksel hitam dalam setiap baris dan kolomnya. Dengan memproyeksikan piksel hitam yang dihitung secara horizontal dan vertikal, sangat dimungkinkan untuk membedakan banyak macam karakter yang ada. Contohnya dapat terlihat pada ilustrasi berikut ini:



Gambar 2.17 Model Histogram Angka 3

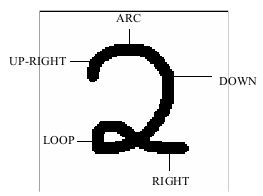
Secara singkat, dengan analisa yang teliti dari histogram tersebut, sangat

mungkin untuk membedakan setiap karakter yang ada.

### Pendekatan Semantik

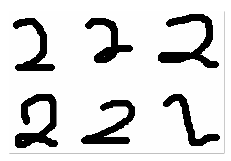
Pendekatan semantik merupakan metode pengenalan karakter yang didasarkan pada identifikasi rangka (contour) yang dinyatakan dalam piksel-piksel untuk menemukan karakteristik-karakteristik khusus atau hubungan untuk setiap dijitnya. Poin penting dari pendekatan semantik yang digunakan untuk mengenali karakter antara lain:

* Pertama, mengenali cara dimana rangka dari karakter direfleksikan dalam piksel yang mewakilinya.
* Kedua, mencoba menemukan karakteristik yang mirip untuk setiap karakter.



Gambar 2.18 Model Deskripsi Semantik Angka 2

Illustrasi berikut menunjukkan contoh dari variasi angka 2. Meskipun mempunyai bentuk yang berbeda, tetapi deskripsi secara semantiknya identik.



Gambar 2.19 Variasi Bentuk Angka 2

Keuntungan menggunakan pendekatan semantik adalah variasi bentuk karakter yang berbeda mempunyai deskripsi semantik yang identik. Pada beberapa kasus didapat deskripsi yang sedikit berbeda, tetapi secara keseluruhan deskripsi semantik sebuah karakter dengan bentuk yang bervariasi akan tetap identik. Namun, pendekatan ini memiliki kekurangan, yaitu bila karakter tersebut rusak (misalnya: terputus), maka pendekatan semantik tidak akan dapat mengenali karakter tersebut.

### Metode Hibrid

Untuk mengenali sebuah karakter, baik dengan menggunakan pendekatan

statistik atau pendekatan semantik, akan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Oleh sebab itu, dikembangkan suatu algoritma baru untuk mengatasi kelemahan dari kedua pendekatan tersebut. Metode penggabungan kedua pendekatan tersebut dinamakan metode hibrid.

* 2. **Convolutional Neural Network (CNN)**

Convolutional Neural Network (CNN) adalah pengembangan dari Multilayer Perceptron (MLP) yang didesain untuk mengolah data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis Deep Neural Network karena kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada data citra. Pada kasus klasifikasi citra, MLP kurang sesuai untuk digunakan karena tidak menyimpan informasi spasial dari data citra dan menganggap setiap piksel adalah fitur yang independen sehingga menghasilkan hasil yang kurang baik. CNN pertama kali dikembangkan dengan nama NeoCognitron oleh Kunihiko Fukushima, seorang peneliti dari NHK Broadcasting Science Research Laboratories, Kinuta, Setagaya, Tokyo, Jepang [4]. Konsep tersebut kemudian dimatangkan oleh Yann LeChun, seorang peneliti dari AT&T Bell Laboratories di Holmdel, New Jersey, USA. Model CNN dengan nama LeNet berhasil diterapkan oleh LeChun pada penelitiannya mengenai pengenalan angka dan tulisan tangan [1]. Pada tahun 2012, Alex Krizhevsky dengan penerapan CNN miliknya berhasil menjuarai kompetisi ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge 2012. Prestasi tersebut menjadi momen pembuktian bahwa metode Deep Learning, khususnya CNN. Metode CNN terbukti berhasil mengungguli metode Machine Learning lainnya seperti SVM pada kasus klasifikasi objek pada citra.

### Konsep Convolutional Neural Network

Cara kerja CNN memiliki kesamaan pada MLP, namun dalam CNN setiap neuron dipresentasikan dalam bentuk dua dimensi, tidak seperti MLP yang setiap neuron hanya berukuran satu dimensi.



