

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Artificial Intelligence

Pada awal diciptakannya, komputer hanya digunakan sebagai alat komputasi belaka. Seiring dengan perkembangan waktu, penggunaan komputer semakin mendominasi kehidupan manusia maka komputerpun tidak hanya digunakan sebagai alat hitung saja. Tetapi lebih daripada itu yaitu menggantikan beberapa pekerjaan yang biasanya dilakukan oleh manusia. Manusia menjadi pintar dalam menyelesaikan segala permasalahan yang dihadapi karena manusia mempunyai pengetahuan dan pengalaman. Pengetahuan didapatkan dari proses belajar, pengalaman didapatkan karena perjalanan waktu dan kehidupan yang dialami oleh manusia. Semakin banyak bekal pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki seseorang, diharapkan orang tersebut lebih mampu menyelesaikan masalah yang dihadapinya.

Namun bekal pengetahuan saja tidak cukup, manusia juga diberi akal untuk melakukan penalaran, mengambil kesimpulan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang dimilikinya. Tanpa memiliki kemampuan penalaran yang baik, tidak ada artinya manusia itu memiliki pengetahuan dan pengalaman sebanyak apapun. Demikian juga sebaliknya, walaupun seorang manusia mempunyai kemampuan penalaran yang baik, namun tanpa bekal pengetahuan dan pengalaman yang memadai, manusia juga tidak dapat menyelesaikan masalah dengan baik.

Dilihat dari semua kelebihan manusia diatas yang dapat menyelesaikan masalah dengan penalaran, pengetahuan dan pengalamannya, maka para peneliti mencoba untuk

menerapkannya di komputer agar komputer dapat bertindak seperti dan sebaik manusia sehingga komputer diberikan bekal pengetahuan dan kemampuan untuk menalar. Dari situlah muncul suatu istilah yang disebut *Artificial Intelligence* atau kecerdasan buatan.

Tidak ada definisi yang memuaskan untuk kecerdasan. Kecerdasan dapat diartikan sebagai kemampuan untuk memperoleh pengetahuan dan menggunakannya. Kecerdasan buatan adalah ilmu pengetahuan dan bagaimana cara membuat mesin cerdas, terutama program komputer yang cerdas. Hal tersebut berhubungan dengan bagaimana menggunakan komputer dalam memahami kecerdasan manusia, tetapi AI tidak hanya terbatas pada metode yang hanya bisa diobservasi secara biologi saja. Kecerdasan buatan khusus ditujukan dalam perancangan otomatisasi tingkah laku cerdas dalam sistem kecerdasan komputer. Sistem memperlihatkan sifat-sifat khas yang dihubungkan dengan kecerdasan dalam kelakuan atau tindak-tanduk yang sepenuhnya bisa menirukan beberapa fungsi otak manusia.

Artificial Intelligence juga dapat didefinisikan sebagai kecerdasan yang dibuat oleh manusia. Sistem seperti ini biasa diasumsikan sebagai komputer. Meskipun AI memiliki makna *Science Fiction*, AI merupakan salah satu jenis cabang yang sangat penting bagi perkembangan ilmu komputer yang mempelajari masalah kecerdasan tingkah laku, pembelajaran, dan adaptasi pada suatu mesin. Penelitian yang dilakukan pada AI ditujukan untuk menghasilkan suatu mesin yang bisa menirukan pekerjaan yang membutuhkan kebiasaan yang cerdas. Beberapa diantara tugas tersebut adalah kontrol, perencanaan dan penjadwalan, dan kemampuan untuk menjawab diagnosa (sistem pakar). Sekarang ini AI digunakan di bidang ekonomi, pengobatan, teknik, dan militer, juga digunakan di berbagai aplikasi komputer rumahan dan video games (Anonymous, 2006).

Terdapat dua bagian yang penting pada AI untuk dapat belajar seperti layaknya manusia, yaitu :

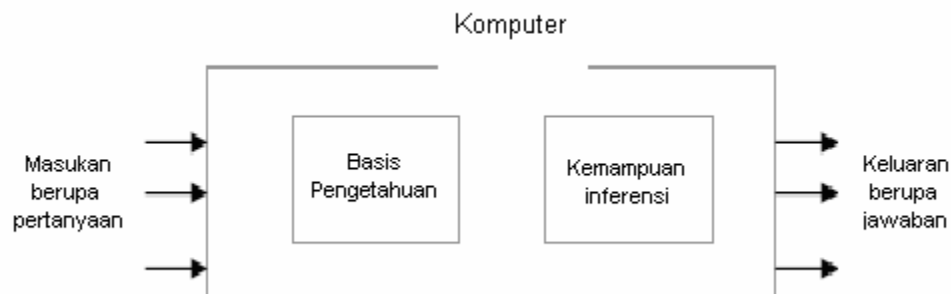
1. *Knowledge Base* (Basis Pengetahuan)

Basis pengetahuan yang berisi data, fakta-fakta, teori atau aturan-aturan yang diberikan dalam bentuk data (perangkat lunak), knowledge ini yang akan tersimpan terus, semakin banyak knowledge yang dimiliki semakin pintar komputer berpikir.

2. *Inference Engine* (Mesin Inferensi)

Mesin inferensi adalah yang merangkai basis data untuk menjadi suatu kesimpulan, mesin inferensi ini yang akan mengambil basis pengetahuan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang diberikan kepada komputer, data yang diambil dari basis pengetahuan berdasarkan masalah yang dihadapi dan berbeda untuk setiap masalah yang dihadapinya, jika tidak menemukan data yang diinginkan komputer akan menyimpan masalah kedalam data.

Pengetahuan terdiri atas fakta, pemikiran, teori, prosedur, dan hubungannya satu sama lain. Pengetahuan juga merupakan informasi terorganisir dan teranalisis agar lebih mudah dimengerti dan bisa diterapkan pada pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Dalam pangkalan pengetahuan dan kemampuan untuk menarik kesimpulan melalui pengalaman (inferensi), komputer dapat disejajarkan sebagai alat bantu yang bisa digunakan secara praktis dalam memecahkan masalah dan mengambil keputusan. Diagram berikut ini menggambarkan konsep komputer yang menggunakan teknik kecerdasan buatan dalam suatu aplikasi yang sederhana.



Gambar 2.1 Konsep komputer yang menggunakan teknik kecerdasan buatan

Secara garis besar, AI terbagi dalam dua pemikiran yaitu AI Konvensional dan Kecerdasan Komputasional (CI, *Computational Intelligence*). AI Konvensional kebanyakan melibatkan metoda-metoda yang sekarang diklasifikasikan sebagai pembelajaran mesin, yang ditandai dengan formalisme dan analisis statistik. Dikenal juga sebagai AI simbolis, AI logis, AI murni dan AI cara lama (GOFAI, *Good Old Fashioned Artificial Intelligence*)(http://id.wikipedia.org/wiki/Kecerdasan_buatan).

Metoda-metodanya meliputi :

1. Sistem Pakar, menerapkan kapabilitas pertimbangan untuk mencapai kesimpulan. Sebuah sistem pakar dapat memproses sejumlah besar informasi yang diketahui dan menyediakan kesimpulan-kesimpulan berdasarkan pada informasi-informasi tersebut.
2. Pertimbangan berdasarkan kasus.
3. Jaringan Bayesian.
4. AI berdasarkan tingkah laku metoda modular pada pembentukan sistem AI secara manual.

Kecerdasan Komputasional melibatkan pengembangan atau pembelajaran iteratif (misalnya penalaran parameter seperti dalam sistem koneksionis. Pembelajaran ini berdasarkan pada data empiris dan diasosiasikan dengan AI non-simbolis, AI yang tak teratur dan perhitungan lunak. Metoda-metoda pokoknya meliputi :

1. Jaringan Syaraf, sistem dengan kemampuan pengenalan pola yang sangat kuat.
2. Sistem Fuzzy, teknik-teknik untuk pertimbangan di bawah ketidakpastian, telah digunakan secara meluas dalam industri modern dan sistem kendali produk konsumen.
3. Komputasi Evolusioner, merupakan konsep-konsep yang terinspirasi secara biologis seperti populasi, mutasi dan "*survival of the fittest*" untuk menghasilkan pemecahan masalah yang lebih baik.

Metoda-metoda ini terutama dibagi menjadi algoritma evolusioner (misalnya, algoritma genetik) dan kecerdasan berkelompok (misalnya, algoritma semut). Dengan sistem cerdas hibrid, percobaan-percobaan dibuat untuk menggabungkan kedua kelompok ini. Aturan inferensi pakar dapat dibangkitkan melalui jaringan syaraf atau aturan produksi dan pembelajaran statistik seperti dalam ACT-R. Sebuah pendekatan baru yang menjanjikan disebutkan bahwa penguatan kecerdasan mencoba untuk mencapai kecerdasan buatan dalam proses pengembangan evolusioner sebagai efek samping dari penguatan kecerdasan manusia melalui teknologi.

Ada banyak jenis kecerdasan buatan, setidaknya ada lima jenis kecerdasan buatan yang sering kita jumpai, yaitu :

1. Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Networks*)

Merupakan sekelompok jaringan syaraf (neuron) buatan yang menggunakan model matematis atau komputasi untuk pemrosesan informasi berdasarkan pendekatan terhubung pada komputasi. Pada kebanyakan kasus, JST merupakan sistem adaptif yang merubah strukturnya berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut.

2. Logika Fuzzy (*Fuzzy Logics*)

Suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output.

3. Algoritma Genetik (*Genetic Algorithms*)

Algoritma Genetik biasanya digunakan dibidang kedokteran, misalnya untuk menganalisis DNA.

4. Robotika (*Robotics*)

AI ini banyak digunakan di pabrik. Biasanya dibuat untuk melakukan kegiatan otomatisasi, misalnya dalam PLC (*Programmable Logic Control*).

5. Permainan Komputer (*Games*)

AI jenis ini yang paling disukai oleh anak-anak, misalnya untuk memainkan game *Age of Mythology* atau *Counter Strike*.

AI termasuk bidang ilmu yang relatif muda. Pada tahun 1950-an para peneliti mulai memikirkan bagaimana caranya agar mesin dapat melakukan pekerjaan yang bisa dikerjakan oleh manusia. Alan Turing, seorang matematikawan dari Inggris pertama kali mengusulkan adanya tes untuk melihat bisa tidaknya sebuah mesin dikatakan cerdas. Hasil tes tersebut kemudian dikenal dengan *Turing Test*, dimana si mesin tersebut

menyamar seolah-olah sebagai seseorang di dalam suatu permainan yang mampu memberikan respon terhadap serangkaian pertanyaan yang diajukan. Turing beranggapan bahwa, jika mesin dapat membuat seseorang percaya bahwa dirinya mampu berkomunikasi dengan orang lain, maka dapat dikatakan bahwa mesin tersebut cerdas (seperti layaknya manusia).

