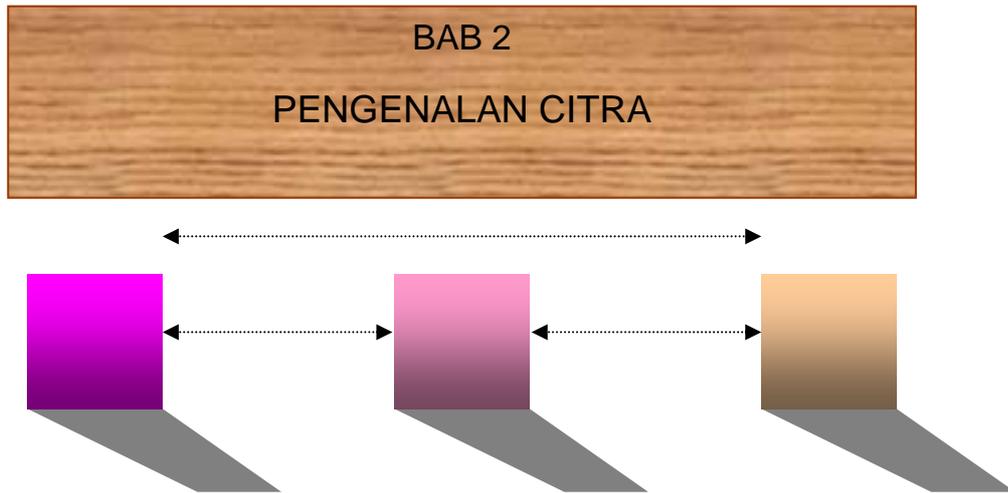


Pengolahan Citra
Pada
Mobil Robot

Tabratas Tharom

tharom@yahoo.com

Copyright © Tabratas Tharom 2003

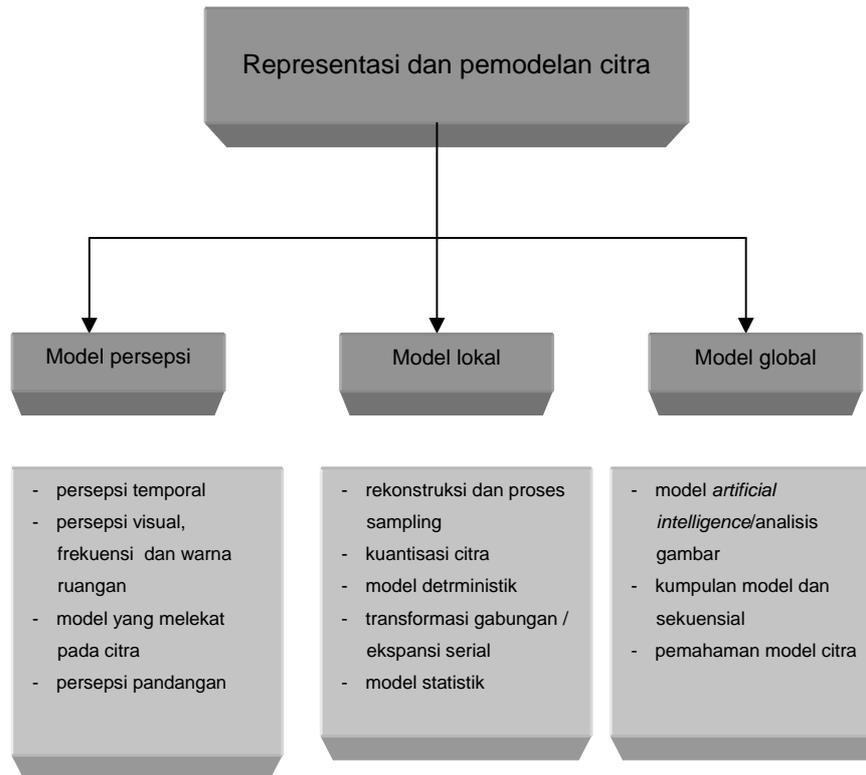


2.1. DEFINISI, REPRESENTASI, DAN PEMODELAN CITRA

Pada pembahasan berikutnya, kita akan banyak menggunakan istilah citra maupun gambar, baik dalam pemberian penjelasan, maupun pemrograman citra. Tapi apakah sebenarnya definisi citra dan gambar itu ?

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 sebuah 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 dan biasanya disusun oleh hukum fisika yang berlaku di alam.

Representasi sebuah citra biasanya dikaitkan dengan karakteristik kuantitas representasi masing-masing elemen gambar (*pixel*). Sebuah citra juga dapat merepresentasi 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 pemodelannya .



Gambar 2.1 Representasi dan pemodelan citra

Bila dikaitkan dengan fungsi matematika, citra dapat direpresentasikan dengan fungsi, yaitu :

$$f(x,y)$$

$$f(x_1, y_2)$$

$f(\underline{x})$, dan seterusnya

Argumen fungsi citra tersebut adalah variabel yang bebas (x , y , atau x_1 , x_2 , atau \underline{x}) dan koordinat ruang 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 *greyscale*. Jika nilai f berada setidaknya diantara 2 nilai, citra disebut sebagai citra yang *binary*. Masing-masing kuantitas mempunyai 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 *greyscale* membolehkan dua nilai intensitas. Citra *binary* adalah sebuah kelas citra yang menghasilkan beberapa buah proses inisial dari data citra *greyscale*. Sebagai ilustrasinya, HVS mempunyai persepsi *greyscale* yang mempunyai kisaran kira-kira 64 level perbedaan (6 bit). Dengan kata lain, pengamatan manusia menunjukkan skala intensitas *greyscale* 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:

- ❑ f mempunyai nilai antara yang terbatas
- ❑ \underline{x} mempunyai daerah tertentu (permukaan citra ataupun sensor mempunyai *field of view* yang terbatas).
- ❑ Baik f maupun \underline{x} adalah faktor terkuantisasi yang diskret pada proses dalam komputer.

Sebelum melangkah ke fungsi matematika yang lebih lanjut dan rumit, ada baiknya dipahami bahwa baik versi kontinu maupun diskret dari fungsi $f(x_1, x_2)$ bergantung pada :

- geometri dan bentuk pandangan. Terdapat hubungan geometri dari sensor ke objek tinjauan. Juga terdapat karakteristik sensor (misalnya magnifikasi, intensitas tanggapan, dan karakteristik geometri)
- Komposisi objek yang dilihat. Isi objek dan hubungan geometri direfleksikan dalam spektra yang berkaitan.

Lebih jauh lagi, diketahui bahwasanya fungsi citra terdiri atas sejumlah argumen (x_1 dan x_2) yang terdistribusi merata dan nilai intensitas f yang dikenal sebagai 'dasar dua transformasi'. Di dalam domain (daerah asal) argumen tersebut, karena dua dimensi transformasi itu sifatnya alamiah, maka hal-hal tersebut akan dispesifikasikan ke dalam bentuk geometri. Hierarki pemrosesannya selanjutnya didasari oleh hubungan geometri matematika berikut ini,

Fitur $x_1, x_2 \Rightarrow$ bentuk dasar \Rightarrow identifikasi atau deskripsi objek
 \Rightarrow deskripsi objek.

Kemudian, kita akan mendefinisikan masukan dan keluaran fungsi citra sebagai $f(x)$ dan $g(x)$. Selanjutnya, kita dapat mengklasifikasikan usaha pemrosesan level rendah dengan menggunakan dua tipe transformasi dengan struktur sebagai berikut :

- *Intensity-based*, $g(\underline{x}) = O [f(\underline{x})]$ (yang akan dioperasikan dengan prinsip intensitas).
- *Geometric-based*, $g(\underline{x}) = \underline{f}(h(\underline{x}))$

Pada pembahasan bab-bab berikutnya mengenai citra , kita akan banyak menggunakan transformasi dan algoritma fourier yang

diimplementasikan pada peningkatan kontras sebuah atau beberapa citra. Juga akan dipakai transformasi *affine* dan transformasi perspektif yang digunakan pada manipulasi geometri citra, seperti rotasi, translasi, dan sebagainya. Lagi pula, representasi data umumnya menggunakan pemrosesan 2 dimensi terlebih dahulu, termasuk pencitraan pada spektrum yang *visible*, pencitraan infra merah, serta pencitraan yang merupakan *aperture* radar buatan.

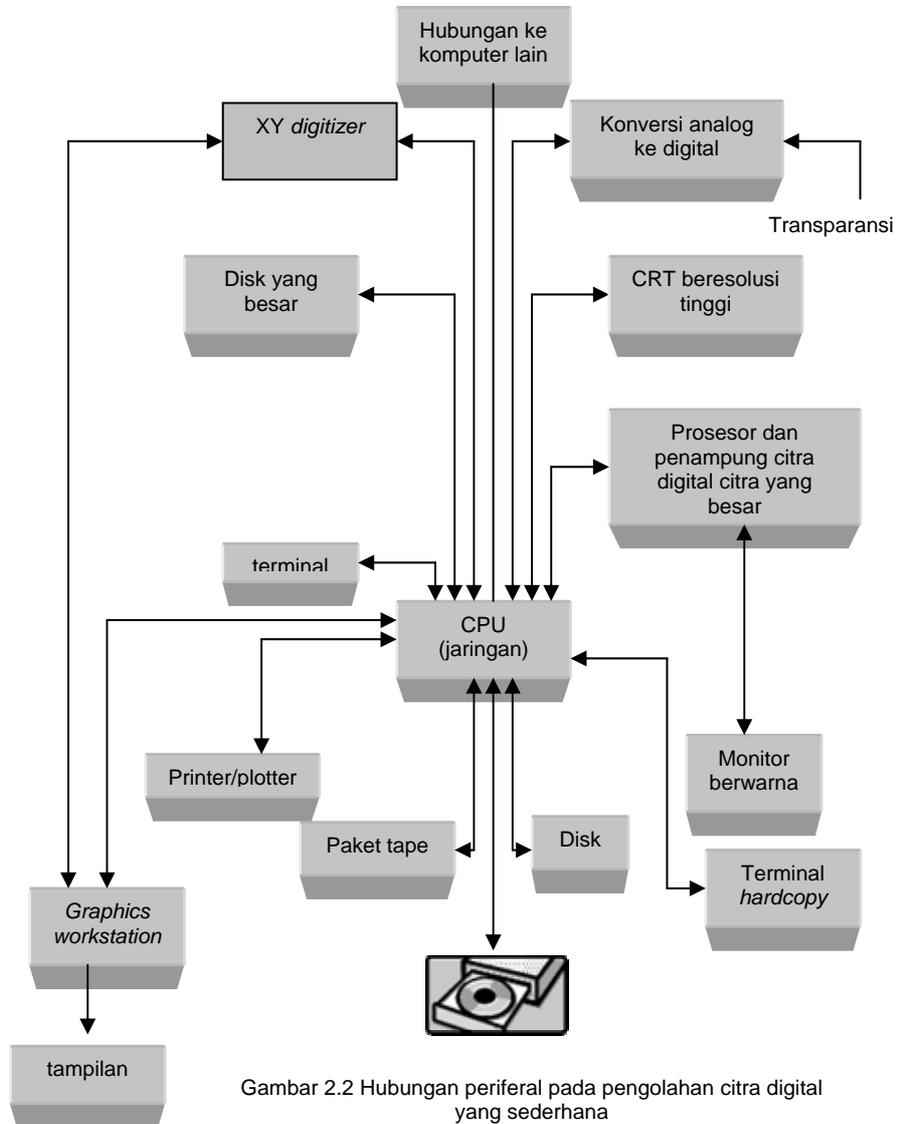
2.2. PENGOLAHAN CITRA DIGITAL : SEBUAH PENDEKATAN

Frase pengolahan citra digital atau dalam bahasa Inggrisnya *digital image processing*, 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. Untuk sebuah pengolahan citra digital yang sederhana, tingkat pemrosesannya dapat dijabarkan sebagai berikut .

