

*Pengolahan Citra*  
**Pada**  
**Mobil Robot**

**Tabratas Tharom**

tharom@yahoo.com

**Copyright © Tabratas Tharom 2003**



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. PERANCANGAN PENGOLAHAN CITRA SEBUAH MOBIL ROBOT

Perancangan pengolahan citra sebuah mobil robot tidak bisa dilepaskan dari perangkat sensor dan kecerdasan robot. Fitur umum semua robot yang akan dibahas lebih jauh mempunyai kemampuan untuk menerjemahkan sekuen dari rangkaian operasi penangkapan gambar selama alat itu dibutuhkan. Bagaimanapun, semua robot tersebut tidak mampu merasakan dan memberi tanggapan terhadap perubahan sesaat pada lingkungan.

Level yang lebih tinggi dari hierarki sebuah sensor ialah kemampuan untuk merasakan perubahan sesaat pada lingkungan tersebut yang kemudian diasosiasikan dengan antarmuka dan algoritma *artificial intelligent*. Bila digambarkan dalam bentuk diagram, siklus yang didapat adalah tertutup melalui algoritma interpolator yang kemudian merespons perintah program asli yang berisi serangkaian instruksi dengan faktor koreksi yang didapat dari algoritma *artificial intelligent* yang sebelumnya.

Ada dua metode dasar dalam penggunaan sensor, yaitu sensor statik dan sensor siklus tertutup. Umumnya sensor-sensor yang digunakan dalam sistem robotika adalah yang dapat merasakan dan memanipulasi keadaan dengan fungsi matriks dan algoritma *Artificial Intelligent (AI)*. Manipulator tersebut akan terus dalam keadaan statik ketika proses sensing telah dilaksanakan. Kemudian, dapat diawasi gerak yang telah dikerjakan tanpa referensi yang lebih jauh dari sensor. Metode ini mengacu pada sensor statik.

Sebaliknya, dalam sensor siklus tertutup robot dikendalikan oleh alat *sensing* selama pergerakan manipulator. Kebanyakan sistem *vision* beroperasi pada mode siklus tertutup ini. Di sini sistem *vision* mengawasi faktor koreksi antara posisi aktual robot dengan posisi yang diinginkan. Faktor *error* ini kemudian digunakan untuk menggerakkan penggerak robot. Dengan sensor siklus tertutup, bahkan ketika objek masih dalam pergerakan, sebuah robot pasti mampu melakukan transfer informasi aktual yang diinginkan.

Kebanyakan sistem *vision* dilengkapi dengan satu atau lebih kamera yang dihubungkan dengan prosesor *vision*. Prosesor ini kemudian mendigitalisasi citra yang ditangkap melalui kamera dan menganalisisnya untuk mendefinisikan objek tersebut. Aplikasi utama sistem *vision* adalah *handling*, *assembly*, pengklasifikasi terpisah, dan juga inspeksi. Dalam *handling* dan *assembly*, sistem digunakan untuk mengenali posisi dan orientasi dari objek yang akan menjalani *assembly*. Sistem tersebut juga akan mendeterminasi presensi bagian-bagian dan mendeteksi tambahan partikular objek (misalnya diameter) untuk mengecek bagian mana yang tidak memenuhi kriteria fungsionalnya lagi.

Pada pengenalan perancangan pengolahan citra pada mobil robot nantinya, citra yang telah terdigitalisasi akan disimpan dalam memori komputer *vision* dan diproses secara subsekuen. Komputer dapat mendeterminasi tipe objek dan orientasinya, dan mentransfer informasi yang didapat ke dalam pengendali komputer robot. Pada dasarnya, citra sebuah objek dapat direpresentasi dan disimpan dalam citra biner ataupun citra *grey-scale*. Dalam sistem pengolahan citra secara biner, peta dua warna dari pemandangan visual disimpan dalam komputer dengan bentuk representasi 1's untuk bayangan (*silhouette*) dan 0's untuk latarnya (*background*).

Perangkat keras preprosesor video digunakan dalam sistem vision pada citra biner untuk memperbaiki perbandingan dari derau sinyal dan untuk mengurangi sejumlah informasi yang dikirimkan ke komputer. Salah satu perintah umum yang akan dibuat oleh perangkat ini adalah mendeteksi sudut.

Perangkat video preprosesor hanya mengirimkan titik-titik transisi kepada komputer, diikuti dengan pengurangan sejumlah informasi yang akan disimpan ke dalam komputer utama.

Perangkat lunak komputer utama terdiri atas algoritma pendeteksian sudut yang akan mendeterminasi sudut mana yang dimiliki oleh masing-masing objek yang dilihat, dan memasukkan titik yang didapat ke dalam daftar sudut yang telah dibuat sebelumnya.

