



ISSN 2085-2576

VOL. VI – NO. 2 – SEPTEMBER 2013

Metode Simulasi FACETRACKER Menggunakan Metode HAAR LIKE FEATURE dan PID dengan 2 DOF (Degree Of Freedom)

*Alan Novi Tompunu, dkk*

Implementasi Sensor Warna Sebagai Media *Input-AN* Untuk Mengatur Putaran Motor Servo Sebagai Penggerak ROBOT Manipulator Pemindah Barang

*Azwardi, dkk*

Perencanaan dan Pembuatan ROBOT *FRONT LINER* Dengan Menggunakan METODE *FACE DETECTION HAAR-LIKE FEATURE*

*Dimas Pranata, dkk*

Pemanfaatan Teknologi Informasi di Bidang Manajemen Kepegawaian Sebagai Implementasi E-GOVERNMENT dalam Pelayanan BKN di Bidang Kepegawaian

*Hetty Meileni*

Penggunaan *JAVA MOBILE* dalam *QUICK COUNT* Pemilihan Umum Kepala Daerah (PILKADA)

*Hartati Deviana*

Tinjauan Layanan *JASA TRAVEL* Terhadap kepuasan Mahasiswa Sebagai Konsumen Dalam Kegiatan *KULIAH KERJA LAPANGAN*

*Ida Wahyuningrum*

Aplikasi Kinematik pada Simulasi Pergerakan Robot Arm Manipulator 3 DOF (*Degree Of Freedom*)

*Sairul Effendi, dkk*

Antena Sebagai *MEDIA TRANSMISI* pada *WIRELESS AKSES POINT*

*Yulian Mirza, dkk*



**Pelindung:**

Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya ( RD. Kusumanto, ST., M.M)

**Penasehat**

Pembantu Direktur I (Firdaus, ST., M.T)

Pembantu Direktur II (L.Suhairi, S.E., M.Si)

Pembantu Direktur III (Ir. Irawan Rusnadi, M.T.)

Pembantu Direktur IV (Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.)

**Penanggung Jawab/Pemimpin Umum:**

Ketua Jurusan Manajemen Informatika (Dedy Rusdyanto, S.E., M.Si)

Sekretaris Jurusan Manajemen Informatika (Robinson, S.Kom., M.Kom)

**Pimpinan Redaksi:**

Leni Novianti, S.Kom., M.Kom, [leni\\_novianti\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:leni_novianti_mi@polisriwijaya.ac.id)

**Tim Editor:**

Ir.Zulkarnaini, M.T., [zulkarnaini\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:zulkarnaini_mi@polisriwijaya.ac.id)

Devi Sartika, S.Kom., M.AB, [devi\\_sartika\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:devi_sartika_mi@polisriwijaya.ac.id)

Nita Novita, S.E., M.M, [nita\\_novita\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:nita_novita_mi@polisriwijaya.ac.id)

Indri Aryanti, S.E., M.Si, [indri\\_ariyanti\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:indri_ariyanti_mi@polisriwijaya.ac.id)

# Jurnal Manajemen Informatika Politeknik Negeri Sriwijaya

---

**Pelaksanaan Teknis:**

Dewi Irmawati, S.Kom., M.Kom, [dewi\\_irmawati\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:dewi_irmawati_mi@polisriwijaya.ac.id)

Muhammad Noval, S.E., M.Si, [m\\_noval\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:m_noval_mi@polisriwijaya.ac.id)

A.Ari Gunawan S.S.Kom., M.Kom, [ari\\_gunawan\\_mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:ari_gunawan_mi@polisriwijaya.ac.id)

**Alamat Sekretaris/Redaksi:**

Sekretaris Jurnal Manajemen Informatika POLSRI

Jalan Sriwijaya Negara Palembang 30139

Telp.0711-353414 Ext. 117

e-mail: [mi@polisriwijaya.ac.id](mailto:mi@polisriwijaya.ac.id)

Terbit bulan Maret dan September secara periodik setahun

Jurnal Manajemen Informatika diterbitkan oleh Jurusan Manajemen Informatika POLSRI. Redaksi mengundang para peneliti, praktisi, dan mahasiswa untuk menulis perkembangan ilmu di bidang yang berkaitan dengan manajemen dan informasi teknologi.