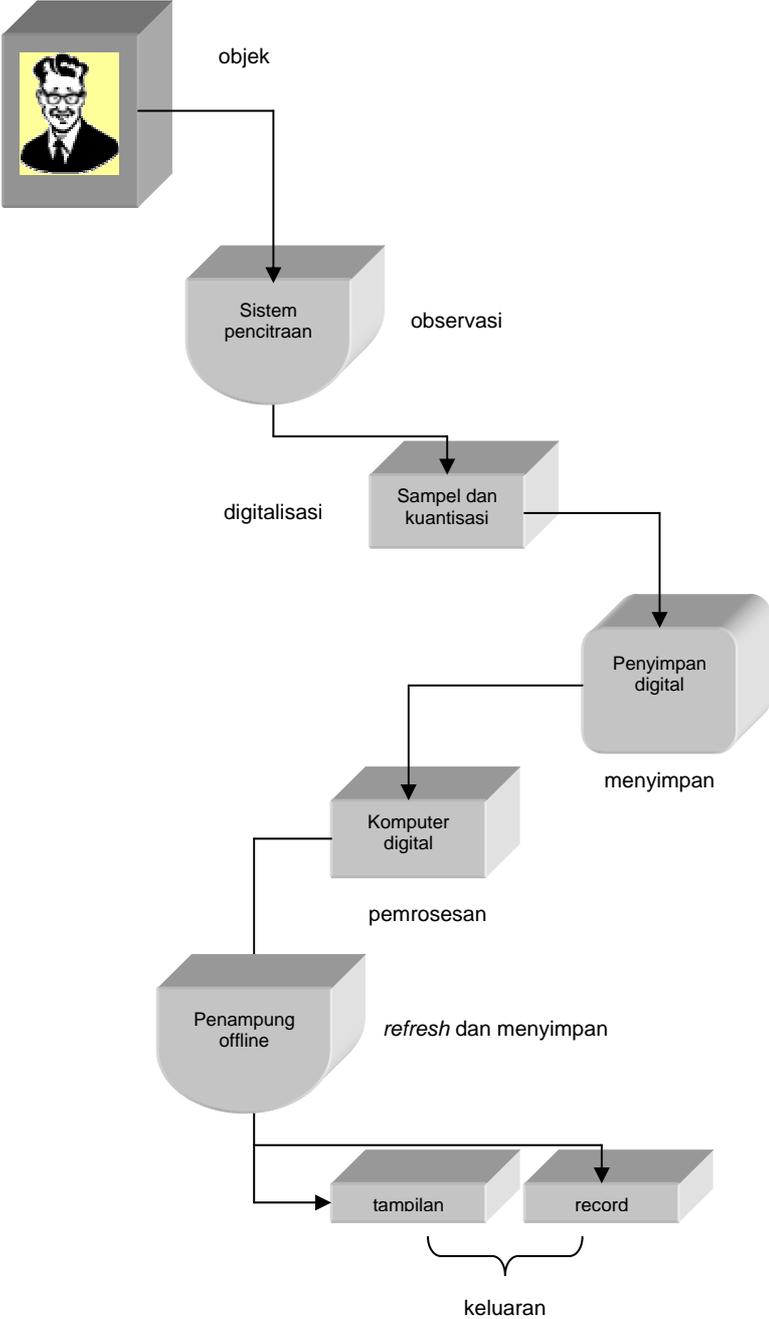
1. Sebuah citra dalam bentuk transparansi, slide, foto, ataupun *chart* didigitalkan terlebih dahulu dan disimpan sebagai sebuah matriks yang berisikan digit biner dalam memori komputer.
2. Citra kemudian dapat diproses dan ditampilkan pada monitor yang mempunyai resolusi tinggi
3. Untuk tampilan, citra 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.

- Masukan ke komputer yang berupa program dibuat melalui sebuah terminal, dan keluaran juga tersedia pada terminal, monitor, ataupun printer.

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



Gambar 2.2 Hubungan periferal pada pengolahan citra digital yang sederhana



Gambar 2.3 Tipikal tahapan pengolahan citra digital

Meskipun pada kenyataannya sangat banyak aplikasi pengolahan citra, tetapi pada pembahasan pengolahan citra pada mobil robot ini akan diberi batasan pada beberapa kelas permasalahan dasar yang ada, yakni :

1. Proses persepsi citra
2. Proses kuantisasi dan sampling citra
3. Proses representasi stokastik citra
4. Proses peningkatan citra
5. Proses restorasi dan penyaringan citra
6. Proses analisis citra
7. Proses pengkompresian data citra

Berikutnya akan diberikan gambaran ringkas mengenai tahapan ataupun kelas dasar permasalahan pada pengolahan citra secara digital sebagaimana diuraikan di atas.

2.2.1. Proses persepsi citra

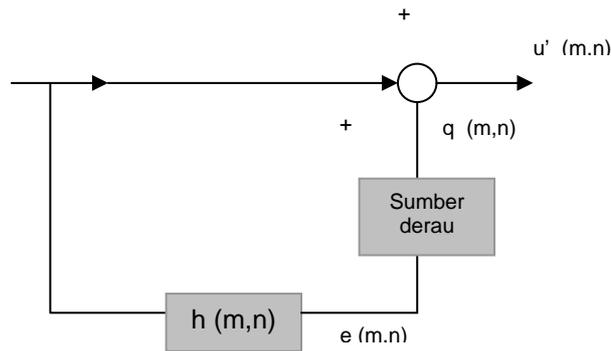
Dalam menampilkan keluaran sebuah sistem pencitraan kepada manusia, perlu dinyatakan bagaimana citra itu ditransformasikan ke dalam bentuk paket informasi kepada manusia. Dalam proses mempersepsikan sebuah citra, banyak hal yang harus dilaksanakan, antara lain bagaimana kita mengatur cahaya, tingkat 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 secara bersamaan; di bagian ini kita akan bermain dengan persamaan hukum Weber. Kemudian, untuk interaksi yang spasial dari tingkat pencahayaan dan persepsi citra, kita akan dapat menemui fenomena yang disebut efek Mach Band. Efek ini akan menunjukkan bahwa terang-gelapnya pencahayaan bukanlah fungsi monoton dari luminansi. Pada tahapan berikutnya, efek Mach Band akan mengukur tanggapan sistem visual dalam koordinat spasial. Transformasi Fourier dari tanggapan

impuls akan memberikan tanggapan frekuensi sistem tadi. Setelah itu, MTF dapat dideterminasi.

Dalam banyak sistem pengolahan citra, fungsi visibilitas akan sangat membantu. Misalnya dalam pengkodean citra, keluaran citra $u'(m,n)$ terdiri atas derau tambahan (*additive noise*) $q(m,n)$, yang bergantung pada $e(m,n)$, sebuah fungsi masukan citra $u(m,n)$. Urutan atau tahapan $e(m,n)$ kadang-kadang disebut fungsi masking. Fungsi masking adalah sebuah fitur citra yang akan diobservasi atau diproses pada aplikasi yang akan dilakukan berikutnya. Contohnya adalah, bila $e(m,n) = u(m,n)$ dalam transmisi PCM dari sejumlah citra. Contoh yang lain adalah :

1. $e(m,n) = u(m,n) - u(m-1,n)$
2. $e(m,n) = u(m,n) - a_1u(m-1,n) - a_2u(m,n-1) + a_3u(m-1,n-1)$
3. $e(m,n) = u(m,n) - \alpha[u(m-1,n) + u(m+1,n) + u(m,n-1) + u(m,n+1)]$

Di bawah ini, diberikan contoh diagram fungsi visibilitas dari model sumber derau.



Gambar 2.4 Fungsi visibilitas model sumber derau

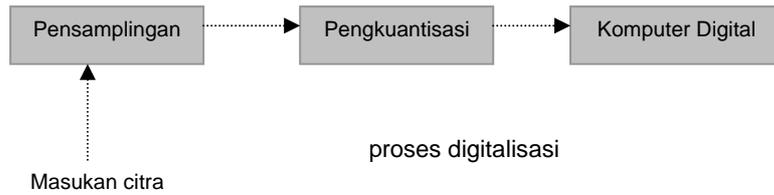
Pada tahap persepsi citra ini, bagian yang kelak menjadi sangat penting adalah representasi warna. Pengetahuan mengenai warna menjadi

sangat penting, mengingat semua proses desain dan pengembangan citra selalu berkaitan dengan sistem warna *vision*. Penggunaan warna untuk tampilan citra bukanlah sekadar untuk memperindah saja, melainkan juga untuk mempermudah kita menerima informasi visual . Di satu pihak kita menyadari hanya sedikit level *grey* 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 perseptual warna adalah *brightness*, *hue*, dan saturasi. *Brightness* merepresentasikan luminansi yang diterima sebelumnya. *Hue* mengacu pada kemerahan, kehijauan, dan lain sebagainya. Untuk sumber cahaya yang monokromatik, perbedaan warna dimanifestasikan oleh perbedaan panjang gelombang. Saturasi adalah aspek persepsi yang memvariasikan cahaya putih yang lebih kuat yang akan ditambahkan ke dalam cahaya monokromatik.

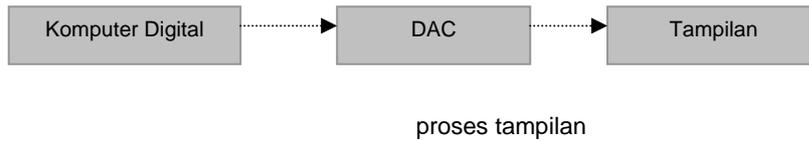
Warna yang direpresentasikan berdasarkan teori klasik Thomas Young (102), yang menyatakan bahwa warna apa pun dapat direproduksi dengan cara mencampurkan dan mengkombinasikan tiga warna primer.