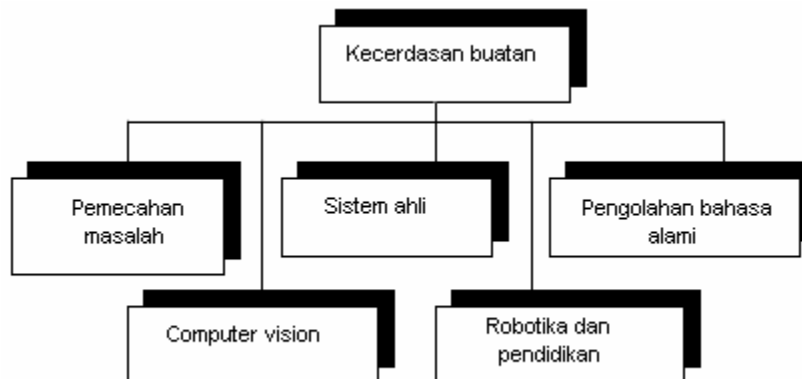
AI itu sendiri dimunculkan oleh seorang profesor dari Massachusetts Institute of Technology yang bernama John McCarthy pada tahun 1956 pada Dartmouth Conference yang dihadiri oleh para peneliti AI. Pada konferensi tersebut juga didefinisikan tujuan utama dari AI, yaitu mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan kelakuan manusia tersebut.

Beberapa program AI yang dibuat pada tahun 1956-1966, antara lain :

1. *Logic Theorist*, diperkenalkan pada Dartmouth Conference, program ini dapat membuktikan teorema-teorema matematika.
2. *Sad Sam*, diprogram oleh Robert K. Lindsay (1960). Program ini dapat mengetahui kalimat-kalimat sederhana yang ditulis dalam bahasa Inggris dan mampu memberikan jawaban dari fakta-fakta yang didengar dalam sebuah percakapan.
3. *ELIZA*, diprogram oleh Joseph Weizenbaum (1967). Program ini mampu melakukan terapi terhadap pasien dengan memberikan beberapa pertanyaan.

Berkat perkembangan teknologi yang begitu pesat, pada saat ini perangkat lunak AI tidak hanya teratas pada komputer besar saja, melainkan juga sudah bisa diaplikasikan pada komputer mini maupun komputer PC. Para pengguna sekarang mulai mencari program yang bisa lebih meningkatkan produktivitas kerjanya, dan sekali lagi hal ini sudah terjawab oleh AI dengan diterapkannya aplikasi pemecahan masalah, sistem

pakar, dan pengolahan bahasa alami, komputer vision, robotika, serta pendidikan. Dalam memecahkan masalah atau membantu membuat keputusan dalam suatu domain tertentu, semua aplikasi tersebut sudah menggunakan pangkalan pengetahuan dan teknik inferensi. Diagram aplikasi yang dibangun oleh sistem artificial intelligence, dapat dilihat di bawah ini.



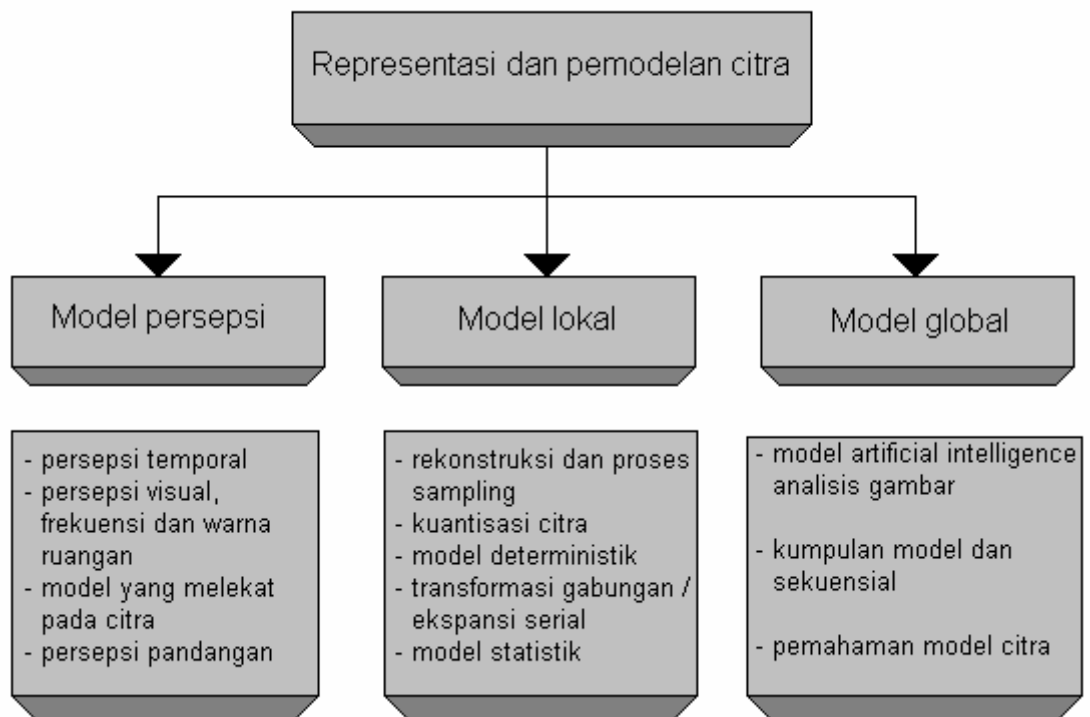
Gambar 2.2 Aplikasi sistem kecerdasan buatan

2.2 Citra

Manusia memiliki alat pencitraan yang sudah ada sejak lahir yaitu mata. Cara mata menangkap citra adalah cahaya yang dipantulkan oleh sebuah benda ditangkap oleh mata melalui suatu sistem biokamera dengan satu lensa. Di belakang lensa mata akan terjadi bayangan terbalik karena sifat optik dari lensa. Selanjutnya bayangan ini diubah menjadi sinyal-sinyal biolistrik oleh retina untuk disampaikan ke otak. Akhirnya orang mendapatkan kesan melihat benda tersebut setelah otak menangkap dan mengolah sinyal-sinyal tersebut. Begitu juga dengan kamera atau alat pengambil citra lainnya. Cara dan proses kerjanya sama seperti mata.

Citra dan gambar memang sekilas pengertiannya sama tetapi dapat dilihat dari istilah berikut untuk lebih jelas akan adanya perbedaan. Citra adalah representasi informasi dua dimensi yang diciptakan atau dibuat dengan melihat atau lebih tepatnya merasakan sebuah gambar atau pemandangan. Pembuatan citra pada spektrum visual manusia tidaklah begitu penting mengingat kompleksnya penginderaan manusia itu sendiri. Tapi, bagi sebuah alat, atau katakanlah sebuah instrumen pencitraan, pembuatan citra adalah proses yang tidak mudah. Alat pencitraan harus terlebih dahulu memiliki sensor yang mengkonversikan informasi radiometri gambar atau pemandangan menjadi sebuah citra. Kemudian, proses tadi diteruskan dengan berbagai proses transformasi, analisis, dan pemrosesan lanjut, serta penginterpretasian citra itu sendiri nantinya. Berbeda halnya dengan gambar, yang merupakan kumpulan objek tiga dimensi dengan beberapa pengaturan geometri.

Representasi sebuah citra biasanya dikaitkan dengan karakteristik kuantitas representasi masing-masing elemen gambar (pixel). Sebuah citra juga dapat mempresentasikan karakteristik penyerapan jaringan tubuh dengan proses pencitraan sinar-x, target menyilang dari pencitraan radar, keadaan suhu suatu daerah dengan pencitraan infra merah, maupun medan gravitasi suatu wilayah dengan pencitraan geofisika. Berikut ini diberikan bagan mengenai beberapa buah representasi citra dan permasalahan dalam permodelan.



Gambar 2.3 Representasi dan pemodelan citra

Bila dikaitkan dengan fungsi matematika, citra dapat dipresentasikan dengan fungsi $f(x,y)$, $f(x_1,y_2)$, dan seterusnya. Argumen fungsi citra tersebut adalah variabel yang bebas (x,y atau x_1,y_2) dan koordinat ruangan yang berkaitan dengan lokasi fisik dalam badan sensor citra tersebut. Lebih jauh lagi, f menyatakan intensitas (dalam besaran lumen, volt, dan sebagainya) di berbagai lokasi tersebut. Kisaran nilai fungsi f biasanya disebut kisaran grayscale. Jika nilai f berada setidaknya diantara dua nilai, citra disebut sebagai citra yang binary. Masing-masing kuantitas mempunyai nilai unit set asosiasi, x_1 dan x_2 biasanya dihitung atau dicari dengan mengalikan bentuk dan dimensi permukaan citra. Dalam kondisi ini, biasanya f diekspresikan dengan kondisi

unit intensitas sensor (misalnya volt, coulomb) yang jarang dipakai pada kondisi yang diharapkan.

Citra *grayscale* membolehkan dua nilai intensitas. Citra binary adalah sebuah kelas citra yang menghasilkan beberapa buah proses inisial dari data citra grayscale. Sebagai ilustrasi HSV mempunyai persepsi grayscale yang mempunyai kisaran kira-kira 64 level perbedaan (6 bit). Dengan kata lain, pengamatan manusia menunjukkan skala intensitas grayscale 6 bit (atau malah lebih besar) dengan intensitas batang (bar) yang berkisar dalam intensitas dari level yang paling kecil ke level yang paling besar pada variasi yang lebih kecil dan halus.

Selanjutnya, representasi $f(x)$ akan menitikberatkan pada hal berikut :

- a. f mempunyai nilai antara yang terbatas.
- b. x mempunyai daerah tertentu (permukaan citra ataupun sensor mempunyai field of view yang terbatas).
- c. Baik f maupun x adalah faktor terkuantisasi yang diskret pada proses dalam komputer.

Citra dapat diterangkan sebagai fungsi $f(x,y)$ yang memiliki 2 dimensi, dimana x dan y adalah spatial koordinat dan tingkatan amplitude pada posisi ini disebut dengan intensitas atau gray level dari citra pada point-nya. Ketika x,y dan nilai amplitudo dari fungsi f merupakan nilai yang dapat ditentukan, maka dapat kita sebut citra sebagai citra digital. Untuk selanjutnya pada penulisan ini, semua citra yang disebutkan akan mengartikan citra digital. Contoh citra digital berupa file Bitmap, JPEG, GIF, dan sebagainya.