Jurnal Manajemen Informatika POLSRI diterbitkan 2 (dua) kali dalam 1 (satu) tahun pada bulan Maret dan September.

# Jurnal Manajemen Informatika

## Politeknik Negeri Sriwijaya

Vol.VI No.2 – September 2013

### DAFTAR ISI

Metode Simulasi FACETRACKER Menggunakan Metode HAAR LIKE FEATURE dan PID dengan 2 DOF (Degree Of Freedom)	
<b>Alan Novi Tompunu, dkk.</b> .....	<b>1</b>
Implementasi Sensor Warna Sebagai Media <i>Input-AN</i> Untuk Mengatur Putaran Motor Servo Sebagai Penggerak ROBOT Manipulator Pemindah Barang	
<b>Azwardi, dkk.</b> .....	<b>8</b>
Perancangan dan Pembuatan ROBOT <i>FRONT LINER</i> dengan Menggunakan METODE <i>FACE DETECTION HAAR-LIKE FEATURE</i>	
<b>Dimas Pranata, dkk.</b> .....	<b>13</b>
Pemanfaatan Teknologi Informasi di Bidang Manajemen Kepegawaian Sebagai Implementasi E-GOVERNMENT dalam Pelayanan BKN di Bidang Kegawaian	
<b>Hetty Meileni.</b> .....	<b>21</b>
Penggunaan <i>JAVA MOBILE</i> dalam <i>QUICK COUNT</i> Pemilihan Umum Kepala Daerah (PILKADA)	
<b>Hartati Deviana.</b> .....	<b>25</b>
Tinjauan Layanan JASA TRAVEL Terhadap Kepuasan Mahasiswa Sebagai Konsumen Dalam Kegiatan KULIAH KERJA LAPANGAN	
<b>Ida Wahyuningrum.</b> .....	<b>30</b>
Aplikasi Kinematik pada Simulasi Pergerakan Robot Arm Manipulator 3 DOF ( <i>Degree of Freedom</i> )	
<b>Sairul Effendi.</b> .....	<b>33</b>
Antena Sebagai MEDIA TRANSMISI pada WIRELESS AKSES POINT	
<b>Yulian Mirza.</b> .....	<b>39</b>

# Model Simulasi FACETRACKER MENGGUNAKAN metode HAAR LIKE FEATURE dan PID DENGAN 2 DOF (DEGREE OF FREEDOM)

Alan Novi Tomponu, ST., MT<sup>1</sup>, Isnaini Azro, M.Kom<sup>2</sup>, RD. Kusumanto, S.T., M.M<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang 30139.

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang 30139.

Email : [alan\\_polsri@yahoo.com](mailto:alan_polsri@yahoo.com), [manto\\_6611@yahoo.co.id](mailto:manto_6611@yahoo.co.id)

## Abstrak

*Computer Vision* adalah salah satu cabang dari Bidang Ilmu Pengolahan Citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia. Pada penggunaan *computer vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali terhadap suatu Objek. Bentuk aplikasi *computer vision* adalah *face detection* dengan menggunakan metode *haar-like features*. Sejalan dengan waktu, bahwa *face detection* dapat dikembangkan sebagai *face tracker*, dimana prinsipnya adalah suatu objek wajah yang tertangkap oleh kamera akan diikuti pergerakannya ke kiri dan ke kanan. Pada desain *facetracker* ini, pendeteksi wajah menggunakan sistem *haar-like features* dan pergerakannya menggunakan PID. Berdasarkan pengujian pada penelitian ini didapatkan nilai bahwa respon optimal pada saat  $K_p=1$ ,  $K_i=0.001$  dan  $K_d=0.05$  dengan error rata-rata 0.22% untuk posisi x dan 0.2% untuk posisi y.