2.2.2. Proses Kuantisasi dan Sampling Citra

Persyaratan dasar pengolahan citra dengan komputer adalah citra harus tersedia dalam bentuk digital, yang direpresentasikan oleh sebuah *array* yang mempunyai panjang kata biner tertentu (tidak tak terhingga). Citra yang diberikan disampel pada kisi yang diskret dan masing-masing sampel atau piksel dikuantisasi menggunakan sejumlah tertentu bit. Citra yang didigitalkan kemudian diproses pada komputer tersebut. Untuk menampilkan sebuah citra digital, citra pertama sekali dikonversikan menjadi sinyal analog, yang di-*scan* melalui sebuah alat atau instrumen tertentu. Bagannya ditunjukkan berikut ini :



Gambar 2.5 Proses digitalisasi citra



Gambar 2.6 Proses menampilkan citra

Salah satu bagian proses sampling dan kuantisasi citra adalah peng-*scan*-an citra . Metode sampling citra yang paling umum adalah melakukan *scan* baris demi baris, lalu mencuplik masing-masing baris tersebut. Contohnya adalah sebuah objek, film, ataupun transparansi yang secara kontiniu diiluminasi untuk membentuk citra elektron pada sebuah plat yang bercahaya sensitif yang disebut target. Dalam tabung *vidicon*, target adalah fotokonduktif, sedangkan sebuah tabung citra *dissector* adalah fotoemisif.

Pada proses sampling dan kuantisasi ini akan banyak dijumpai juga persamaan matematis seperti teori sampling dua dimensi, replikasi, rataan Nyquist, aliasing, dan frekuensi Foldover. Aliasing merupakan suatu proses yang menyebabkan distorsi atau gerigi pada gambar. Sebagai gambaran adalah menembakkan suatu cahaya lewat pusat sebuah pixel, melihat perpotongan, kemudian mewarnai seluruh pixel melalui warna apa pun

yang berhubungan dengan benda yang dikenai. Hasilnya mungkin tidak sangat akurat dan kadang-kadang gambarnya kabur.

Contoh yang berikutnya adalah dengan mengambil lantai berubin putih dan hitam yang lebarnya berukuran 0.25 meter, kemudian disampling pada interval 0.5 meter. Akan didapat semua sampel berwarna putih atau berwarna hitam. Hal ini sebenarnya tidak mewakili warna lantai, yang seharusnya menjadi gabungan keduanya, atau dengan kata lain berwarna abu-abu. Contoh lainnya adalah membuat animasi dengan menggerakkan beberapa gambar dengan menggerakkan objek dan memperagakan semua *frame* dengan cepat (misalnya 24 *frame* tiap detik). Pada pemodelan, jika suatu objek bergerak cukup cepat, mungkin akan muncul lompatan-lompatan sekitar layar. Contohnya, jika objek berukuran 1 cm tapi bergerak begitu cepat di dalam 1/24 detik (lamanya sebuah *frame*), sekitar 5 cm menjauh dari sebelumnya, objek akan muncul seperti melompat dengan drastis sekali.

Teknik dan teori dalam proses sampling ini sangat banyak antara lain sampling dan *interlasing grid* yang *nonrectangular*, sampling heksagonal, sampling optimal. Pembatasan praktis pada proses sampling dan rekonstruksi antara lain sampling apertur, fungsi interpolasi, dengan tambahan fungsi seperti fungsi interpolasi Lagrange serta tanggapan lapangan datar (*flat field response*) dan efek Moiré.

Langkah berikutnya untuk melakukan sampling citra yang telah terdigitalisasi adalah mengkuantisasi. Pengkuantisasian sebenarnya bertujuan memetakan sembarang variabel yang kontinyu menjadi sebuah variabel diskret. Proses mengkuantisasi citra banyak jenis dan tahapannya, antara lain pengkuantisasian Lloyd-Max dan pengkuantisasian optimal uniform. Kemudian dikenal *compandor* yakni *compressor expander*, yakni pengkuantisasi uniform yang dihasilkan dari transformasi nonlinear.

2.2.3. Proses representasi stokastik citra

Dalam representasi yang stokastik, citra sering sekali dianggap sebagai sebuah fungsi sample suatu *array* dari variabel acak yang disebut medan acak (*random field*). Model yang kita perkenalkan di bidang bahasan ini, terbagi atas 2 jenis

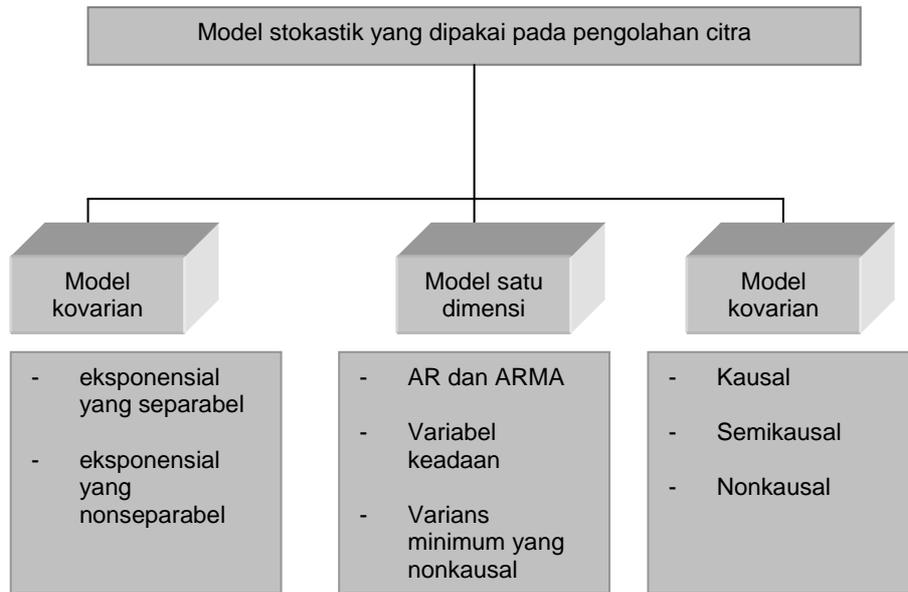
1. Model Kovarian

Dalam banyak aplikasi, termasuk restorasi citra dan kompresi data, seringkali citra dikarakterisasi sebagai fungsi kovarian, dan terkadang dimulai dengan representasi medan acak yang berarti fungsi kovarian itu dinyatakan oleh model eksponensial yang separabel ataupun yang nonseparabel. Model kovarian yang separabel adalah model yang baik untuk dianalisis pada algoritma pengolahan citra dan komputer yang atraktif, sedangkan model yang satu lagi tidak begitu nyaman untuk dianalisis. Model kovarian dianggap model yang sangat berguna pada pengkodean transformasi citra. Fungsi kovarian itu digunakan untuk mencari variasi koefisien transformasi yang bersangkutan.

2. Model Sistem Linier (*Linear System Models*)

Alternatif untuk merepresentasikan medan acak oleh fungsi kovarian adalah dengan mengkarakterisasi semua fungsi tersebut sebagai keluaran sistem linier. Masukannya merupakan medan acak dengan mengetahui medan itu berdasarkan data statistik (misalnya derau masukan). Seperti yang kita ketahui, sistem linier dinyatakan dengan persamaan perbedaan dan biasanya berguna dalam mengembangkan algoritma pengolahan citra pada komputer dengan efisien. Juga, algoritma adaptif yang didasarkan pada parameter persamaan perbedaan yang *update* lebih mudah diimplementasikan. Permasalahan yang timbul dalam usaha menemukan model persamaan perbedaan yang stokastik adalah

merealisasikan kovariansi yang dikenal sebagai masalah faktorisasi yang spektral . Di bawah ini ditampilkan diagram model stokastik yang digunakan pada pengolahan citra.



Keterangan :

AR = *Auto Regressive*

ARMA = *Auto Regressive Moving Average*

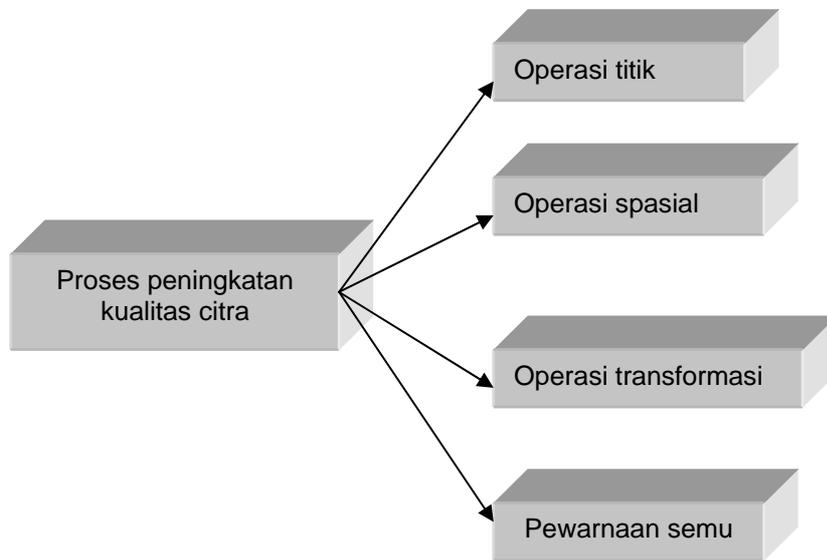
Gambar 2.7 Diagram model stokastik pada pengolahan citra

2.2.4. Proses 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 level *gray* dan manipulasi kontras, reduksi derau, menegaskan sudut, penajaman, penyaringan, interpolasi dan magnifikasi, pewarnaan semu, dan lain-lain.

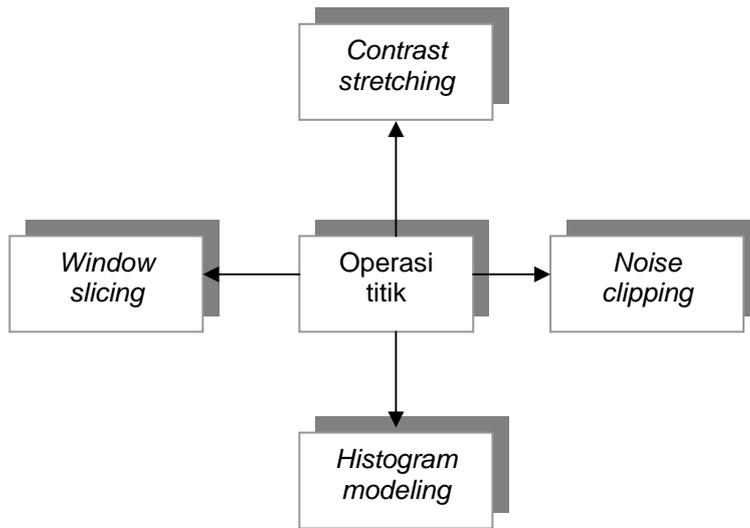
Kesulitan paling besar dalam proses peningkatan citra adalah mengkuantisasi kriteria yang akan ditingkatkan kualitasnya. Oleh karena itu, sejumlah teknik proses peningkatan citra bersifat empirik dan membutuhkan prosedur yang interaktif untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Bagaimanapun, proses peningkatan 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 2.8 Pembagian teknik dalam proses peningkatan kualitas citra

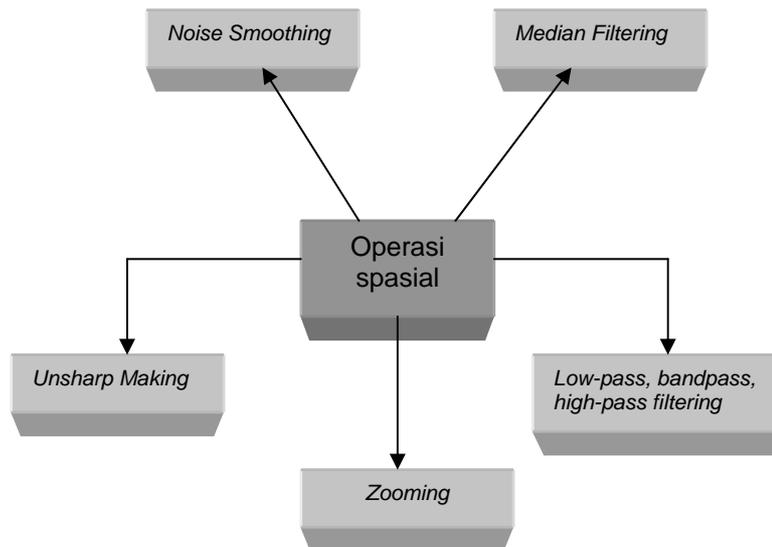
Masing-masing teknik tersebut mempunyai pembagian lain.