Citra menurut kamus Webster didefinisikan sebagai suatu representasi, kemiripan atau imitasi dari suatu objek atau benda. Hal ini menunjukkan bahwa citra yang didapatkan dari suatu individu mewakili entitas diri dari individu itu sendiri.

Citra dapat dikelompokkan menjadi citra tampak dan citra tidak tampak. Banyak contoh citra tampak dalam kehidupan sehari-hari seperti foto keluarga, lukisan, ataupun apa yang tampak di layar televisi, sedangkan contoh citra tak tampak adalah citra digital dan citra yang direpresentasikan menjadi fungsi matematis. Agar dapat diolah dengan komputer, citra harus diubah dulu menjadi citra digital, misalnya informasi densitas dan komposisi bagian dalam tubuh manusia ditangkap dengan bantuan sinar-X dan sistem deteksi radiasi menjadi informasi digital, foto dipindai (scan) dengan scanner. Kegiatan mengubah informasi citra fisik non digital menjadi digital tersebut dinamakan pencitraan (*imaging*).

Dalam menampilkan keluaran sebuah sistem pencitraan kepada manusia, perlu dinyatakan bagaimana citra itu ditransformasikan ke dalam bentuk paket informasi kepada manusia. Dalam proses mempersepsikan sebuah citra, banyak hal yang harus dilaksanakan, antara lain bagaimana kita mengatur cahaya, tingkat kejelasan, maupun tingkat kontras sumber pencahayaan citra yang akan kita olah tersebut. Setelah itu, tahapan yang harus dicapai adalah memahami bagaimana proses kontras cahaya itu bila datang bersamaan. Kemudian, untuk interaksi yang spasial dari tingkat pencahayaan dan persepsi citra. Efek ini akan menunjukkan bahwa terang-gelapnya pencahayaan bukanlah fungsi monoton dari luminansi. Pada citra yang tak kalah penting adalah warna. Pengetahuan mengenai warna menjadi sangat penting mengingat semua proses desain dan pengembangan citra selalu berkaitan dengan sistem warna vision. Penggunaan warna untuk tampilan citra bukanlah sekedar untuk memperindah saja,

melainkan juga untuk mempermudah kita menerima informasi visual. Di satu pihak kita menyadari hanya sedikit level gray yang dapat ditampilkan, sementara di lain pihak kita memiliki kemampuan untuk membedakan ratusan warna lainnya, yang menjadikan proses demi proses pencitraan menjadi lebih menarik. Atribut perceptual warna adalah brightness, hue, dan saturation. Brightness mempresentasikan luminansi yang diterima sebelumnya. Hue mengacu pada kemerahan, kehijauan, dan lain sebagainya. Untuk sumber cahaya yang monokromatik, perbedaan warna dimanifestasikan oleh perbedaan panjang gelombang. Saturation adalah aspek persepsi yang memvariasikan cahaya putih yang lebih kuat yang akan ditambahkan ke dalam cahaya monokromatik.

2.3 Pengolahan Citra (Image Processing)

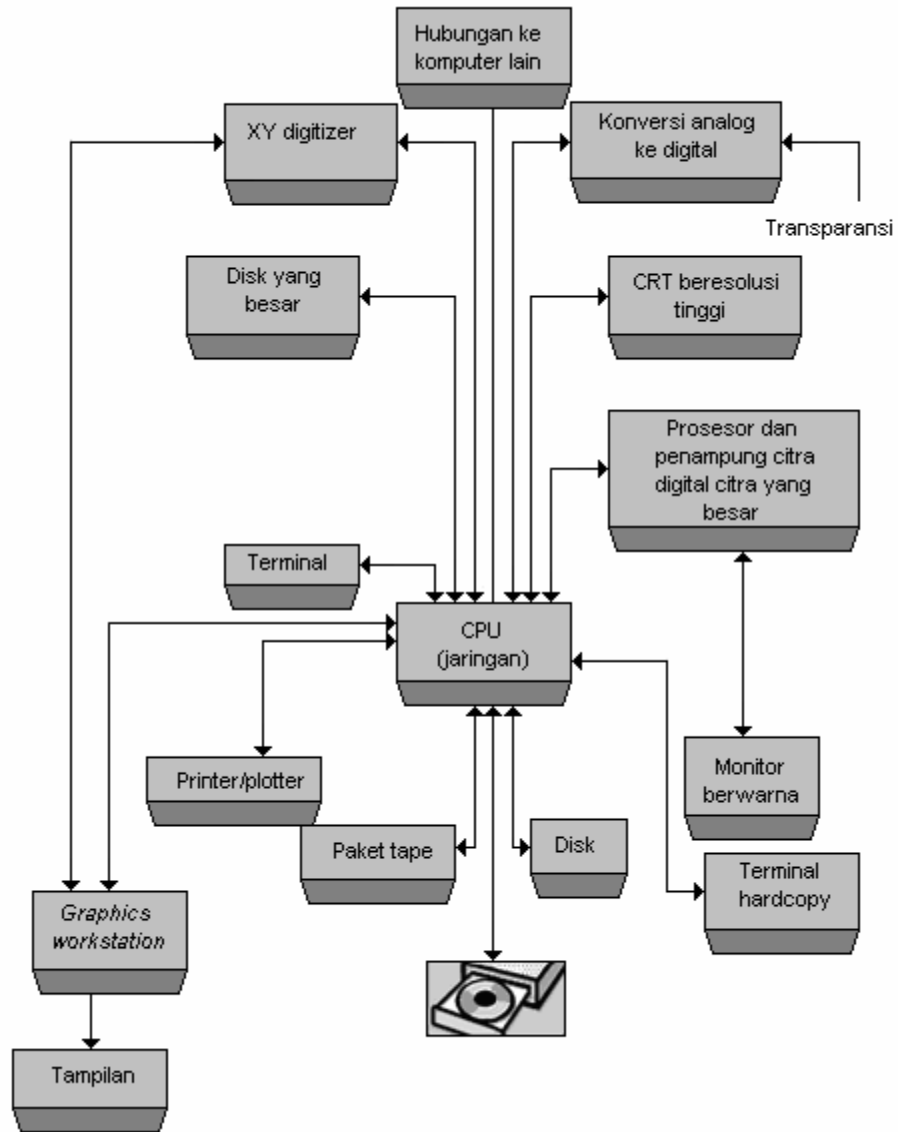
Pengolahan citra sering dikaitkan dengan pemrosesan gambar dua dimensi oleh komputer digital atau pemrosesan digital data dua dimensi. Citra digital adalah sekumpulan bilangan kompleks maupun real yang direpresentasikan oleh bit yang terhingga (Arymurthy, Aniati Murni dan Suryana Setiawan. (1992)). Untuk sebuah pengolahan citra digital yang sederhana, tingkat pemrosesannya dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Sebuah citra dalam bentuk transparansi, slide, foto ataupun chart didigitalkan terlebih dahulu dan disimpan sebagai sebuah matriks yang berisikan digit biner dalam memori komputer.
2. Citra kemudian dapat diproses dan ditampilkan pada monitor yang mempunyai resolusi tinggi.
3. Untuk tampilan, citra disimpan dalam sebuah penampung memori yang dapat diakses dengan cepat (*rapid access buffer memory*) yang akan me-refresh

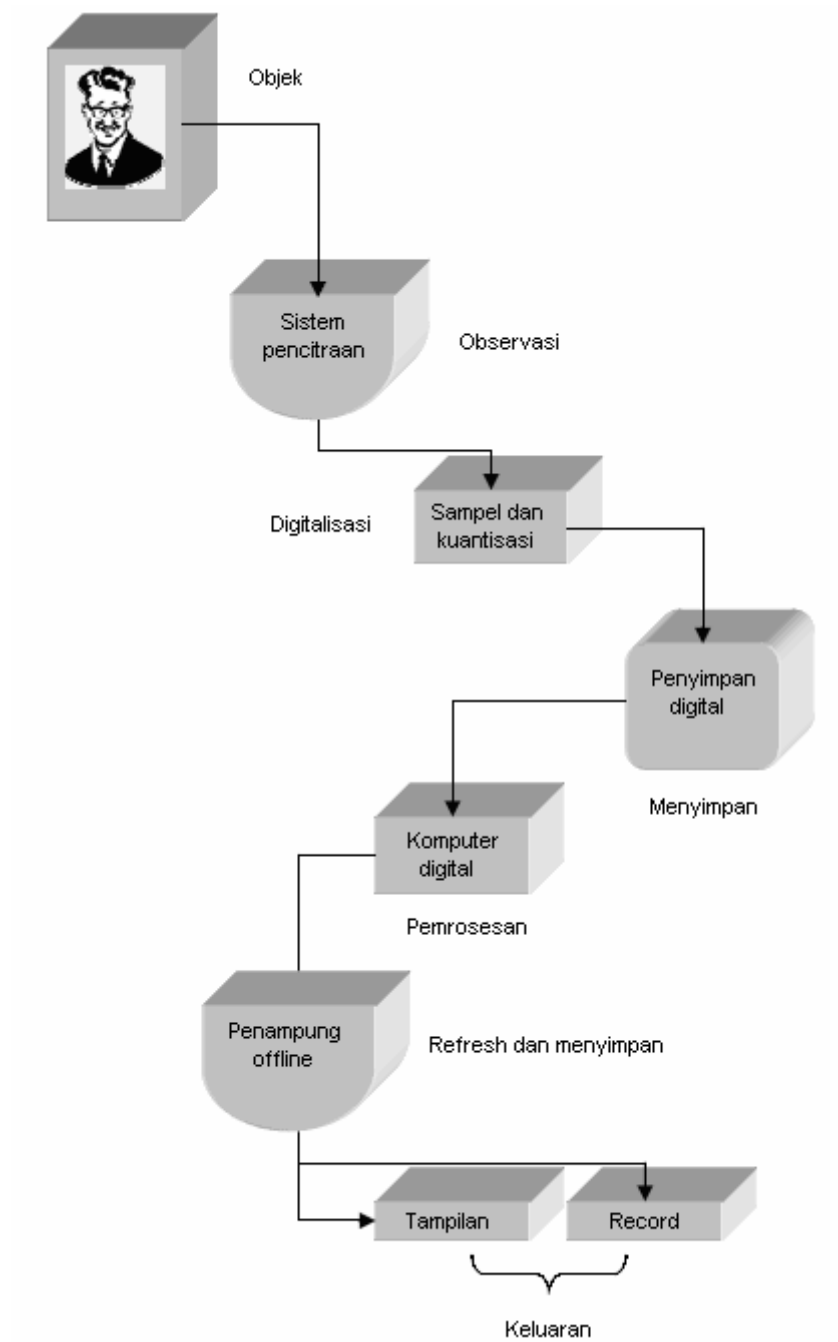
monitor dengan 30 frame/detik untuk memproduksi sebuah tampilan kontiniu yang dapat dilihat dengan jelas.