**Kata kunci** *Computer vision, Haar-like features, PID.*

## 1. Pendahuluan.

### 1.1. Latar Belakang.

Perkembangan teknologi yang terkait dengan pemrosesan menggunakan komputer demikian pesatnya, dimana pemrosesan *image* (citra) yang awalnya menggunakan teknologi analog mulai bergeser menggunakan teknologi digital. Disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra secara digital disebut sebagai Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*). Proses digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra dilakukan secara digital menggunakan komputer [1]. Dimana OpenCV dan EmguCV adalah sebuah API (*Application Programming Interface*) Library yang sudah sangat familiar pada pengolahan citra. *Computer Vision* itu sendiri adalah salah satu cabang dari Bidang Ilmu Pengolahan Citra (*Image Processing*) yang memungkinkan komputer dapat melihat seperti manusia [2]. Dengan *computer vision* tersebut komputer dapat mengambil keputusan, melakukan aksi, dan mengenali terhadap suatu Objek. Beberapa implementasi dari *Computer Vision* adalah *Face Recognition, face detection, face/object tracking, road tracking, etc* [3].

Sejalan dengan waktu, bahwa *face detection* dapat dikembangkan sebagai *face tracker*, dimana prinsipnya adalah suatu objek wajah yang tertangkap oleh kamera akan diikuti pergerakannya ke kiri dan ke kanan. Pada desain *facetracker* ini akan menggunakan webcam, serta pendeteksi wajah menggunakan sistem *haar-like features* dan pergerakannya menggunakan PID.

System Haar-Like features pertama kali diteliti oleh Viola dan Jones kemudian dikembangkan oleh Lienhart [4,5]. Metode ini menghitung perbedaan jumlah setiap piksel pada daerah persegi panjang (*rectangular*) yang berdekatan pada lokasi tertentu dalam jendela deteksi.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini akan dikembangkan tentang model simulasi untuk *facetracker*, dimana pergerakan wajah secara horizontal akan berusaha untuk diikuti pergerakannya. Sistem yang dibangun terdiri dari *haar-like features* untuk mendeteksi wajah sedangkan control pergerakan menggunakan PID.

## 2.Landasan Teori

### 2.1Pengolahan Citra Digital.

Pengolahan citra digital (*Digital Image Processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital disini mempunyai maksud bahwa pengolahan citra/gambar dilakukan secara digital menggunakan komputer [6].

Secara matematis, citra merupakan fungsi kontinyu (continue) dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra.

diskrit. Reperesentasi dari fungsi kontinyu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra.

Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi  $f(x,y)$  yang terdiri dari  $M$  kolom dan  $N$  baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra.

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix} \dots\dots (1)$$

Suatu citra  $f(x,y)$  dalam fungsi matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0 \leq x \leq M-1$$

$$0 \leq y \leq N-1$$

$$0 \leq f(x,y) \leq G-1$$

dimana :  $M$  = jumlah piksel baris (*row*) pada array citra

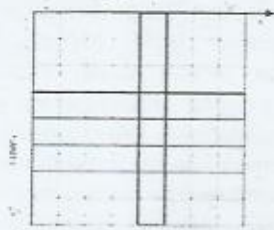
$N$  = jumlah piksel kolom (*column*) pada array citra

$G$  = nilai skala keabuan (*graylevel*)

Besarnya nilai  $M$ ,  $N$  dan  $G$  pada umumnya merupakan perpangkatan dari dua.

$$M = 2^m ; N = 2^n ; G = 2^k \dots\dots\dots (2)$$

dimana nilai  $m$ ,  $n$  dan  $k$  adalah bilangan bulat positif.



Gambar 1 Representasi citra digital dalam 2 dimensi [6].

Interval  $(0,G)$  disebut skala keabuan (*grayscale*). Besar  $G$  tergantung pada proses digitalisasinya. Biasanya keabuan 0 (nol) menyatakan intensitas hitam dan 1 (satu) menyatakan intensitas putih. Untuk citra 8 bit, nilai  $G$  sama dengan  $2^8 = 256$  warna (derajat keabuan).