Pada perancangan pengolahan citra untuk mobil robot ini, akan banyak ditemui pemrograman perangkat keras untuk masing-masing alat yang dibutuhkan. Juga diperlukan pemrograman perangkat lunak, khususnya dalam hal pembangkitan model objek ke dalam bentuk virtualnya. Dalam kasus ini kami memakai pemrograman **C/C++**, **Watcom C/C++**, dan **VRML** (*Virtual Reality Modelling Language*), yang telah banyak digunakan karena kemudahannya membangkitkan model objek tiga dimensi.

## 1.2. ELEMEN PENGOLAHAN CITRA MOBIL ROBOT

Elemen pengolahan citra pada sebuah mobil robot yang akan diimplementasikan semuanya berbasis visual. Dengan menggunakan sensor *visual*, maka robot ini diharapkan dapat bekerja sesuai dengan cara kerja manusia. Sensor visual dianalogikan sebagai indera penglihatan pada

manusia. Sistem visual yang digunakan pada mobil robot ini diharapkan dapat melakukan berapa fungsi, yaitu :

- Pemetaan lingkungan (*environment mapping*)
- Pengenalan objek dan penghalang (*object and obstacle recognition*)
- Penjejukan objek (*object tracking*)
- Pembentukan lintasan (*path generating*)
- Pemindahan objek (*pick and place*)

Robot ini dilengkapi dengan sensor visual dan sensor ultrasonik. Sensor visual memberikan informasi visual yang kemudian diolah menjadi deskripsi objek dalam lingkungan tempat robot tersebut bekerja. Sensor ultrasonik akan memberikan data berupa informasi jarak relatif robot dengan objek disekitarnya.

Masalah utama dalam sistem visual pada *autonomous mobile robot* dalam melakukan fungsinya adalah proses pengenalan objek. Pada sebagian besar penelitian yang telah dilakukan, model objek yang akan dikenali atau dijejaki telah diketahui untuk mempermudah proses yang diperlukan untuk beberapa masukan data. Dengan demikian, masalahnya adalah mencocokkan model dengan objek yang ada. Hasil yang diperoleh adalah informasi mengenai posisi objek tersebut. Dengan menggunakan model dalam 3D (tiga dimensi), informasi orientasi objek juga dapat diperoleh.

Pada sebagian besar penelitian dalam pembentukan model objek 3D, sistem visual yang digunakan dilengkapi dengan dua buah kamera (*stereo vision / binocular camera*). Sistem ini lebih kompleks dan membutuhkan biaya lebih besar dibandingkan dengan sistem yang menggunakan satu kamera (*monocular camera*). Pada penelitian yang hanya menggunakan sebuah kamera, proses pembentukan model objek 3D dilakukan dengan

menggunakan urutan citra. Proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama karena harus memproses beberapa citra masukan.

Pada tulisan yang diperoleh melalui penelitian yang panjang pada penginderaan mobil robot ini dikembangkan suatu sistem visual pada *autonomous mobile robot* yang dapat melakukan proses pembentukan model 3D objek yang memberikan informasi posisi dan orientasi objek. Sistem ini diusahakan sederhana, murah, dan dapat melakukan proses dengan cepat.

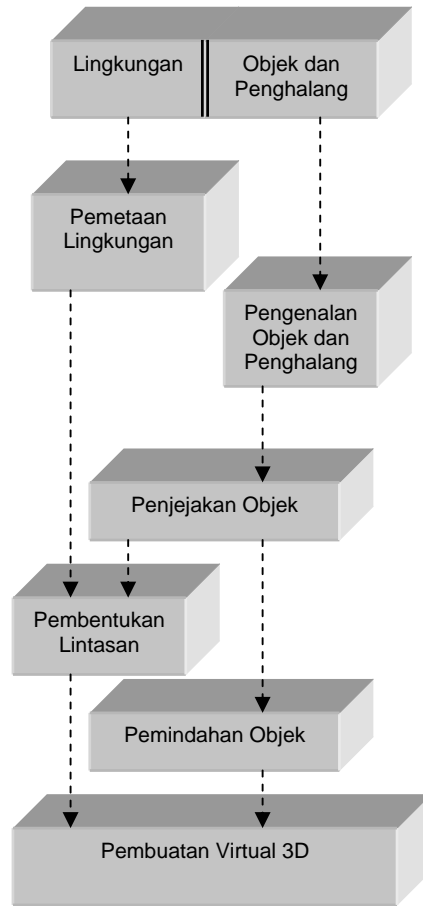
Sepanjang perjalanannya, *autonomous mobile robot* akan memetakan secara langsung lingkungan yang sedang dijelajahnya serta dapat mendeteksi dan memodelkan objek dan rintangan yang ada dalam lingkungan tersebut. Hal ini diperlukan untuk menentukan lintasan *autonomous mobile robot* tersebut. Sistem visual yang dikembangkan adalah sistem yang menggunakan model objek 3D dan dapat memetakan atau memodelkan lingkungan maupun objek yang ada secara cepat (meskipun dengan model yang tidak terlalu akurat) dengan hanya menggunakan sebuah citra masukan yang diperoleh dari kamera monokular.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan suatu metode pendeteksian titik–titik kontrol yang dapat merepresentasikan model 3D suatu objek. Metode ini diharapkan dapat memberikan hasil yang baik dan dapat diproses dengan cepat. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem yang mempunyai kecerdasan buatan sehingga dapat melakukan fungsinya meskipun hanya memiliki informasi masukan yang terbatas.