4. Komputer mikro maupun komputer mini digunakan untuk berkomunikasi dan mengendalikan semua proses digitalisasi, penyimpanan, dan operasi tampilan melalui komputer jaringan.
5. Masukkan ke komputer yang berupa program dibuat melalui sebuah terminal, monitor, ataupun printer.

Untuk lebih jelasnya perhatikan bagan proses dan peripheral standar serta tipikal tahapan proses yang dibutuhkan pada pengolahan citra secara digital.



Gambar 2.4 Hubungan peripheral pada pengolahan citra digital yang sederhana



Gambar 2.5 Tipikal tahapan pengolahan citra digital

Pengolahan citra mempunyai arti bidang studi yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Kebutuhan untuk memproses sebuah citra dengan cepat dalam satu

aplikasi yang melakukan pengolahan citra adalah salah satu masalah utamanya. Walau bagaimanapun, aplikasi yang bekerja secara real time lebih bergantung pada pemrosesan pixel / signal yang cepat daripada metode optimisasi lain yang rumit dan memakan waktu.

Operasi pengolahan citra dikelompokkan menjadi :

1. Operasi titik, dimana setiap titik diolah secara tidak bersambungan terhadap titik-titik yang lain.
2. Operasi Global, dimana karakteristik global (biasanya berupa sifat statistik) dari citra digunakan untuk memodifikasi nilai setiap titik.
3. Operasi temporal berbasis bingkai, dimana sebuah citra diolah dengan cara dikombinasikan dengan citra lain.
4. Operasi geometri, dimana bentuk, ukuran, atau orientasi citra dimodifikasi secara geometris.
5. Operasi banyak titik bertetangga, dimana data dari titik-titik yang bersebelahan (bertetangga) dengan titik yang ditinjau ikut berperan dalam mengubah nilai.
6. Operasi Morfologi, yaitu operasi yang berdasarkan segmen atau bagian dalam citra yang menjadi perhatian.

Sedangkan teknik-teknik yang digunakan dalam pengolahan citra sebagai berikut :

1. Teknik rotating

Yang dimaksud dengan rotating adalah perputaran gambar melingkar dari titik acuan (*reference point*).

2. Teknik cropping

Cropping merupakan suatu proses menghilangkan bagian-bagian dari gambar untuk membuat gambar tersebut lebih terfokus atau menguatkan komposisi gambar.

3. Teknik converting

Teknik ini merupakan teknik konversi warna RGB menjadi warna abu-abu (grayscale). Gambar RGB mempunyai komposisi warna dasar merah, hijau, dan biru yang masing-masing warna mempunyai nilai 8 bit, sehingga totalnya menjadi 24 bit. Gambar grayscale harus mempunyai 8 bit (256 tingkat keabuan). Cara mengubah gambar RGB menjadi grayscale adalah mencari nilai rata-rata dari warna merah, hijau, dan biru, kemudian mengubah nilai merah, hijau, dan biru ke nilai rata-rata tersebut.

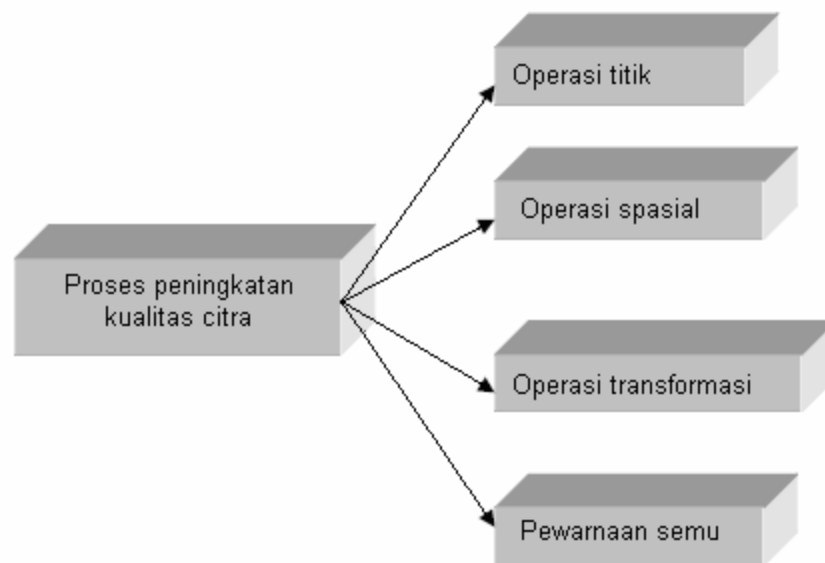
4. Teknik Resampling

Teknik resampling merupakan teknik untuk mengubah dimensi piksel dari sebuah gambar. Teknik resampling ada dua macam, yaitu downsample (mengurangi jumlah piksel dan piksel yang tidak dipakai dihilangkan dari gambar) dan resample up (menambah jumlah piksel berdasarkan nilai warna dari piksel yang sudah ada).

Tak kalah pentingnya dalam pengolahan citra adalah peningkatan kualitas citra. Peningkatan kualitas citra menitikberatkan satu proses pada pengolahan citra yang bertujuan menajamkan fitur citra seperti sudut (edges), batas (boundaries), ataupun tingkat kontras untuk membuat tampilan grafik lebih mudah dianalisis dan ditampilkan. Proses peningkatan kualitas citra bukanlah berupa penambahan informasi yang inheren pada data citra tersebut, melainkan menambahkan range yang dinamik

dari fitur-fitur yang terpilih agar dapat dideteksi dengan mudah. Peningkatan kualitas citra terdiri atas gray level dan manipulasi kontras, reduksi derau, menegaskan sudut, penajaman, penyaringan, interpolasi dan magnifikasi, pewarnaan semu, dan lain-lain.

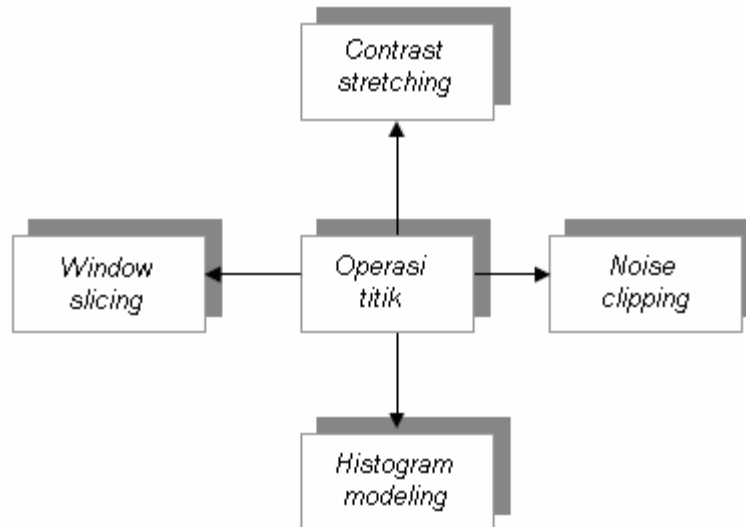
Kesulitan paling besar dalam proses peningkatan citra adalah mengkuantisasi kriteria yang akan ditingkatkan kualitasnya. Oleh karena itu, sejumlah teknik proses peningkatan citra bersifat empiric dan membutuhkan prosedur yang interaktif untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Bagaimanapun, proses peningkatan citra menyisakan sebuah topik yang sangat penting karena kegunaannya di dalam aplikasi pemrosesan citra yang bersifat virtual. Di bawah ini disajikan pembagian teknik dalam proses peningkatan kualitas citra yang umum.



Gambar 2.6 Pembagian teknik dalam proses peningkatan kualitas citra

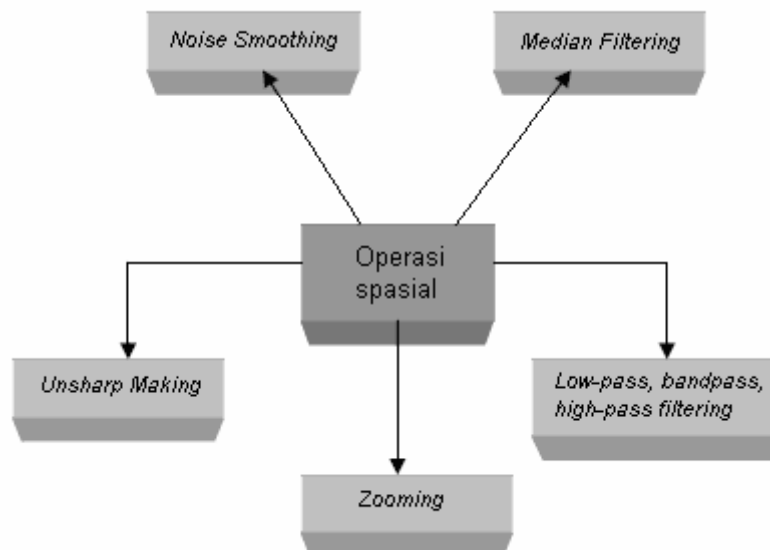
Masing-masing teknik tersebut mempunyai pembagian lain.