- Untuk operasi titik



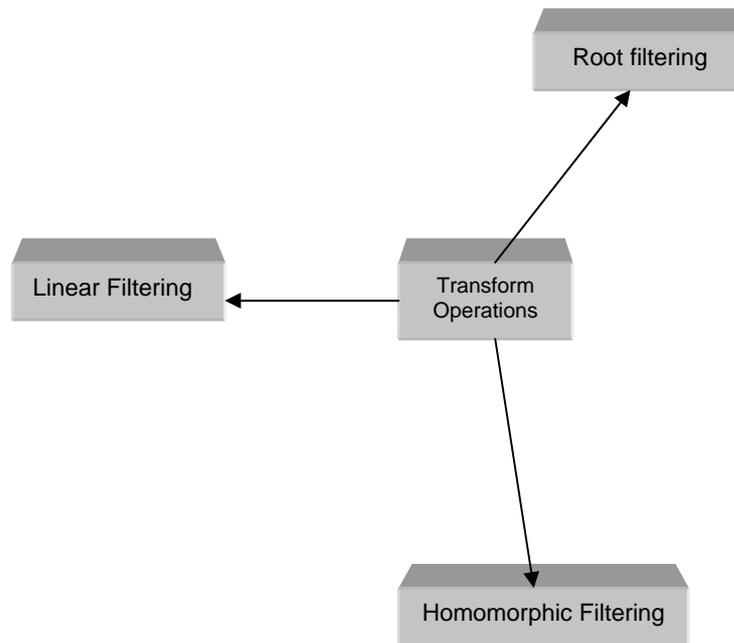
Gambar 2.9 Pembagian operasi titik

- Untuk operasi spasial



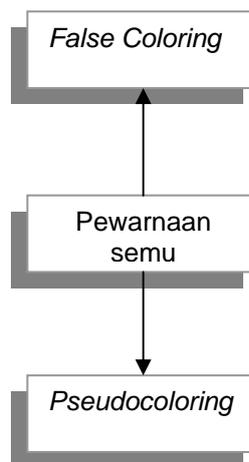
Gambar 2.10 Pembagian operasi spasial

- Untuk operasi transformasi



Gambar 2.11 Pembagian operasi transformasi

- Untuk pewarnaan semu

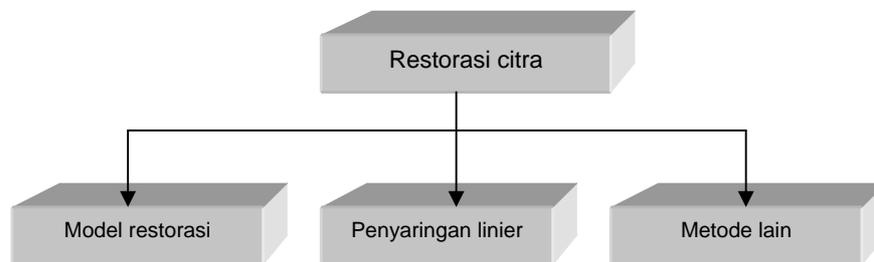


Gambar 2.12 Pembagian pewarnaan semu

2.2.5. Proses restorasi dan penyaringan citra

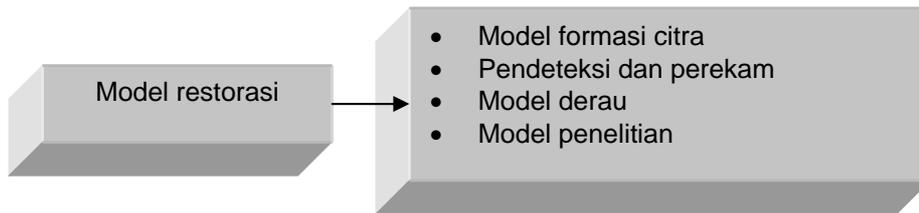
Sembarang citra diperoleh melalui optik atau optik elektrik, yang tentu saja menurun derajatnya akibat lingkungan. Penurunan ini mungkin dalam bentuk derau sensor, kabur karena kamera yang kurang fokus, pergerakan objek kamera yang relatif, turbulensi atmosfer acak, dan lain-lain. Restorasi citra ini 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 kriteria 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.

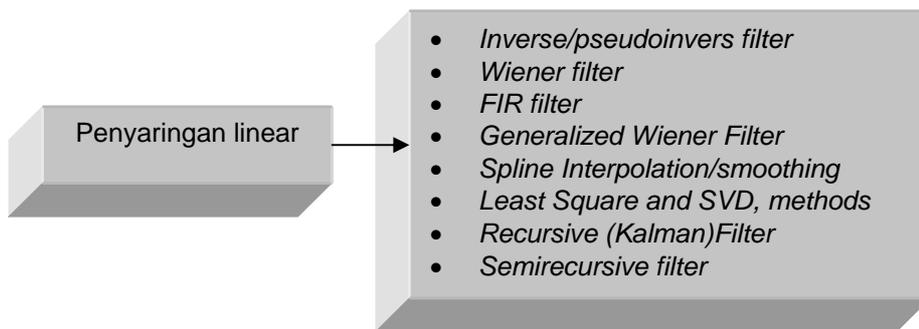


Gambar 2.13 Pembagian teknik restorasi dan penyaringan

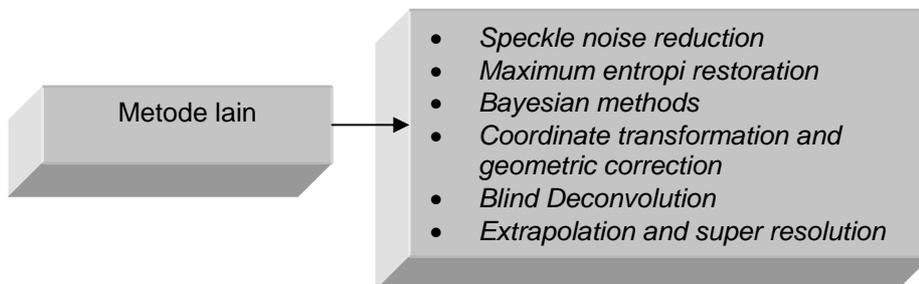
Masing-masing sub permasalahan pada Gambar 2.13 itu, dibagi lagi menjadi :



Gambr 2.14 Pembagian model restorasi



Gambar 2.15 Pembagian penyaringan linier

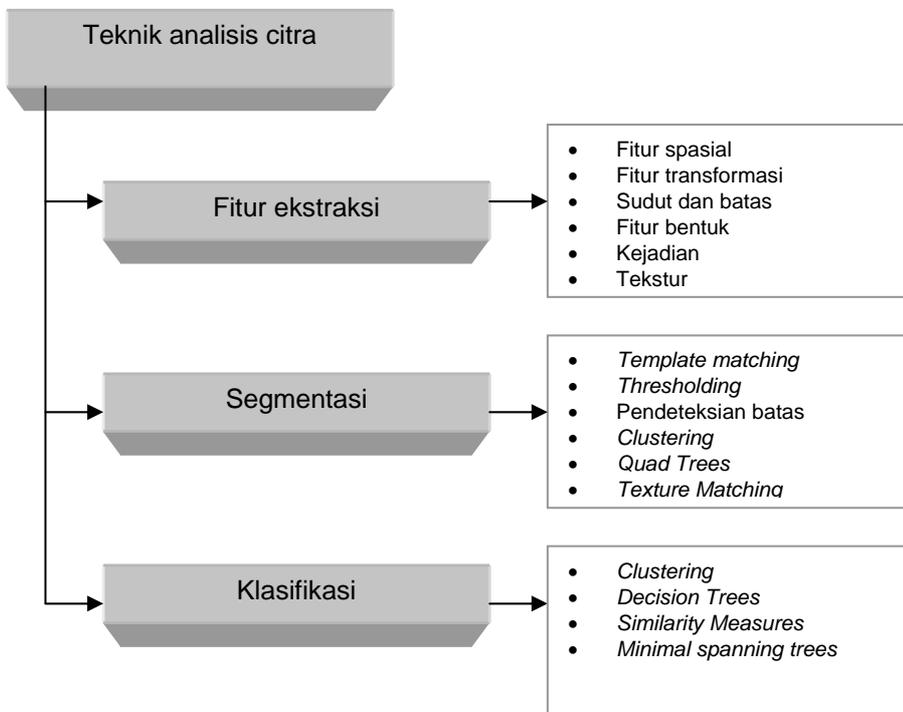


Gambar 2.16 Pembagian metode lain

2.2.6. Proses analisis citra

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 asembli 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 antarmereka dalam sebuah kerangka.

Analisis citra, pada dasarnya terdiri atas fitur ekstraksi, segmentasi, pengklasifikasian teknik. Bagian-bagian yang terdapat pada analisis citra diperlihatkan pada Gambar 2.17.



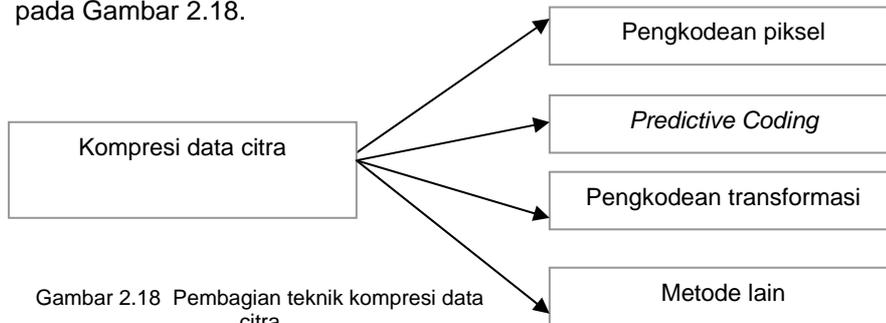
Gambar 2.17 Pembagian teknik analisis citra

2.2.7. Proses kompresi data citra

Kompresi data citra berkaitan dengan proses meminimalkan sejumlah bit yang diperlukan untuk merepresentasi sebuah citra. Mungkin cara yang paling sederhana dan yang paling dramatik adalah sampling citra yang mempunyai pita terbatas. Piksel yang banyaknya tak hingga itu per unit areanya dikurangi ke satu sampel tanpa kekurangan informasi yang diperlukan (dengan asumsi tersedianya *low pass filter*). Konsekuensinya sejumlah sampel per unit mengalami kehilangan.