### 1.2.1. Algoritma Desain

Sebelum mengimplementasikan peralatan pengolahan citra yang dibutuhkan, diperlukan terlebih dahulu algoritma perancangan. Seperti yang telah dituliskan sebelumnya, algoritma perancangan didasarkan pada segmen-segmen proses yang ada pada pengolahan citra mobil robot ini.

Secara sistematis, algoritma perancangan pengolahan citra pada mobil robot dapat dilihat pada Gambar 1.1.

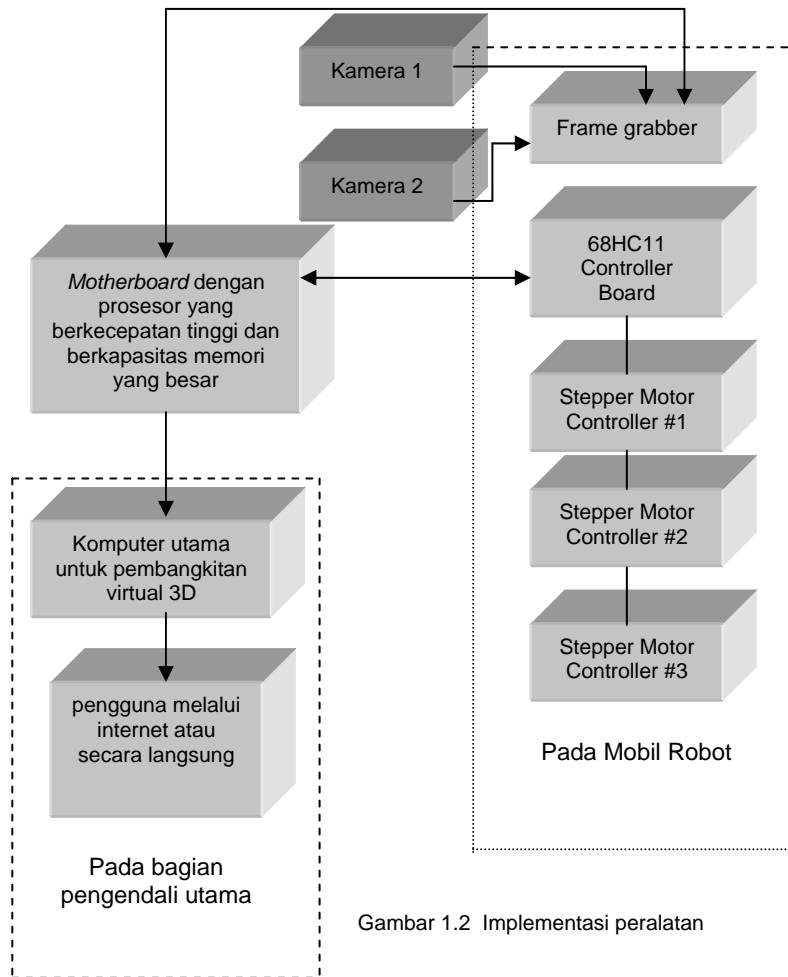


Gambar 1.1 Algoritma perancangan pengolahan citra pada mobil robot

### 1.2.2. Implementasi Peralatan

Untuk implementasi peralatan, secara skematik dapat diberi gambaran singkat sebagai berikut :

- Citra ditangkap oleh kamera dan *frame grabber*
- Setelah itu citra tersebut diolah di pengendali utama (*main controller*)
- Hasilnya diimplementasikan dengan pemrograman tiga dimensi untuk pemakaian pengguna lain