Gambar. 1. Arsitektur MLP Sederhana

Sebuah MLP seperti pada Gambar. 1. memiliki i layer (kotak merah dan biru) dengan masing-masing layer berisi j i neuron (lingkaran putih). MLP menerima input data satu dimensi dan mempropagasikan data tersebut pada jaringan hingga menghasilkan output. Setiap hubungan antar neuron pada dua layer yang bersebelahan memiliki parameter bobot satu dimensi yang menentukan kualitas mode. Disetiap data input pada layer dilakukan operasi linear dengan nilai bobot yang ada, kemudian hasil komputasi akan ditransformasi menggunakan operasi non linear yang disebut sebagai fungsi aktivasi.

Pada CNN, data yang dipropagasikan pada jaringan adalah data dua dimensi, sehingga operasi linear dan parameter bobot pada CNN berbeda. Pada CNN operasi linear menggunakan operasi konvolusi, sedangkan bobot tidak lagi satu dimensi saja, namun berbentuk empat dimensi yang merupakan kumpulan kernel konvolusi seperti pada Gambar.2. Dimensi bobot pada CNN adalah:

*neuron input x neuron output x tinggi x lebar*

Karena sifat proses konvolusi, maka CNN hanya dapat digunakan pada data yang memiliki struktur dua dimensi seperti citra dan suara.



Gambar.2. Proses Konvolusi pada CNN

### Arsitektur Jaringan Convolutional Neural Network

JST terdiri dari berbagai layer dan beberapa neuron pada masing-masing layer. Kedua hal tersebut tidak dapat ditentukan menggunakan aturan yang pasti dan berlaku berbeda-beda pada data yang berbeda.

Pada kasus MLP, sebuah jaringan tanpa hidden layer dapat memetakan persamaan linear apapun, sedangkan jaringan dengan satu atau dua hidden layer dapat memetakan sebagian besar persamaan pada data sederhana.

Namun pada data yang lebih kompleks, MLP memiliki keterbatasan. Pada permasalahan jumlah hidden layer dibawah tiga layer, terdapat pendekatan untuk menentukan jumlah neuron pada masing-masing layer untuk mendekati hasil optimal. Penggunaan layer diatas dua pada umumnya tidak direkomendasikan dikarenakan akan menyebabkan overfitting serta kekuatan backpropagation berkurang secara signifikan.

Dengan berkembangnya deep learning, ditemukan bahwa untuk mengatasi kekurangan MLP dalam menangani data kompleks, diperlukan fungsi untuk mentransformasi data input menjadi bentuk yang lebih mudah dimengerti oleh MLP. Hal tersebut memicu berkembangnya deep learning dimana dalam satu model diberi beberapa layer untuk melakukan transformasi data sebelum data diolah menggunakan metode klasifikasi. Hal tersebut memicu berkembangnya model neural network dengan jumlah layer diatas tiga. Namun dikarenakan fungsi layer awal sebagai metode ekstraksi fitur, maka jumlah layer dalam sebuah DNN tidak memiliki aturan universal dan berlaku berbeda-beda tergantung dataset yang digunakan.

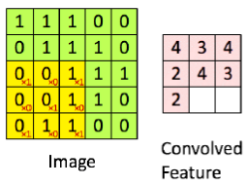
Karena hal tersebut, jumlah layer pada jaringan serta jumlah neuron pada masing-masing layer dianggap sebagai hyperparameter dan dioptimasi menggunakan pendekatan searching.

Sebuah CNN terdiri dari beberapa layer. Berdasarkan aristektur LeNet5, terdapat empat macam layer utama pada sebuah CNN namun yang diterapkan pada TA ini hanya tiga macam lapisan lantara lain:

1. *Convolution Layer*

Convolution Layer melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya. Layer tersebut adalah proses utama yang mendasari sebuah CNN. Konvolusi adalah suatu istilah matematis yang berati mengaplikasikan sebuah fungsi pada output fungsi lain secara berulang. Dalam pengolahan citra, konvolusi berati mengaplikasikan sebuah kernel(kotak kuning) pada citra disemua offset yang memungkinkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar.3. Kotak hijau secara keseluruhan adalah citra yang akan dikonvolusi. Kernel bergerak dari sudut kiri atas ke kanan bawah. Sehingga hasil konvolusi dari citra tersebut dapat dilihat pada gambar disebelah kanannya.