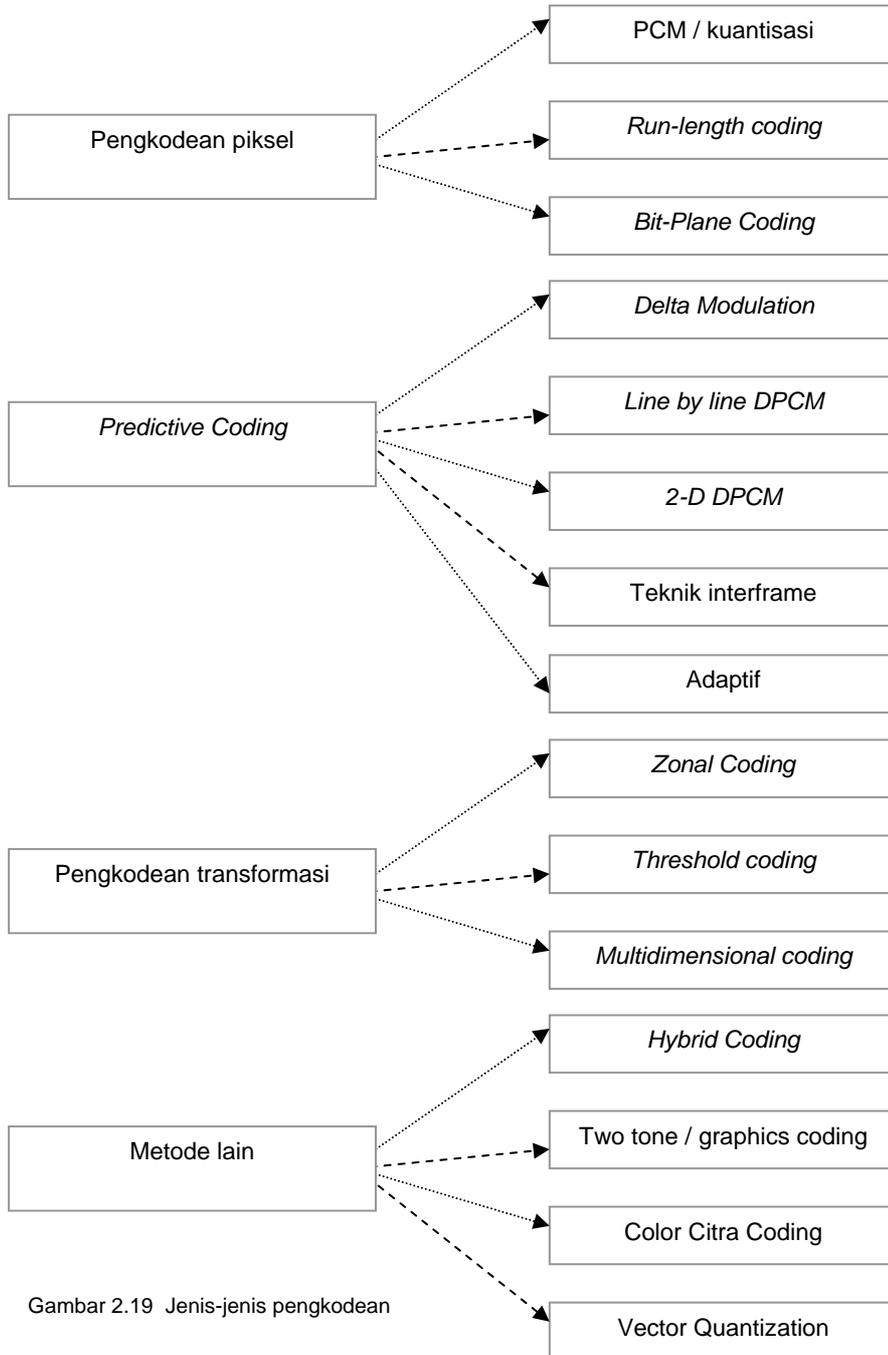
Aplikasi kompresi data ini pada dasarnya dibutuhkan dalam transmisi dan penyimpanan sejumlah penting informasi. Aplikasi transmisi citra terdapat pada siaran televisi, penginderaan jarak jauh menggunakan satelit, komunikasi militer melalui pesawat terbang, radar dan sonar, konferensi jarak jauh (*teleconference*), komunikasi komputer, transmisi faksimili, dan sebagainya. Penyimpanan citra dibutuhkan untuk pendidikan, dokumen bisnis, citra medis yang malah meningkat pada bidang tomografi komputer, resonansi magnetik citra, radiologi digital, gambar bergerak, citra satelit, pemetaan cuaca, survei geologi, dan seterusnya. Aplikasi dari kompresi data citra ini memungkinkan pengembangan algoritma cepat yang memerlukan sejumlah operasi untuk mengimplementasi algoritma yang mengalami pengurangan dengan mengerjakan data yang akan dan telah dikompres.

Diagram pembagian teknik dalam kompresi data citra, disajikan pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18 Pembagian teknik kompresi data citra

Masing-masing pembagian Gambar 2.18 memiliki klasifikasi lagi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.19



Gambar 2.19 Jenis-jenis pengkodean

2.3. PENGOLAHAN SINYAL DIGITAL, PENGENALAN POLA, GRAFIKA KOMPUTER, DAN KECERDASAN BUATAN

Sebelum berbicara mengenai berbagai teknik yang terdapat pada pengolahan citra sebuah mobil robot, ada baiknya juga kita menelaah beberapa pengetahuan yang kelak akan menjadi dasar pengembangan program aplikasi pencitraan yang ada, yakni :

1. pengolahan sinyal, khususnya sinyal digital
2. pengenalan pola
3. grafika komputer
4. kecerdasan buatan.

2.3.1. Pengolahan sinyal digital

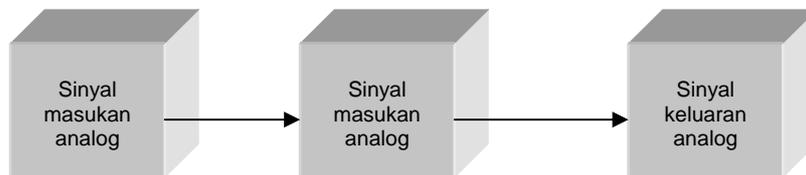
Sebagian besar sinyal yang muncul di dunia sains dan rekayasa adalah dalam bentuk analog. Maka, sinyal juga disebut sebagai fungsi dari variabel yang kontiniu, seperti waktu ataupun ruang. Setiap sinyal dapat diproses secara langsung dengan sistem analog yang sesuai (seperti filter atau penganalisis frekuensi) atau pengali frekuensi untuk tujuan mengubah karakteristik ataupun mengekstraksi mereka menjadi informasi yang diinginkan. Di dalam kasus seperti itu dapat kita katakan sinyal telah diproses secara langsung dalam bentuk analognya. Sinyal masukan dan keluaran yang dihasilkan berbentuk analog.

Pemrosesan sinyal digital menyediakan metode alternatif untuk mengolah sinyal analog. Untuk menunjukkan pengolahan secara digital diantara sinyal analog dan prosesor digital diperlukan *interface* berupa *A/D converter*. Keluaran dari *A/D converter* berupa sinyal digital yang sesuai dengan masukan prosesor digital. Prosesor sinyal digital dapat berupa sebuah komputer digital besar atau sebuah mikroprosesor kecil yang telah

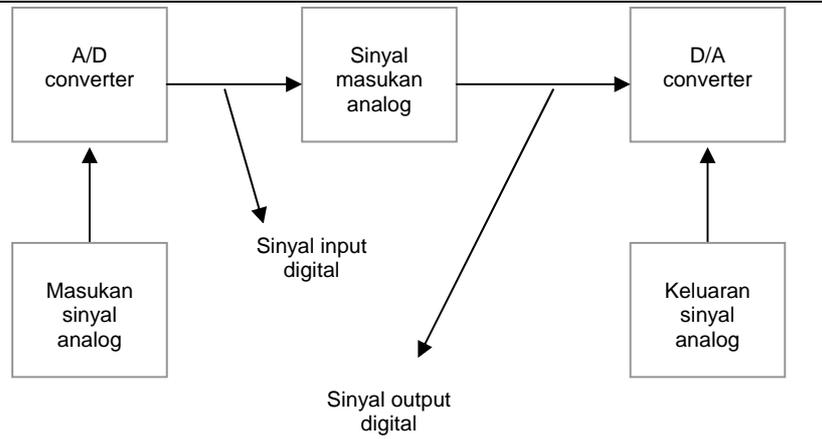
diprogram untuk melaksanakan operasi yang diinginkan untuk sinyal masukan. Prosesor sinyal digital dapat juga berupa *hardwired digital processor*.

Mesin yang dapat diprogram menyediakan fleksibilitas untuk mengubah operasi pemrosesan sinyal melalui perubahan yang terdapat di dalam perangkat lunak. Sebagai konsekuensinya, prosesor sinyal yang dapat diprogram tadi haruslah merupakan bentuk yang umum untuk digunakan. Dengan kata lain, ketika operasi pengolahan sinyal telah didefinisikan, maka implementasi dan operasi telah dioptimasi dan menghasilkan prosesor sinyal yang lebih murah.

Dalam aplikasinya, keluaran digital dari prosesor sinyal digital diberikan kepada pengguna dalam bentuk analog seperti komunikasi lisan. Kita harus menyediakan *interface* lain dari domain digital ke domain analog, yaitu *D/A converter*. Bagaimanapun aplikasi praktis lain harus diikutsertakan dalam analisisnya. Contohnya adalah pengolahan sinyal radar digital-informasi diekstrak dari sinyal radar melalui posisi dari pesawat terbang dan kecepatannya kemudian disederhanakan dan dicetak pada kertas. Pada kasus ini *D/A converter* tidak diperlukan. Di bawah ini diberikan diagram blok pengolahan sinyal analog, yang diikuti dengan diagram blok dari sistem pengolahan sinyal digital.



Gambar 2.20 Diagram blok pengolahan sinyal analog



Gambar 2.21 Diagram blok pengolahan sinyal digital

2.3.2. Pengenalan Pola

Pengenalan pola adalah salah satu proses untuk mengidentifikasi sebuah objek. Di dunia ini terdapat beberapa kelas objek; salah satu kelas yang akan kita bahas pada pengolahan citra pada robot mobil ini. Tapi pada umumnya kita akan mempelajari kelas-kelas objek yang ada di sekitar kita terlebih dahulu, baru kemudian kita kerucutkan pada objek yang kita inginkan dikenal dan diidentifikasi oleh mobil robot tersebut.

Untuk lebih jauh memahami pengenalan pola, ada baiknya secara terminologi kita pahami arti kata per katanya. Dalam sebahagian konteks, orang mengartikan *pattern* (pola) sebagai pengaturan yang berbeda dari elemen struktural. Maknanya? Misalnya kita sedang mendeskripsikan awan, maka pola awan itu dianggap mengacu pada beberapa tampilan yang berbeda dari awan itu sendiri, seperti yang dijelaskan oleh bidang meteorologi. Banyak jenis dan bentuk awan yang terdapat di dunia ini, sehingga terkadang kita agak sulit mendeskripsikan awan.