- Untuk operasi titik



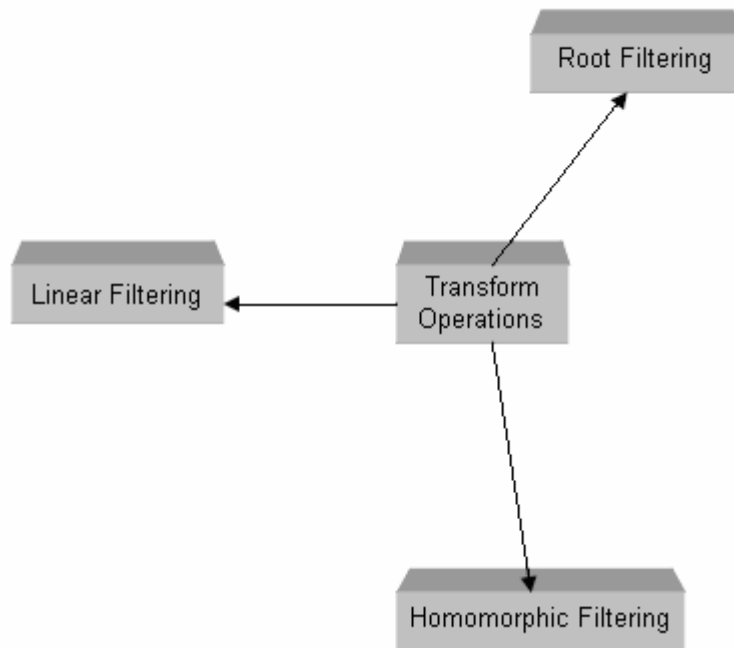
Gambar 2.7 Pembagian operasi titik

- Untuk operasi spasial



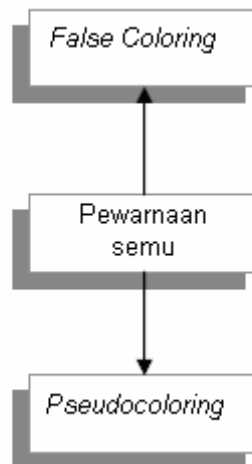
Gambar 2.8 Pembagian operasi spasial

- Untuk operasi transformasi



Gambar 2.9 Pembagian operasi transformasi

- Untuk pewarnaan semu

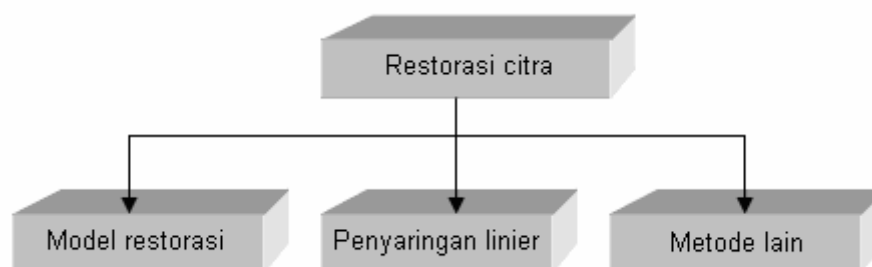


Gambar 2.10 Pembagian pewarnaan semu

Setelah peningkatan kualitas citra maka akan dilakukan restorasi dan penyaringan citra. Sembarang citra diperoleh melalui optik atau optik elektrik, yang

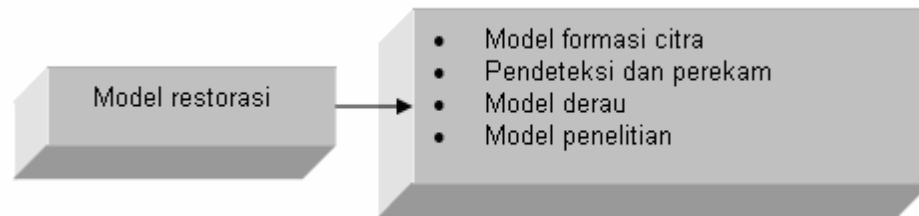
tentu saja menurun derajatnya akibat lingkungan. Penurunan ini mungkin dalam bentuk derau sensor, kabur karena kamera yang kurang focus, pergerakan objek kamera yang relative, turbulensi atmosfer acak, dan lain-lain. Restorasi citra ini berkaitan dengan penyaringan citra yang diobservasi untuk mengurangi efek penurunan ini. Faktor efektivitas penyaringan serta restorasi citra tergantung pada tingkat akurasi pengetahuan kita mengenai proses penurunan itu sendiri dan juga criteria desain penyaringan. Kriteria yang seringkali dipakai adalah “*mean square error*”. Meskipun begitu, validitasnya sebagai pengukuran yang global dari fidelitas visual, masih dipertanyakan.

Restorasi citra berbeda dengan peningkatan kualitas citra (*image enhancement*) dalam hal keterkaitannya lebih lanjut dengan aksentuasi ataupun ekstraksi fitur citra. Permasalahan dalam restorasi citra ini sulit diprediksikan. Peningkatan kualitas yang mana yang dianggap sejalan dengan proses restorasi ini sangatlah sulit dinyatakan dalam bentuk matematis. Sebagai konsekuensinya, berbagai teknik restorasi yang digunakan seringkali bergantung hanya pada sifat-sifat kelas sebuah set data. Di bawah ini diberikan diagram pembagian teknik restorasi dan penyaringan.

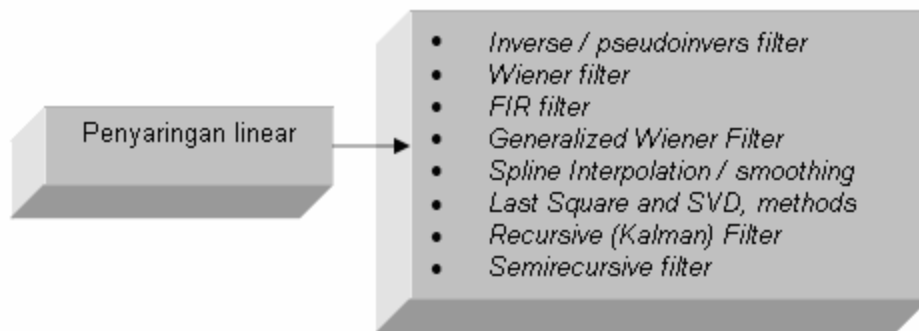


Gambar 2.11 Pembagian teknik restorasi dan penyaringan

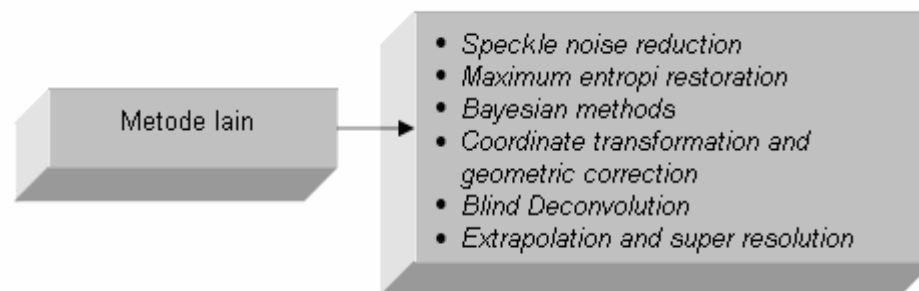
Masing-masing sub permasalahan pada gambar diatas itu dibagi lagi menjadi :



Gambar 2.12 Pembagian Model Restorasi



Gambar 2.13 Pembagian penyaringan linier

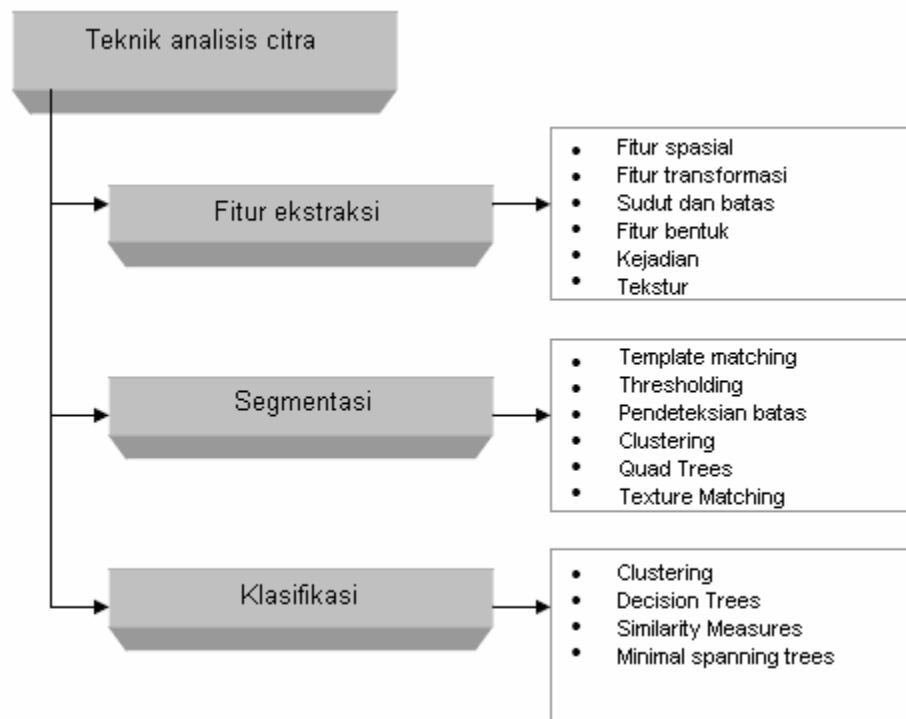


Gambar 2.14 Pembagian metode lain

Tujuan terakhir dalam sejumlah aplikasi pengolahan citra adalah mengekstraksi fitur-fitur penting dari data citra. Deskripsi, interpretasi, ataupun pemahaman dari scene dapat disediakan oleh mesin. Sebagai contohnya, sebuah sistem vision dapat

membedakan bagian-bagian pada sebuah proses assembli garis dan fiturnya, seperti ukuran dan jumlah holes yang ada. Sistem vision yang lebih canggih mampu menginterpretasi hasil analisis dan menjabarkan objek yang bermacam-macam dan hubungan antar mereka dalam sebuah kerangka.

Analisis citra, pada dasarnya terdiri atas fitur ekstraksi, segmentasi, pengklasifikasian teknik. Bagian-bagian yang terdapat pada analisis citra diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2.15 Pembagian teknis analisis citra

2.4 Pengenalan Pola

Pengenalan pola mempunyai arti bidang studi yang melakukan proses analisis gambar yang bentuk masukannya adalah gambar itu sendiri atau dapat juga berupa citra digital dan bentuk keluarannya adalah suatu deskripsi. Tujuan pengenalan pola adalah untuk meniru kemampuan manusia dalam mengenali suatu objek atau pola tertentu.

Adapun teknik pattern recognition yang umum

a. *Template matching*

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

b. Metode Statistik (*statistical method*)

Teknik pengenalan pola secara statistic disebut juga decision-theoretic technique yang menentukan suatu masukan termasuk dalam kelas apa.

c. Teknik structural atau semantic (*structural or semantic technique*)

Teknik ini adalah pengamatan terhadap banyak pola yang berstruktur dan dapat diekpresikan sebagai komposisi dari sub-sub pola.