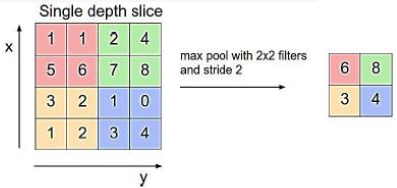
Tujuan dilakukannya konvolusi pada data citra adalah untuk mengekstraksi fitur dari citra input. Konvolusi akan menghasilkan transformasi linear dari data input sesuai informasi spasial pada data. Bobot pada layer tersebut menspesifikasikan kernel konvolusi yang digunakan, sehingga kernel konvolusi dapat dilatih berdasarkan input pada CNN.



Gambar.3. Operasi Konvolusi

1. Subsampling Layer

Subsampling adalah proses mereduksi ukuran sebuah data citra. Dalam pengolahan citra, subsampling juga bertujuan untuk meningkatkan invariansi posisi dari fitur. Dalam sebagian besar CNN, metode subsampling yang digunakan adalah max pooling. Max pooling membagi output dari convolution layer menjadi beberapa grid kecil lalu mengambil nilai maksimal dari setiap grid untuk menyusun matriks citra yang telah direduksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar.4. Grid yang berwarna merah, hijau, kuning dan biru merupakan kelompok grid yang akan dipilih nilai maksimumnya. Sehingga hasil dari proses tersebut dapat dilihat pada kumpulan grid disebelah kanannya. Proses tersebut memastikan fitur yang didapatkan akan sama meskipun objek citra mengalami translasi (pergeseran).



Gambar.4. Operasi Max Pooling

Menurut Springenberg et al. [10], penggunaan pooling layer pada CNN hanya bertujuan untuk mereduksi ukuran citra sehingga dapat dengan mudah digantikan dengan sebuah convolution layer dengan stride yang sama dengan pooling layer yang bersangkutan.

1. Fully Connected Layer

Layer tersebut adalah layer yang biasanya digunakan dalam penerapan MLP dan bertujuan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar data dapat diklasifikasikan secara linear.

Setiap neuron pada convolution layer perlu ditransformasi menjadi data satu dimensi terlebih dahulu sebelum dapat dimasukkan ke dalam sebuah fully connected layer. Karena hal tersebut menyebabkan data kehilangan informasi spasialnya dan tidak reversibel, fully connected layer hanya dapat diimplementasikan di akhir jaringan.

Dalam sebuah jurnal oleh Lin et al., dijelaskan bahwa convolution layer dengan ukuran kernel 1 x 1 melakukan fungsi yang sama dengan sebuah fully connected layer namun dengan tetap mempertahankan karakter spasial dari data. Hal tersebut membuat penggunaan fully connectedlayer pada CNN sekarang tidak banyak dipakai.

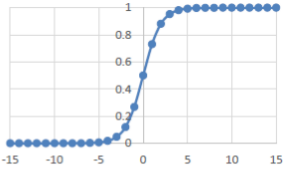
### Fungsi Aktivasi

Fungsi aktivasi adalah fungsi non linear yang memungkinkan sebuah JST untuk dapat mentransformasi data input menjadi dimensi yang lebih tinggi sehingga dapat dilakukan pemotongan hyperlane sederhana yang memungkinkan dilakukan klasifikasi. Dalam CNN terdapat fungsi aktivasi digunakan yaitu fungsi sigmoid.

Fungsi sigmoid mentransformasi range nilai dari input x menjadi antara 0 dan 1 dengan bentuk distribusi fungsi seperti pada Gambar.5. Sehingga fungsi sigmoid memiliki bentuk sebagai berikut:

.............................(1)

Fungsi sigmoid sekarang sudah tidak banyak digunakan dalam praktek karena memiliki kelemahan utama yaitu range nilai output dari fungsi sigmoid tidak terpusat pada angka nol. Hal tersebut menyebabkan terjadinya proses backpropagation yang tidak ideal, selain itu bobot pada JST tidak terdistribusi rata antara nilai positif dan negatif serta nilai bobot akan banyak mendekati ekstrim 0 atau 1. Dikarenakan komputasi nilai propagasi menggunakan perkalian, maka nilai ekstrim tersebut akan menyebabkan efek saturating gradients dimana jika nilai bobot cukup kecil, maka lama kelamaan nilai bobot akan mendekati salah satu ekstrim sehingga memiliki gradien yang mendekati nol. Jika hal tersebut terjadi, maka neuron tersebut tidak akan dapat mengalami update yang signifikan dan akan nonaktif.



Gambar.5. Distribusi Fungsi Sigmoid

1. Basis Data
2. Text Processing
3. Python