Dalam pengertian lain, pola berarti *archetype* atau prototipe yang sesuai dengan asal mula pembentukan sebuah objek. Misalnya pola sebuah baju; pola baju bisa dideskripsikan dari asal mula pembentukannya, berlingannya pendek, berkancing hanya 3 pasang, dan lain sebagainya. Jika kita berbicara mengenai pengenalan pola, kita tak bisa lepas dari pengklasifikasian beberapa objek, yang kita sebut sebagai kelas, seperti yang telah dijelaskan. Objek yang akan kita coba klasifikasikan selanjutnya direpresentasikan dalam proses pengenalan pola dengan beberapa set dan cara pengukuran yang unik. Untuk setiap pengukuran kita dapat mengasosiasikan pengkoordinatan sebagai keadaan yang berada pada ruang yang multidimensi yang kita namakan *hyperspace*. Untuk menelaah konsep yang terkait, kita akan mengenalkan secara intuitif *graspable* yang akan kita gunakan dalam diagram dua dimensi, yang terlihat seperti keadaan yang merepresentasikan ruang dua dimensi. Dalam konsep pengenalan pola ini, kelas objek yang kita perdebatkan haruslah kelas objek yang merupakan kumpulan benda nyata. Seterusnya akan kita dapati representasi yang ideal dari objek tersebut. Contohnya, representasi kita terhadap suatu objek dalam suatu keadaan yang merupakan hasil dari tiga macam pengukuran menyebabkan beberapa kesulitan, tapi kita dapat mengaturnya karena bentuk keadaan fisiknya berada dalam lingkup tiga dimensi. Tapi, ketika suatu objek didapat dari hasil pengukuran yang berjumlah lebih dari tiga kali, maka kita dapat merepresentasikannya jika dan hanya jika dalam keadaan ruang yang *hyperspace* dan direpresentasikan dalam bentuk grafik..

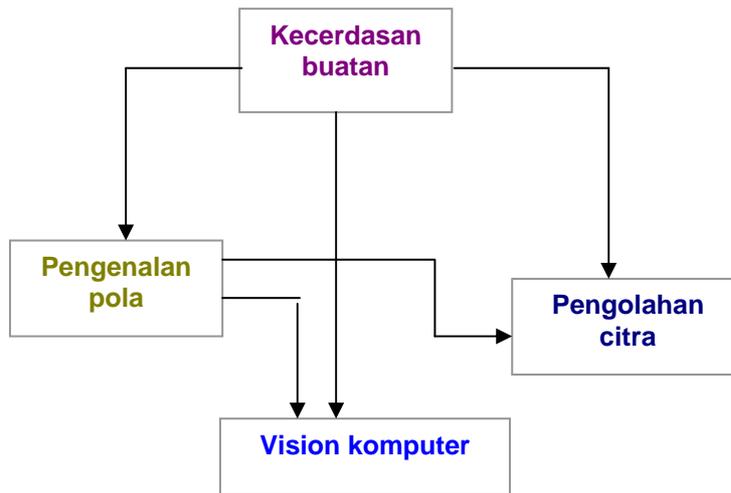
Dari penjelasan di atas, pengenalan pola bisa juga disebut sebagai mesin desain yang mencoba membuat satuan fungsional dari sistem pemrosesan yang ada di dalam tubuh manusia. Dalam kaitannya dengan dunia saat ini, pengenalan pola telah berkembang sampai dua tahapan penting, yakni *vision* dan *audisi* (masing-masing untuk penglihatan dan pendengaran). Contohnya, kita telah mengetahui OCR (*Optical Character*

Recognition) yang merupakan instrumentasi kedokteran yang berfungsi untuk menginspeksi dan mendeteksi suatu gejala abnormal dalam sebuah diagnosis. Sistem itu merupakan aplikasi dari sistem pengenalan pola yang berorientasi pada *vision*. Untuk bidang pendengaran, calon yang sudah pasti adalah mesin tik yang dioperasikan dengan suara. Tapi kemudian yang menjadi pertanyaan pada aplikasi ini, bagaimana alat tersebut dapat mengenali perbedaan tekanan dan vibrasi suara yang muncul kemudian. Selanjutnya untuk bidang pengolahan citra dan pencitraan pada mobil robot sendiri, di manakah pengenalan pola ini berfungsi ?

Setelah melihat dan memahami pengertian pengolahan pola dari penjelasan di atas, kita dapat menyebutkan beberapa aplikasi yang menunjang bidang pengolahan citra dan pencitraan pada mobil robot tersebut nantinya dengan penekanan pada pengenalan karakter optik. Pada kenyataannya, OCR masih merupakan aplikasi tertua dan yang paling ekstensif yang dimiliki oleh pengenalan pola. Bagaimanapun, aplikasi tersebut dianggap masih jauh dari memuaskan. Bahkan sampai sekarang ini, bentuk aplikasi pengenalan pola pada area pengembangan lain masuk berupa pencitraan medis sebagai alat bantu diagnosis medis. Tujuannya adalah untuk mengotomatisasi laboratorium percobaan dari berbagai rutin pencitraan medis. Aplikasi pada bidang mobil robot sebenarnya mengkaitkan pengenalan pola ini pada turunan dan familinya sebagai berikut.

1. Kecerdasan buatan, penjelasan pada subbab berikutnya
2. Pengolahan citra, penjelasan pada subbab sebelumnya.
3. *Vision* komputer, lihat penjelasan subbab berikutnya.

Bagan hubungannya dapat dilihat berikut ini.



Gambar 2.22 Hubungan antara pengenalan pola, pengolahan citra, vision komputer, dan kecerdasan buatan

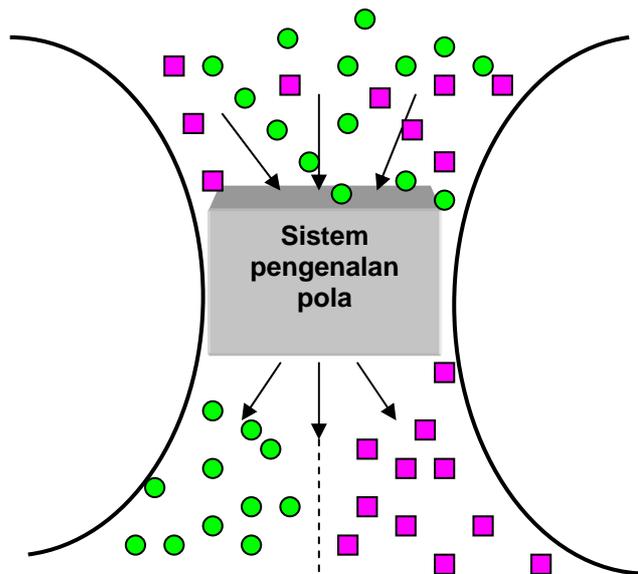
Aplikasi pengenalan pola pada kecerdasan robot menunjukkan kenaikan pada segmen produktivitasnya. Contohnya adalah mobil robot ini (robot yang dilengkapi dengan kamera *vision*) ataupun yang setara yang bertujuan mendeterminasi lokasi dan orientasi objek pada lingkungan pergerakan robot. Hal tersebut membutuhkan pengenalan objek dalam ruang pengenalan tiga dimensi dan mengacu pada pengembangan pengenalan yang berdasarkan model. Sejumlah bentuk yang terlihat untuk objek nyata dapat dilihat dalam orientasi *arbitrary* yang disederhanakan untuk pengenalan yang berdasar *template* menjadi perangkat yang bisa dioperasikan.

Sementara aplikasi praktis masih terbilang terbatas sekali, banyak penelitian yang dikembangkan dalam bidang *vision* robot ini. Pada salah satu universitas di muka bumi ini, mungkin saja kita menemukan proyek yang luar biasa, misalnya mobil robot yang dipersiapkan berjalan di lingkungan yang belum diketahui sebelumnya, contohnya mobil robot yang sedang dikembangkan di Laboratorium *Robotic dan Virtual Reality* di ITB, Indonesia. Tapi, penemuan dan pengembangan di bidang ini, yang masih

dianggap paling spektakular adalah sistem *guidance Mars ranger*. Pengenalan yang berdasar model dan objek ini dikembangkan sejalan dengan perkembangan alat elektronik. Dalam mengenali objek serta model, dua buah kamera, misalnya, yang telah dilengkapi dengan teknologi pengenalan pola ini dapat mendeteksi perubahan pada tekstur maupun sumber cahaya objek yang akan diinspeksi. Dua buah kamera tadi melakukan perbandingan *item* yang semula dengan *item* yang telah mengalami perubahan piksel demi piksel. 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

Berikut ini diberikan gambaran singkat tentang permasalahan yang terdapat pada pengenalan pola.

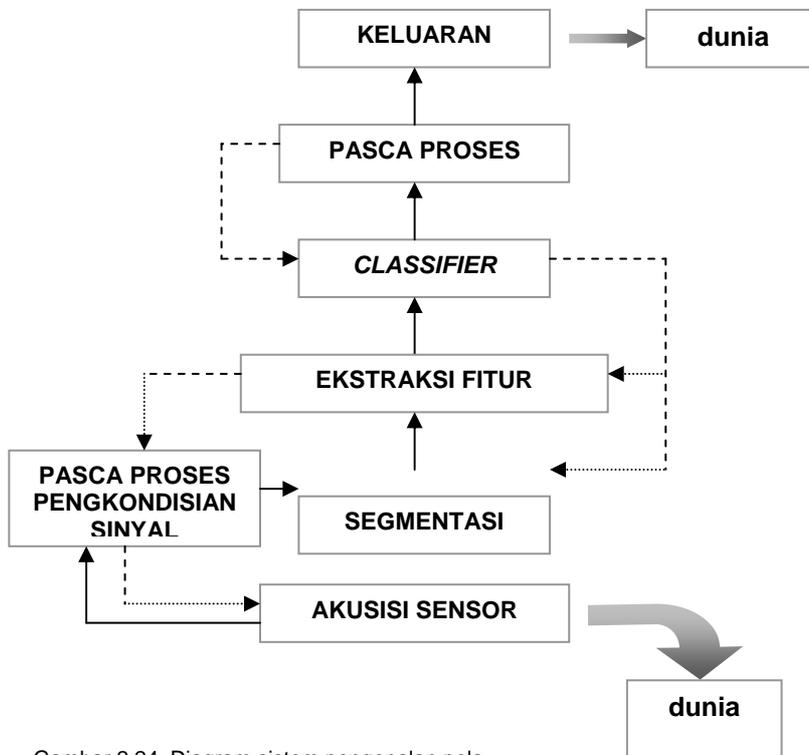


Gambar 2.23 Bagan permasalahan pengenalan pola

Untuk dapat melakukan proses pengenalan pola dengan baik dan lancar, diperlukan beberapa subsistem yang harus ada pada suatu instrumen dalam hal ini mungkin komputer pemrosesan yakni :

- a. satu set sensor
- b. satu buah pengkonversi analog ke digital
- c. modul pengkondisi sinyal
- d. modul segmentasi
- e. modul pengestraksi fitur
- f. module pendapat
- g. pasca proses
- h. modul keluaran

Blok diagram dari sistem pengenalan pola yang umum dapat dilihat pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24 Diagram sistem pengenalan pola

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

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

2.3.3. Computer Graphics

Computer graphics merupakan perangkat yang menyajikan mekanisme untuk membangun dan memunculkan objek yang berdimensi. Algoritma di dalam *computer graphics* menggunakan koordinat cartesian untuk menggambarkan ruang berdimensi dua dan tiga. Pada pembahasan di sini hanya diberikan pengertiannya saja, karena *computer graphics* dan cara memvisualkannya terutama dalam bentuk grafik tiga dimensi, dibahas pada Bab 5 nanti.