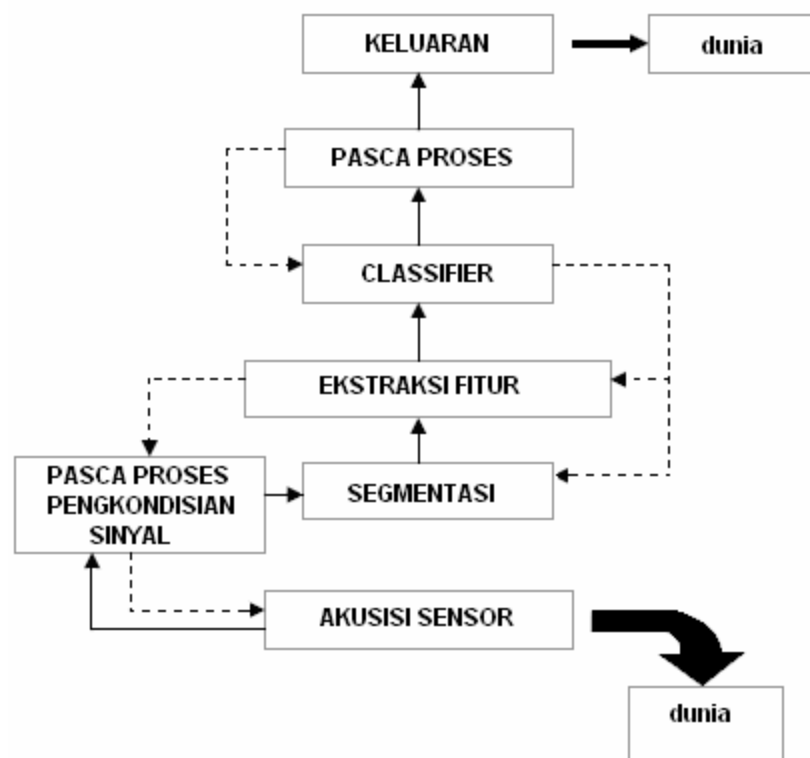
Oleh karena itu, pola dapat ditentukan dengan sebuah kalimat dari pola sederhana yang primitif.

Pengenalan pola adalah suatu proses analisis gambar, dimana masukan berupa sebuah citra dan hasil keluarannya berupa sebuah deskripsi citra tersebut. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi yang disampaikan oleh citra. Pada pengenalan pola dibutuhkan obyek citra untuk didefinisikan. Hasil dari pengenalan pola ini akan berupa kelas yang merupakan kelompok dari klasifikasinya.

Bila sebuah objek diberikan pada kita, maka ada sejumlah langkah yang harus dipenuhi agar kita dapat mengklasifikasikannya dalam kelas objek.

1. Pengukuran
2. Pengkondisian sinyal dan penyaringan derau
3. Segmentasi
4. Deskripsi
5. Pengambilan keputusan yang sesuai.

Blok diagram dari sistem pengenalan pola yang umum dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.16 Diagram sistem pengenalan pola

Dalam mendesain sebuah pengenalan pola, kita dapat mengklasifikasikan submasalah yang menjadi perhatian, yaitu :

1. Akuisisi
2. Pra proses
3. Segmentasi
4. Ekstraksi fitur
5. Klasifikasi
6. Pasca proses
7. Metode belajar
8. Evaluasi kinerja
9. Standard

2.5 Computer Vision

Computer vision adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali objek yang diamati atau diobservasi(http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_vision). *Computer vision* juga merupakan ilmu pengetahuan yang mengembangkan teori-teori dan algoritma dimana informasi yang berguna mengenai dunia dapat secara otomatis di eksekusi dan dianalisis dari sebuah citra penelitian, sekumpulan citra, atau citra yang berurutan dari sebuah komputasi yang dibuat oleh komputer.

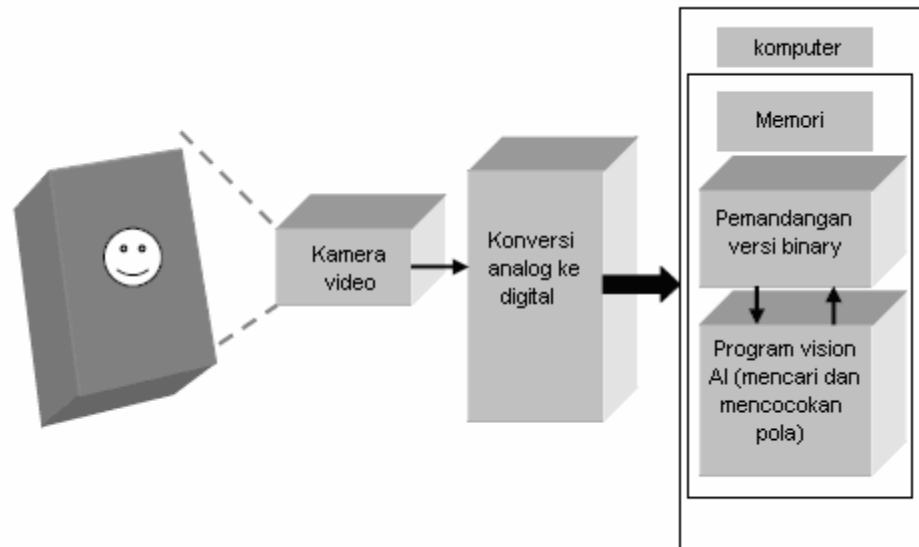
Computer vision juga didefinisikan sebagai sebuah bidang yang bertujuan untuk membuat suatu keputusan yang berguna mengenai objek fisik nyata dan keadaan berdasarkan atas sebuah citra. *Computer vision* merupakan kombinasi antara pengolahan

citra dan pengenalan pola. Hasil keluaran dari proses *computer vision* merupakan *image understanding*.

Computer vision berhubungan dengan otomatisasi interpretasi citra untuk membuat berbagai pengukuran yang objektif atau untuk meningkatkan visibilitas ketelitian. Tujuannya adalah membuat sebuah model dari objek yang nyata dari gambar.

Dalam *Computer vision* terdapat bagian untuk mendeteksi muka dengan langkah-langkah *face detection*, *face representation*, dan *face recognition*. (Anonymous, 2007). Dengan menggunakan teknik pelacakan (*tracking*) dan pencocokan (*matching*), komputer bisa memilih kunci khusus dan mencari serta mengidentifikasi informasi agar pandangan mata manusia tidak meleset. Untuk membantu pengguna memecahkan suatu masalah atau membuat suatu keputusan, perangkat lunak *computer vision* AI berusaha mengintisarikan pengetahuan melalui informasi visual. Salah satu contoh aplikasi ini adalah analisis potret suatu wilayah untuk keperluan *intelligence*.

Agar komputer bisa melaksanakan operasi AI tentang masukan visual, gambar, atau adegan nyata, pertama-tama masukan itu dikonversikan ke dalam bentuk sinyal digital yang kompatibel dengan komputer. Diagram yang khusus menggambarkan hal ini dapat dilihat sebagaimana yang ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2.17 Vision komputer yang menggunakan konsep AI

Kamera video diarahkan kepada suatu gambar atau adegan yang menghasilkan sinyal video. Suatu analog to digital converter (ADC) mengubah sinyal video analog ke dalam bilangan biner yang disimpan dalam memori komputer. Perangkat lunak AI kemudian menggunakan data input untuk menganalisis isinya.

2.6 Biometric

Teknologi biometrics adalah teknologi keamanan yang menggunakan bagian tubuh sebagai identitas. Dunia medis mengatakan bahwa ada beberapa bagian tubuh kita yang sangat unik. Artinya, tidak dimiliki oleh lebih dari satu individu. Contohnya saja sidik jari atau retina mata. Meskipun bentuk atau warna mata bisa saja sama, namun retina mata belum tentu sama. Begitu juga dengan suara dan struktur wajah. Bagian-bagian unik inilah yang kemudian dikembangkan sebagai atribut keamanan.

Sebagai bagian dari teknologi keamanan, biometrics memiliki dua fungsi sekaligus yang dapat dijalankan terpisah maupun secara bersamaan. Yang pertama sebagai pencatat ID atau sebagai alat verifikasi (password).

Teknologi biometrics hampir dapat diterapkan di mana saja. Mulai untuk melindungi sebuah barang tertentu dari akses yang tidak diinginkan, seperti komputer. Sampai untuk melindungi sebuah ruangan yang ramai dari orang-orang tertentu. Misalnya, untuk mengetahui keberadaan teroris atau penjahat lain di bandara.

Cara kerja teknologi keamanan yang satu ini hampir sama dengan teknologi keamanan lain yang sangat bergantung kepada sensor. Sensor yang digunakan pada teknologi biometrics cenderung mahal dan semakin akurat ketajamannya maka akan semakin mahal.

Selain sensor, bagian yang tidak kalah penting dari biometrics adalah data. Bagaimana Anda menyimpan data pada sebuah sistem sangat penting. Sebab biometrics adalah teknologi yang bergantung kepada data. Bila data yang disimpan tidak aman atau tidak lengkap, kemungkinan adanya penyusup ke sistem ini akan lebih besar.

1. Sistem yang menyimpan data langsung pada alat.

Dengan sistem ini, data akan disimpan pada media penyimpanan yang berada dalam alat detektor. Jika sewaktu-waktu mesin harus di-reset atau dikembalikan ke posisi awal, maka data yang ada dapat saja ikut terhapus. Sehingga petugas harus menginput ulang. Jika data yang dimasukkan sangat banyak tentu akan sangat merepotkan, lain halnya bila data tidak terlalu banyak. Biometrics dengan sistem ini sangat cocok untuk diterapkan pada sebuah alat tertentu yang tidak digunakan oleh banyak orang atau untuk melindungi sebuah ruang khusus, yang juga tidak diakses oleh banyak pengunjungnya.

2. Sistem yang menyimpan data pada jaringan.

Sistem yang kedua memanfaatkan jaringan untuk menyimpan datanya. Sistem yang kedua sangat efektif bagi aplikasi yang memang dipergunakan untuk banyak user. Misalnya saja untuk data absen karyawan atau siswa. Bentuk fisik yang ditampilkan oleh alat juga tidak perlu terlalu besar. Karena data tidak akan diproses langsung pada alat. Melainkan dikirim dahulu ke sebuah jaringan baru kemudian diproses dan disimpan. Sistem ini memang membutuhkan waktu lama.

Tetapi cukup efektif untuk data yang besar. Karena tidak akan terkena risiko data hilang pada saat proses reset pada alat harus dilakukan.

3. Sistem yang menyimpan data pada sebuah chip.

Sistem yang terakhir ini menggunakan media tambahan berupa chip untuk menyimpan data si pemilik ID. Sehingga untuk menggunakannya seseorang harus membawanya. Untuk sistem yang terakhir ini, akan sangat efektif diterapkan untuk yang memiliki pengguna sangat banyak atau bila alatnya hendak diletakkan di tempat umum. Misalnya saja untuk keamanan di mesin ATM atau hanya sekadar sebagai ID masuk dalam sebuah gedung.