Gambar 1.2 Implementasi peralatan



### 1.2.3. Pemrograman Perangkat Keras

Pemrograman yang terdapat pada pengolahan citra mobil robot ini ada dua jenis, yakni pemrograman perangkat keras yang berhubungan langsung dengan perangkat keras terpakai, dan pemrograman perangkat lunak untuk mengendalikan perangkat keras secara tidak langsung, terutama untuk sistem pembangkitan lintasan maupun bentuk objek dan penghalang secara tiga dimensi. Pemrograman perangkat keras dipakai untuk pemrograman **RIO** yang merupakan *frame grabber* dan juga pemrograman *stepper motor*. Khusus dalam buku ini pemrograman *stepper motor* tidak menjadi sorotan utama, karena banyak berhubungan dengan sisi mekanis sistem. Bahasa yang dipakai dalam pemrograman perangkat keras adalah *Turbo Assembler* yang terintegrasi dalam **Borland C/C++** maupun yang sudah terintegrasi dalam **Microsoft Visual C/C++**.

Pengetahuan yang mendalam mengenai bahasa-bahasa di atas merupakan nilai tambah untuk mempermudah Anda menelusuri buku ini selanjutnya.

### 1.2.4. Pemrograman Perangkat Lunak

Pemrograman perangkat lunak banyak digunakan dalam pengolahan citra pada mobil robot, seperti pengaturan gerak kamera ataupun *frame grabber*, dalam pemampatan citra, dan banyak lagi, termasuk pembangkitkan citra tiga dimensi, yang dapat diimplementasikan dengan *perangkat lunak* **Open GL**, **Direct 3D**, maupun **VRML 2.0/1997**. Perangkat lunak untuk pengendalian pengambilan dan penampungan citra adalah **Microsoft Visual C/C++**, atau **Watcom C**, maupun **Compiler C/C++** yang *compatible* untuk sistem yang berbasis **Windows 9X** maupun **Linux**.

Dalam lampiran pada akhir buku ini, diberikan gambaran singkat mengenai pemrograman **C/C++**, dan juga pemrograman **VRML** yang dikenal sangat mudah digunakan itu.

### **1.3. PENGGUNA BUKU INI**

Buku ini diperuntukkan bagi mereka yang ingin mengetahui sistem pengolahan citra pada mobil robot. Bahasa dan pembahasan yang digunakan dalam buku ini diusahakan sesederhana mungkin sehingga diharapkan akan mudah difahami . Buku ini dapat dibaca oleh mereka yang sudah menguasai pemrograman tingkat tinggi maupun rendah yang ingin mengetahui lebih dalam mengenai sistem 'penglihatan' pada robot.

## LATIHAN DAN SOAL

### BAB I

1. Apakah tingkat yang paling tinggi dari hirarki sebuah sensor pada mobil robot? Jelaskan uraian Anda dengan menggunakan bagan atau diagram yang Anda ketahui.
2. Terangkan metode dasar dalam penggunaan sensor pada mobil robot. Jelaskan pula perbedaan antara kedua metode tersebut.
3. Apa yang dimaksud dengan prosesor vision? Terangkan prinsip dasar kerjanya.
4. Sebuah mobil robot juga dilengkapi dengan sistem berbasis visual. Sebutkan beberapa fungsi penting yang menjadi perhatian pada sistem berbasis visual ini. Jelaskan dengan menggunakan diagram yang mencukupi.
5. Gambarkan dan jelaskan implementasi sederhana sebuah sistem *vision* pada mobil robot.
6. Faktor apa saja yang menurut Anda dapat menyebabkan berkurangnya keterandalan sistem *vision* pada mobil robot? Uraikan penjelasan Anda dengan mengikutsertakan faktor koreksi pada sisi inputnya.
7. Jika pada sisi *frame grabber* hanya dapat menampung informasi dari dua kamera, kita hendak melakukan penginderaan dengan menggunakan  $n$  buah kamera (dengan  $n > 2$ ), prediksikan perubahan sistem pada diagram blok tersebut.

Penjelasan :

Jika Anda melakukan penambahan sebuah alat, maka keseluruhan sistem akan berubah. Misalnya penambahan terhadap entitas *stepper motor* kecepatan prosesor, dan lain-lain.

8. Buatlah sebuah algoritma pencitraan yang paling sederhana dari sebuah sistem *vision* robot !

Ingat

algoritma Anda harus dapat mengenali semua elemen yang telah disebutkan sebelumnya.

9. Apa yang Anda ketahui tentang :
  - a. Multiplexer dan Demultiplexer
  - b. Decoder, Encoder, dan ROM
  - c. Algoritma prosedural dan non prosedural
  - d. Sistem operasi UNIX dan LINUX
  - e. Perbedaan antara Windows 9X dengan Windows NT
  - f. VRML, Direct 3D, dan Open GL
  - g. Low Pass Filter, High Pass Filter, Band Pass Filter, dan Band Stop Filter !
  - h. Perbedaan antara compiler dan interpreter
  - i. Real time programming