Computer graphics dibangun oleh beberapa teknik yang saling terintegrasi seperti berikut ini.

- a. Teknik geometri
Teknik ini digunakan untuk menyajikan suatu kerangka penggambaran dua atau tiga dimensi.
- b. Teknik aljabar
Teknik ini digunakan untuk mendefinisikan dan mengevaluasi persamaan yang berhubungan dengan ruang

c. Teknik optik

Teknik ini digunakan untuk menyajikan model penggambaran tingkah laku cahaya.

d. Teknik fisiologi manusia

Teknik ini berfungsi untuk memperlihatkan model bagi penglihatan manusia dan persepsi terhadap warna.

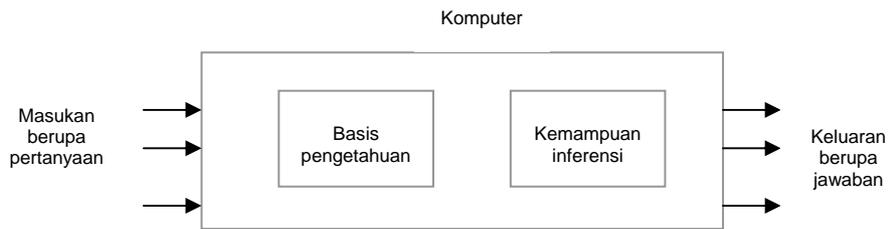
2.3.4. Kecerdasan buatan

Kecerdasan buatan dibentuk dari dua kata yakni kecerdasan dan buatan. Kecerdasan atau intelegensia berarti pelaksanaan dari pengetahuan yang dimiliki oleh sebuah sistem atau seseorang. Juga dapat berarti kemampuan manusia untuk memperoleh pengetahuan dan pandai melaksanakannya dalam berbagai praktek.

Bagian utama dari aplikasi kecerdasan buatan adalah pengetahuan dalam hal definisi mengenai beberapa wilayah subjek, yang diperoleh melalui pendidikan dan pengalaman. Walaupun komputer tidak mungkin mendapat pengalaman atau belajar dan meneliti seperti manusia, ia dapat memperoleh pengetahuan yang dibutuhkannya itu melalui upaya yang diberikan oleh seorang pakar, yaitu manusia.

Pengetahuan terdiri atas fakta, pemikiran, teori, prosedur, dan hubungannya satu sama lain. Pengetahuan juga merupakan informasi terorganisasi 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



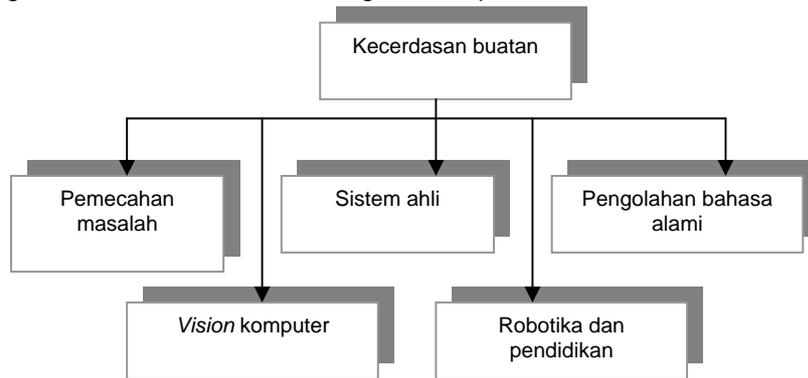
Gambar 2.25 Konsep komputer yang menggunakan teknik kecerdasan buatan

APLIKASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Karena kelenturan proses AI yang sangat luar biasa, perangkat lunak AI bisa dirancang untuk berbagai masalah yang memerlukan spesialisasi. Banyak jenis masalah yang tidak bisa menggunakan solusi algoritma biasa. Masalah nonbilangan, misalnya, sering tidak bisa berhasil dikerjakan dengan algoritma. Tetapi, dengan teknik AI, baik yang tidak menentu atau yang mempunyai arti ganda, bisa diselesaikan dengan mudah.

Berkat perkembangan teknologi yang begitu pesat, pada saat ini perangkat lunak AI tidak hanya terbatas pada komputer besar saja, melainkan juga sudah bisa diaplikasikan pada komputer mini maupun komputer PC. Perkembangan AI sudah sangat merambah ke dalam permainan (*games*). Tapi, perkembangan di bidang itu dirasakan tidak banyak membawa manfaat bagi kepentingan orang banyak. Oleh karena itu, 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, *vision* komputer, 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 2.26 Aplikasi sistem kecerdasan buatan

PEMECAHAN MASALAH UMUM

Pemecahan masalah secara umum dapat dikerjakan AI dengan sangat baik. Kemampuan ini bisa diterapkan pada objek yang sangat luas. Bagi manusia yang sering menemui problem yang sangat sulit yang tidak bisa dipecahkan oleh perangkat lunak algoritma, perangkat lunak AI merupakan alternatif yang boleh dipilih.

Beberapa waktu yang lalu sudah dilakukan beberapa usaha untuk membuat program pemecahan masalah AI yang bersifat umum. Walaupun kehasilannya masih sangat terbatas, tetapi sudah bisa diimplementasikan. Hanya pendekatannya masih belum sesuai dengan semua bentuk dan ukuran masalah, sehingga perangkat lunak AI yang baik hendaknya dirancang dan dioptimalkan untuk pekerjaan tertentu saja.

Salah satu contoh pemecahan masalah yang diciptakan berdasarkan AI adalah MACSYMA, yang bertugas membuktikan teorema khusus. Keterampilan dasar dari perangkat lunak ini adalah memanipulasi aljabar. MACSYMA bisa melaksanakan lebih dari 500 operasi matematika

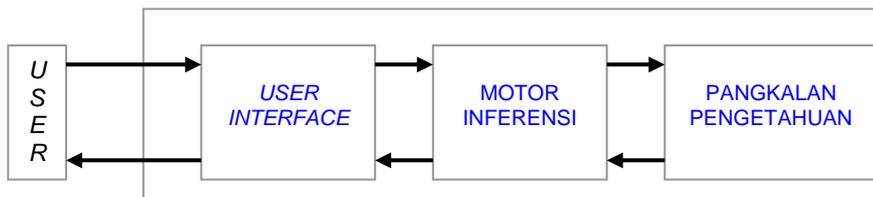
yang berbeda, termasuk kalkulus, trigonometri, dan lainnya. Ia bekerja atas dasar simbolik yakni dengan memanipulasi input yang diekspresikan dalam bentuk simbol agar memudahkan pembuktian rumus suatu teorema. Selain MACSYMA, masih banyak lagi aplikasi pada pemecahan masalah umum, termasuk di bidang perencanaan.

SISTEM PAKAR

Penggunaan teknik AI pada umumnya dilakukan untuk membuat perangkat lunak sistem pakar, yaitu program yang bertindak sebagai penasihat atau konsultan pintar. Dengan mengambil pengetahuan yang disimpan dalam domain tertentu, seorang pemakai yang tidak berpengalaman pun bisa memecahkan masalah yang bagaimana pun rumitnya dan bisa mengambil keputusan yang tepat dan akurat seperti yang selalu dilakukan oleh seorang pakar.

Sistem pakar dapat mengumpulkan dan menyimpan pengetahuan seorang atau beberapa orang pakar ke dalam basis data komputer. Pengetahuan tersebut kemudian digunakan oleh siapa saja yang memerlukannya. Tujuan utama sistem pakar bukan untuk menggantikan kedudukan seorang ahli ataupun pakar, melainkan hanya untuk memasyarakatkan pengetahuan dan pengalaman para pakar yang sangat langka.

Pada dasarnya sistem pakar terdiri dari tiga komponen utama. Diagramnya ditunjukkan pada Gambar 2.26

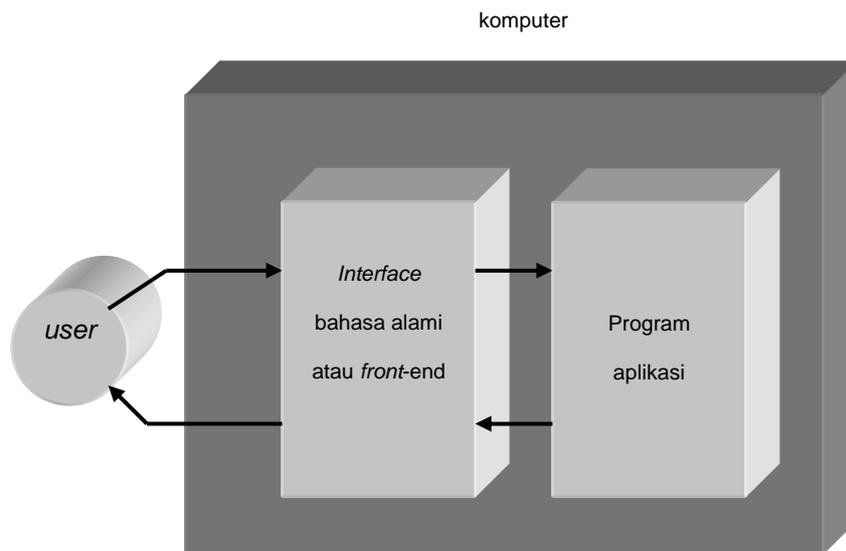


Gambar 2.26 Komponen utama sistem pakar

PENGOLAHAN BAHASA ALAMI

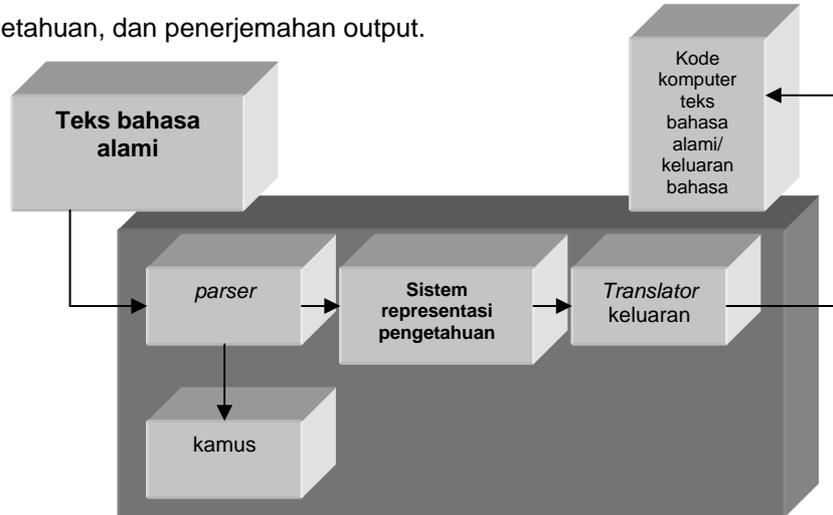
Program pengolahan bahasa alami menggunakan teknik AI dalam analisis input bahasa yang dimasukkan melalui *keyboard* komputer. Program tersebut berusaha mengidentifikasi sintaks semantik dan konteks yang terkandung dalam satu kalimat agar ia bisa sampai pada kesimpulan untuk bisa memberikan jawaban. Misalnya, komputer bisa mengajukan perintah yang sudah dispesifikasikan oleh pengguna. Biasanya tindakan seperti itu harus diprogram terlebih dahulu dengan menggunakan bahasa khusus atau diimplementasikan oleh serangkaian perintah yang unik. Dengan pengolahan bahasa alami, suatu pernyataan bahasa Inggris yang sederhana bisa melaksanakan perintah kepada komputer. Si pembuat pernyataan tidak perlu terlebih dahulu mempelajari bahasa komputer itu sendiri.