Ada beberapa teknik yang sering digunakan dalam autentikasi biometric. Beberapa diantaranya adalah:

- a. **Pengenalan sidik jari**, Ini adalah bagian tubuh yang penggunaannya sangat populer baik sebagai ID maupun sebagai password. Sensor yang digunakan untuk men-scan sidik jari sangat bervariasi. Ada sensor yang hanya dapat memeriksa satu sidik jari saja dan ada yang dapat memeriksa lebih dari satu sidik jari. Luka pada sidik jari dapat mengakibatkan sidik jari sulit dideteksi. Namun, bukan berarti tidak bisa. Selama luka tersebut tidak terlalu dalam, ada beberapa

sensor yang masih dapat mengenalinya. Tentu saja sensor-sensor dengan ketajaman seperti ini akan lebih mahal harganya dibandingkan sensor sidik jari dengan ketajaman biasa. Pengenalan sidik jari ini barangkali termasuk yang paling *cost effective* akan tetapi tetap mempertahankan tingkat keamanan yang tinggi dan kemudahan untuk penggunaan. Penerapan sidik jari sebagai bagian dari sistem keamanan kini sudah semakin luas. Bahkan saat ini sudah ada mouse yang penggunaannya membutuhkan sidik jari penggunanya.

- b. **Pengenalan Suara**, merupakan teknik lain yang merupakan bagian dari voice recognition. Gelombang suara juga dapat dijadikan identitas yang unik. Namun sayangnya, untuk yang satu ini keadaan sekitar sangat mempengaruhi. Sehingga untuk menerapkannya harus benar-benar di ruangan atau lingkungan yang tidak ramai. Dan semakin tinggi toleransi yang dimiliki oleh sebuah sensor akan membuat harga sensor semakin tinggi. Tentunya teknik ini harus diperhalus untuk keperluan autentikasi, untuk keperluan non-authentikasi sudah dikenal dalam dunia telekomunikasi untuk otomatisasi layanan pelanggan berdasarkan perintah suara.
- c. **Pengenalan wajah**, merupakan teknik autentikasi lainnya yang akan mengenal muka seseorang dari hasil pengindraan kamera digital.
- d. **Signature Verification (verifikasi tanda tangan)** dapat juga dilakukan secara otomatis menggunakan teknik pengenalan citra digital.
- e. **Iris Scan & Retina Scan**, melakukan verifikasi dari retina mata – menurut sebagian peneliti tampaknya scan retina ini merupakan teknik yang termasuk paling ampuh untuk melakukan autentikasi dibandingkan sidik jari.

- f. **Keystroke Dynamic** – merupakan teknik autentikasi yang paling unik karena teknik ini melihat cara kita mengetik password di atas keyboard. Contoh penerapannya seperti di COMDEX 2000 Las Vegas, sistem akan belajar terlebih dulu dari sekitar 20-30 keystroke password yang kita masukan, jadi walaupun password kita di curi orang, si pencuri tidak akan bisa membobol sistem kita karena cara masing-masing orang dalam mengetik di papan keyboard akan selalu berbeda satu dengan lainnya. Perbedaan ini yang di deteksi oleh keystroke dynamic ini.
- g. **Geometri lengan**. Dengan sistem ini, pengguna meluruskan lengan menurut petunjuk tanda pada perangkat keras pembaca lengan (*reader*), menangkap gambar tiga dimensi dari jari-jari dan tulang kemudian menyimpan data dalam sebuah *template*. Geometri lengan telah digunakan selama beberapa tahun dan dimanfaatkan untuk sistem keamanan pada perlombaan Olympiade 1996.
- h. **Pengenalan telapak tangan**. Sama dengan pengenalan sidik jari, biometrik telapak tangan memusatkan pada susunan-susunan yang beragam, misalnya bagian-bagian tepinya dan bagian-bagian yang tidak berharga yang ditemukan pada telapak tangan.

2.7 Pengenalan Wajah (Face Recognition)

Face recognition adalah proses penganalisa karakteristik dari bentuk muka yang tidak berubah, seperti :

- Bagian atas dari rongga mata.
- Area sekitar tulang pipi.
- Sisi kiri dan kanan dari mulut.

Kesulitan dalam pengenalan wajah sering ditemukan pada :

- Noise dan blur yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan kamera
- Skala : ukuran muka terhadap citra.
- Perubahan bentuk : posisi wajah, ekspresi, usia.
- Intensitas cahaya : pencahayaan dan efek pantulan sinar.
- Gangguan : kacamata, jenggot, dan kumis.

Pengenalan wajah bisa dilihat sebagai suatu cara untuk secara tepat mengenali citra dari sebuah wajah, dengan menggunakan data-data dari wajah yang telah lebih dahulu dikenal. Pengenalan wajah memiliki semua kesulitan pengenalan yang berdasarkan pemrosesan citra. Dikarenakan citra yang digunakan bisa berubah secara drastis dikarenakan beberapa faktor yang rumit dan membingungkan, seperti faktor pencahayaan, posisi kamera, setting kamera, dan noise.

Secara umum proses pengenalan wajah dibagi menjadi tiga, yaitu:

- a. Pemisahan gambar dari gambar-gambar yang tidak teratur

Pemisahan biasanya dengan menggunakan algoritma berikut ini. Sebuah sisi di construct, lalu sisi-sisi ini dihubungkan dengan beberapa heuristic, dan sisi-sisi di sesuaikan ke dalam bentuk elips dengan menggunakan transformasi Hough. Hal tersebut dilakukan bila input diubah dari video images. Pemisahan dilakukan menggunakan gerakan (motion) sebagai isyarat.

- b. Mengekstrak objek dari area wajah.

Ada 2 tipe objek yang penting: objek holistic (dimana masing-masing objek adalah sebuah karakteristik dari seluruh wajah) dan objek partial (rambut,

hidung, mulut, mata, dan sebagai). Teknik objek partial membuat beberapa ukuran ke dalam beberapa point penting dari wajah, sedangkan teknik objek holistic selalu menggunakan wajah secara keseluruhan.

c. Keputusan

Sebuah keputusan diambil dari data yang terkumpul pada tahap sebelumnya.

Tiga tipe keputusan yang dapat diambil adalah :

1. Identifikasi, nama atau label individu yang didapat.
2. Pengenalan seseorang, keputusan dimana individu siap dilihat.
3. Pengkategorian, yang mana wajah harus diberikan ke dalam kategori.

Teknik pengenalan wajah yang umum adalah :

a. Hidden Markov Models (HMMs)

Samario dan Harter pada tahun 1994 menggunakan konvensional Hidden Markov Models sebagai suatu pendekatan grafis untuk mengubah informasi fitur dalam bentuk kode. Namun karena kompleksitas perhitungan yang amat tinggi, maka teknik ini tidak cocok untuk digunakan dalam teknik real-time walaupun tingkat akurasi yang tinggi dapat dicapai.

b. Eigenfaces

Turk L. Pentland pada tahun 1991 menerapkan teknik ini sebagai pengembangan dari PCA yang telah ada dengan menghitung eigenfaces untuk tiap citra dari data yang didapat baik dalam pelatihan (*training*) maupun dalam pengujian (*testing*).

c. Conventional Networks

Laurence, Giles, Tsai, dan Back pada tahun 1997 menggunakan sebuah Self Organising Map (SOM) untuk mengurangi dimensi dari representasi input dan lima layer conventional networks untuk mengatasi masalah translasi dan perubahan citra wajah. Teknik ini lebih cepat dari pendekatan Hidden Markov Models sebelumnya, namun masih memerlukan waktu pelatihan yang cukup lama.

d. Probabilistic Decision-Based Neural Networks

Teknik ini diteliti oleh Lim dan Lim Kung pada tahun 1997, dimana teknik ini bertujuan untuk mengatasi masalah waktu pelatihan dan klasifikasi yang terdapat pada teknik conventional networks.

e. Radial Basis Function Networks (RBF)

Hawell pada tahun 1997 menggunakan pendekatan dengan jaringan Radial basis Function yang sangat cepat dalam pelatihan dan merupakan yang tercepat untuk klasifikasi dari semua teknik yang ada.

f. Continous η -tuple Classifier

Teknik ini dikembangkan oleh Lucas pada tahun 1997 yang mana merupakan pengembangan dari η -tuple Classifier sebelumnya. Pengembangan ini dilakukan hanya untuk mengatasi masalah kecepatan dan efisiensi penyimpanan, namun belum mengatasi masalah yang terdapat dalam pengujian di dunia nyata pada pose dan pencahayaan citra.

g. Nearest Neighbor Classifier

Lucas pada tahun 1997 juga berhasil mencapai performa yang tinggi dengan 1-Nearest Neighbor Classifier sederhana menggunakan pengukuran jarak City-Block.

2.8 Gabor Wavelet

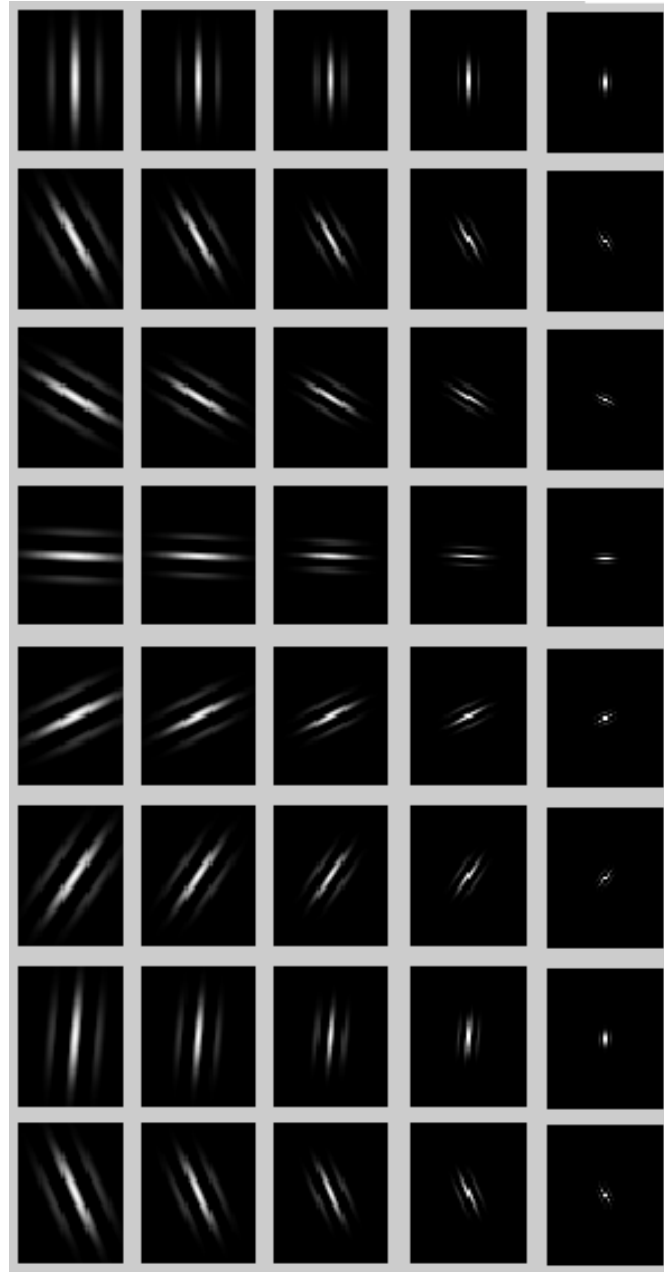
Gabor Wavelet merupakan salah satu teknik *feature extraction*. Fungsi Gabor dan fungsi Wavelet dikenal sangat variatif. Dalam menggabungkan pendapat yang berbeda, namun pada prinsipnya semuanya itu akan menghasilkan fungsi dengan tujuan yang sama. Tujuan utama Gabor Wavelet ini dalam pengolahan adalah untuk memunculkan ciri-ciri khusus dari gambar yang telah dikonvolusi terhadap kernel. Proses yang berlangsung dalam bidang frekuensi mempengaruhi kecepatan proses yang terjadi, baik dalam pemrosesan gambar maupun proses konvolusi.

Wavelet adalah fungsi matematika yang memotong-motong data menjadi komponen frekuensi dan skala yang berbeda-beda. Transformasi Wavelet adalah : dekomposisi suatu sinyal dengan keluarga dari basis ortonormal real $\psi_{a,b}(x)$ yang diperoleh melalui translasi dan dilasi sebuah fungsi kernel $\psi(x)$ yang dikenal sebagai mother wavelet (*Rima Astari*).

$$\psi_{a,b}(x) = 2^{j/2} \psi(2^j x - k)$$

Gabor Filter kernel mempunyai kesamaan bentuk dengan *receptive fields* dari sel-sel sederhana (*simple cells*) dalam visual cortex utama yaitu *multi-scale* dan *multi-oriental kernel*. Gambaran respon *small patch* dari Gray Values dalam sebuah gambar $I(x)$ mengelilingi sebuah pixel yang diberi nilai (x,y) dapat diartikan sebagai konvolusi. Kita menggunakan set yang berbeda dari 5 frekuensi yang berbeda, dengan index $v = 0, \dots, 4$, dan 8 orientation, dengan index $w = 0, \dots, 7$. Respon yang dihasilkan berupa

kumpulan bilangan real dan bilangan imajiner yang kalau digabungkan merupakan kumpulan bilangan kompleks. Dalam penggunaannya kernel real dan kernel imajiner digabungkan dengan operasi akar penjumlahan kuadrat kedua bilangan tersebut. Dibawah ini adalah gambar keempat puluh kernel dengan frekuensi dan orientasi yang berbeda.



Gambar 2.18 : Gabor Kernel (5 frekuensi, 8 orientasi)

Gabor Wavelet dipilih karena sangat relevan dengan biological dan teknikal properties. Gabor Wavelet akan memberikan kekuatan melawan brigtness yang berbeda-beda pada gambar. Lokasi yang terbatas dalam space dan frekuensi menghasilkan sejumlah kekuatan tertentu untuk melawan translasi, distorsi, rotasi, dan scalling. Hanya fase yang berubah secara drastic dengan translasi. Kekurangan dari titik-titik yang besar adalah kesensitivitas terhadap variasi background. Hal ini ditunjukkan, tetapi jika garis bentuk objek diketahui, pengaruh pada background dapat ditekan. Pada penelitian yang dilakukan oleh *Resman Lim, Marcel J.T. Reinders, dahn Thiang*, mereka mengatakan bahwa penggunaan metode Gabor wavelet pada pengenalan wajah sangat bagus karena metode Gabor Wavelet handal dalam mengatasi rotasi dan noise. Pada penelitian mereka ini, mereka menambahkan noise sebesar -9dB. Penambahan noise ini tidak mempengaruhi keakuratan pengenalan wajah menggunakan metode Gabor Wavelet.

Rumus Gabor yang dipakai adalah(http://en.wikipedia.org/wiki/Gabor_filter) :

$$g(x,y; \lambda, \theta, \varphi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \varphi\right)$$

dimana

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta;$$

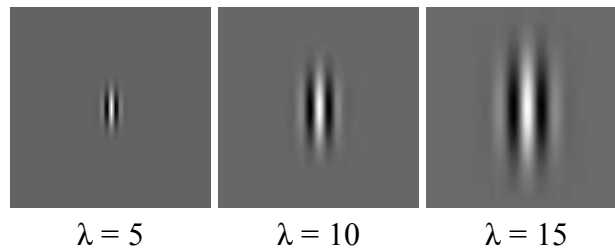
$$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta;$$

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Wavelength (λ)

Ini adalah wavelength dari factor kosinus Gabor filter kerne. Nilai ditentukan oleh piksel. Nilai valid adalah angka real yang sama dengan atau lebih dari 2. Nilai $\lambda=2$ tidak boleh digunakan untuk kombinasi fase offset $\varphi = -90$ atau $\varphi = 90$, karena dalam skripsi ini fungsi Gabor dicontohkan dalam zero crossing.

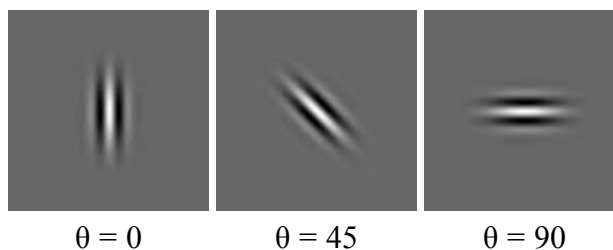
Untuk mencegah terjadinya efek yang tidak diinginkan pada border, nilai wavelenght diusahakan lebih kecil dari seperlima ukuran citra inputan.



$\lambda = 5$ $\lambda = 10$ $\lambda = 15$
Gambar 2.19 Perbandingan wavelenght

2. Orientasi (θ)

Parameter ini menunjukkan orientasi normal untuk garis parallel dari fungsi Gabor. Satuan ditunjukkan dalam derajat. Nilai real valid adalah antara 0 sampai 360.



$\theta = 0$ $\theta = 45$ $\theta = 90$
Gambar 2.20 Perbandingan Orientasi

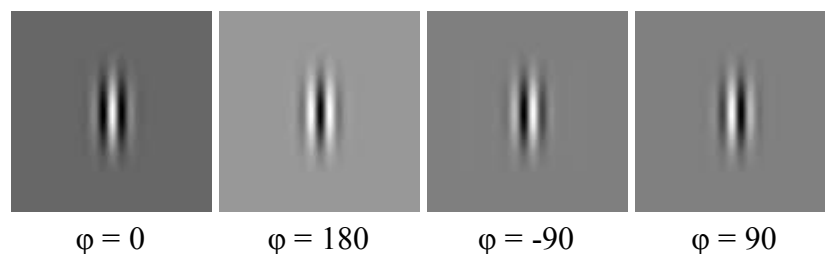
Untuk satu konvolusi, memasuki suatu nilai orientasi dan menentukan nilai dari parameter terakhir dalam suatu blok "angka dari orientasi" sampai dengan 1.

Jika "angka dari orientasi" ditentukan oleh nilai integer N , $N \geq 1$, kemudian N konvolusi akan diperhitungkan. Orientasi dari korespondasi fungsi Gabor adalah dengan jarak yang sama didistribusikan antara 0 sampai 360 derajat dengan peningkatan $360/N$, dimulai dari nilai yang ditentukan dibawah "orientasi-orientasi". Cara alternatif dalam menghitung konvolusi bertingkat untuk orientasi yang berbeda adalah dengan

menentukan "orientasi-orientasi" dari sebuah daftar nilai yang dipisahkan oleh koma (seperti 0,45,110). Dalam kasus ini, nilai parameter "Angka orientasi" diabaikan.

3. Phase Offset (φ)

Phase offset (φ) dalam pernyataan factor cosinus fungsi Gabor ditentukan dalam derajat. Nilai real antara -180 dan 180. Nilai 0 and 180 berhubungan dengan pusat simetris 'center-on' dan 'center-off' secara berurutan, sementara -90 and 90 berhubungan dengan fungsi anti-simetris. Semua kasus lainnya berhubungan dengan fungsi asimetris.



Gambar 2.21 Perbandingan Phase Offset

Jika suatu nilai ditentukan, maka satu konvolusi perorientasi akan dihitung. Jika suatu daftar nilai yang diberikan (contoh : 0,90 dengan default), maka konvolusi bertingkat perorientasi akan dihitung, satu pertiap nilai dari daftar dalam phase offset.

4. Thao (σ)

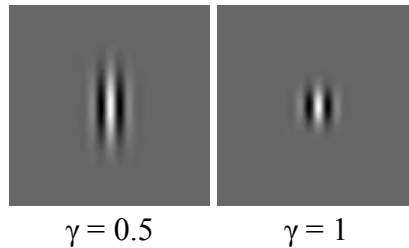
Nilai dari σ tidak dapat ditentukan secara langsung. Ini hanya bisa diubah dengan bandwidth b . Nilai bandwidth harus ditentukan sebagai angka real positif. Defaultnya adalah 1, dimana hubungan antara case σ and λ adalah sebagai berikut : $\sigma = 0.56 \lambda$. Bandwidth yang lebih kecil, dan σ yang lebih besar, dukungan dari fungsi Gabor dan banyaknya excitatory parallel yang terlihat dan zone strip inhibitory.

Rumus untuk menghitung Thao adalah sebagai berikut :

$$\frac{\sigma}{\lambda} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{\ln 2}{2}} \cdot \frac{2^b + 1}{2^b - 1}$$

5. Aspek Ratio (γ)

Parameter ini, yang lebih dikenal dengan aspek ratio spatial, menunjukkan ellipticity dari bentuk fungsi Gabor. Untuk $\gamma = 1$, bentuknya adalah lingkaran. Untuk $\gamma < 1$ bentuk yang terlihat adalah memanjang dalam orientasi dari stripes parallel dari fungsi. Nilai default adalah $\gamma = 0.5$.



Gambar 2.22 Perbandingan Aspek Ratio