Suatu aplikasi tipikal untuk program pengolahan bahasa alami adalah apa yang disebut "*Go-between*" ke dalam bentuk perangkat lunak lainnya seperti yang terlihat dalam gambar 2.27.



Gambar 2.27 Diagram interface bahasa alami

Kemudian, timbul segelintir pertanyaan bagaimana cara kerja sistem pengolahan bahasa alami itu. Seluruh ide yang ada di belakang pengolahan bahasa alami ialah agar program bisa mengerti kata dan kalimat yang dimasukkan ke dalam komputer. Dengan demikian, perangkat lunak pengolahan bahasa alami menyaring arti masukan. Untuk maksud tersebut hampir seluruh pengolahan bahasa alami terdiri atas tiga bagian utama, yakni apa yang disebut dengan parser, sistem representasi pengetahuan, dan penerjemahan output.



Gambar 2.28 Bagian utama pengolahan bahasa alami

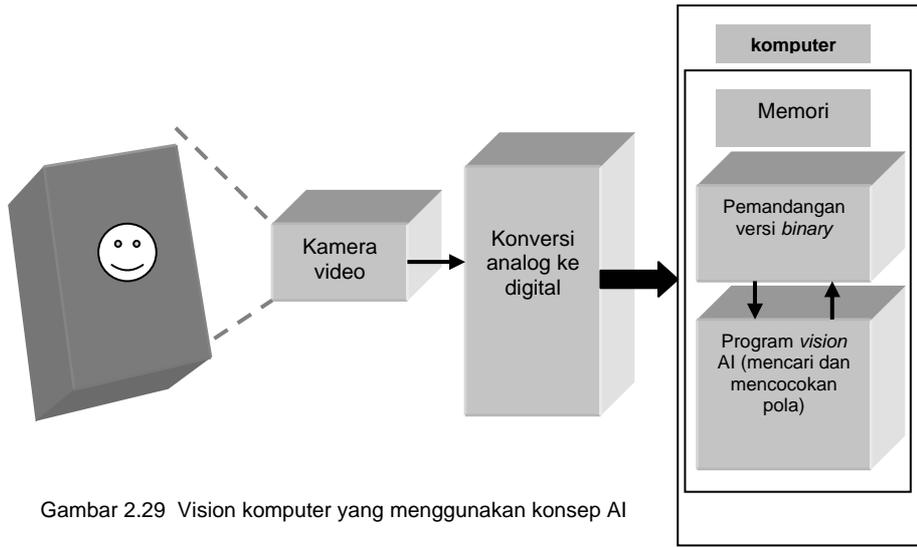
VISION KOMPUTER

Vision komputer adalah aplikasi lain yang berhubungan dengan AI, merupakan alat analisis dan evaluasi informasi visual dengan menggunakan komputer. Teknik AI memungkinkan komputer untuk bisa menguji sebuah gambar atau adegan nyata dengan mengidentifikasi objek, cirinya atau polanya (patterns).

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 *vision* komputer AI berusaha mengintisarkan pengetahuan melalui informasi visual. Salah satu contoh aplikasi ini adalah analisis potret suatu wilayah untuk keperluan intelijen.

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 2.29.



Gambar 2.29 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.

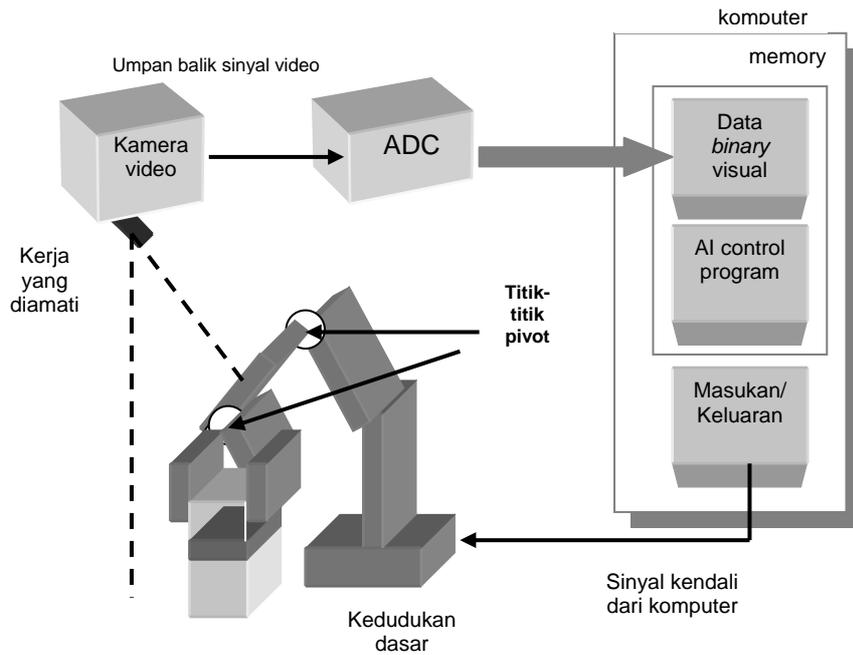
ROBOTIKA DAN PENDIDIKAN

Kecerdasan buatan juga digunakan dalam bidang robotika, yang merupakan suatu bidang rekayasa yang mencurahkan perhatiannya ke dalam bidang duplikasi kemampuan fisik manusia, yaitu suatu komplemen alami dalam bidang AI yang berusaha menirukan kemampuan mental manusia.

Robot adalah mesin atau manipulator yang mampu melaksanakan fungsi fisik manusia secara terbatas. Robot yang tipikal adalah manipulator tangan yang dapat bergerak ke kiri dan ke kanan atau ke atas serta ke bawah, bahkan berputar untuk mengerjakan sesuatu, misalnya memilih dan menempatkan suku cadang dalam suatu perusahaan manufaktur, pengelasan, pengecatan, penyekrupan, dan pekerjaan mekanik lainnya.

Tangan manipulator robotik dioperasikan dengan alat pengendali elektronik khusus atau dalam beberapa hal dioperasikan oleh komputer. Pengendali atau perintah yang diberikan komputer kepada robot menyebabkan robot bisa bergerak dengan cara yang sudah terprogram. Program algoritma menentukan bagaimana cara robot bekerja.

Diagram kerja robotik yang dihubungkan dengan AI secara sederhana dapat dilihat Gambar 2.30



Gambar 2.30 Kerja robotik yang dihubungkan dengan kecerdasan buatan

Kecerdasan buatan juga dapat digunakan dalam bidang pendidikan dan pelatihan. Dengan metode AI, perangkat lunak bentuk baru, yakni *Computer Based Training* (CBT) dapat dibuat, yang hasilnya bisa mengubah komputer menjadi tutor yang pintar. Dalam aplikasi CBT yang konvensional, yang direpresentasikan hanyalah urutan bahan pengajaran yang sudah “dikemas” saja.

Berbeda dengan CBT yang konvensional, ataupun yang tradisional, CBT yang menggunakan AI, tutorialnya sangat bervariasi dengan menyesuaikannya dengan kepada pengetahuan dan pengalaman pihak yang dilatih. Bahkan, ia dapat melakukan dialog dengan menggunakan bahasa alami. CBT jauh lebih efektif dan jauh lebih berguna dibandingkan dengan CBT konvensional maupun yang tradisional.

LATIHAN DAN SOAL

BAB II

1. Apa yang dimaksud dengan citra? Apa perbedaan antara citra dan gambar?
2. Tuliskan sifat dan representasi sebuah citra.
3. Gambarkan hubungan yang paling sederhana pada pengolahan citra digital serta tipikal pemrosesannya.
4. Sebutkan permasalahan yang dilakukan terhadap citra. Berikan juga definisi dan keterangan yang memadai.
5. Jelaskan sebuah contoh diagram fungsi visibilitas dari model sumber derau. Berikan formula yang diinginkan.
6. Andaikanlah sebuah proses tampilan pada citra yang terdigitalisasi dapat digambarkan seperti di bawah ini.



Proses tampilan

Jelaskan karakteristik citra yang dapat diproses pada tahapan-tahapan itu.

7. Diketahui sebuah sinyal analog dengan persamaan:

$$X_a(t) = 3 \cos 600 \pi t + 2 \cos 1800 \pi t$$

Sinyal tersebut masuk ke alat konversi analog ke digital (ADC) untuk dicuplik dan dikonversikan ke bentuk sinyal biner PCM 10 bit. Sinyal biner tersebut masuk ke kanal komunikasi, dan kecepatan transmisi sinyal biner tersebut adalah 10000 bps.

- a. Gambarkan blok diagram soal di atas.

- b. Hitung frekuensi pencuplikan yang dipakai.
 - c. Menurut Anda, filter apakah yang dipakai ? Jelaskan alasannya.
8. Sebutkan klasifikasi teknik restorasi dan penyaringan.
 9. Sebutkan jenis teknik kompresi yang anda ketahui.
 10. Gambarkan diagram blok umum *pattern recognition*.
 11. Komputer grafik dibangun oleh beberapa teknik yang saling terintegrasi satu sama lain. Sebutkan teknik-teknik tersebut serta jelaskan.
 12. Jelaskan aplikasi *Artificial Intelligence* yang Anda ketahui.
 13. Untuk mengendalikan sebuah robot yang berdasar AI, faktor apa sajakah yang dibutuhkan? (beri penjelasan yang cukup)
 14. Dimisalkan kita ingin merancang sebuah sistem pengenalan pola yang paling sederhana yang dapat menyaring dua masukan yang berbeda. Anggaplah masukan berupa benda 1 dan benda 2 (atau Anda dapat memberi asumsi lain). Buatlah algoritma yang sesuai untuk rancangan tersebut, dari mulai masukan hingga keluaran.
 15. Salah satu teknik pengkompresian adalah teknik kompresi *loss/less*. Berikanlah tafsiran geometris dari teknik tersebut.
Keterangan :
Akan lebih baik jika anda dapat memberikan algoritma untuk teknik ini.
 16. Salah satu aplikasi kecerdasan buatan adalah pengolahan bahasa alami. Jelaskan aplikasi ini dengan bagan atau diagram yang mencukupi. Integrasikan blok-blok yang ada dengan algoritma yang bersesuaian.