**2.2 Computer Vision.**

Terminologi lain yang berkaitan erat dengan pengolahan citra digital adalah *computer vision* atau *machine computer*. Pada hakikatnya, *computer vision* mencoba meniru cara kerja visual manusia (*Human Vision*). *Human Vision* sesungguhnya sangat kompleks, manusia melihat obyek dengan indera penglihatan (mata) lalu obyek citra diteruskan ke otak untuk diinterpretasi sehingga manusia mengerti obyek apa yang tampak dalam pandangan matanya. Hasil interpretasi ini mungkin digunakan untuk mengambil suatu keputusan. Sebagaimana

layaknya mata dan otak, *computer vision* adalah suatu sistem yang mempunyai kemampuan untuk menganalisis obyek secara visual, setelah data obyek yang bersangkutan dimasukkan dalam bentuk citra [7,8,9,10].

Proses-proses dalam *computer vision* dibagi dalam 3 (tiga) aktifitas :

1. Memperoleh atau mengakuisisi citra digital, proses ini bisa disebut juga sebagai proses *image preprocessing*.
2. Melakukan teknik komputasi untuk memproses atau memodifikasi data citra berupa piksel.
3. Menganalisis dan menginterpretasi citra menggunakan hasil pemrosesan untuk tujuan tertentu, misalnya memandu robot, mengontrol peralatan, memantau manufaktur dan lain-lain [9]

Pengolahan citra merupakan proses awal (*preprocessing*) pada *computer vision*, sedangkan pengenalan pola merupakan proses untuk menginterpretasi citra. Teknik-teknik di dalam pengenalan pola memainkan peranan penting dalam *computer vision* untuk mengenali objek.

**2.3 Deteksi Obyek dengan Haar-Like.**

Penelitian mengenai deteksi dan pengenalan wajah teknologi *computer vision* telah banyak dilakukan, salah satunya adalah menggunakan Haar like feature yang dikenal sebagai Haar Cascade Classifier. Haar-like features merupakan rectangular (*persegi*) features, yang memberikan indikasi secara spesifik pada sebuah gambar atau *image*. Ide dari Haar-like features adalah untuk mengenali obyek berdasarkan nilai sederhana dari fitur tetapi bukan merupakan nilai piksel dari *image* obyek tersebut. Metode ini memiliki kelebihan yaitu komputasinya sangat cepat, karena hanya bergantung pada jumlah piksel dalam persegi bukan setiap nilai piksel dari sebuah *image*[4]. Metode ini merupakan metode yang menggunakan *statistical model (classifier)*. Pendekatan untuk mendeteksi objek dalam gambar menggabungkan empat konsep utama :

1. Training data
2. Fitur segi empat sederhana yang disebut fitur Haar.
3. Integral image untuk pendeteksian fitur secara cepat.
4. Pengklasifikasi bertingkat (*Cascade classifier*) untuk menghubungkan banyak fitur secara efisien.

**2.3.1 Training data pada Haar**

ingin mendeteksi mata maka *positive samples* ini berisi gambar wajah, begitu juga obyek lain yang ingin dikenali.

2. *Negative samples*, Berisi gambar obyek selain obyek yang ingin dikenali, umumnya berupa gambar *background* (tembok, pemandangan, lantai, dan gambar lainnya). Resolusi untuk sampel negatif disarankan untuk memiliki resolusi yang sama dengan resolusi kamera.

*Training* dari Haar menggunakan dua tipe sampel diatas. Informasi dari hasil training ini lalu dikonversi menjadi sebuah parameter model statistik.

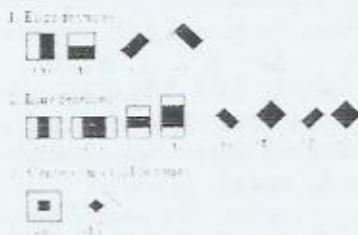
**2.3.2 Sistem Kerja Algoritma Haar Cascade Classifier.**

Algoritma Haar menggunakan metode *statistical* dalam melakukan pendeteksian wajah. Metode ini menggunakan *sample haarlike fetures*. Classifier ini menggunakan gambar berukuran tetap (umumnya berukuran 24x24). Cara kerja dari haar dalam mendeteksi wajah adalah dengan menggunakan teknik *sliding window* berukuran 24x24 pada keseluruhan gambar dan mencari apakah terdapat bagian dari gambar yang berbentuk seperti wajah atau tidak. Haar juga memiliki kemampuan untuk melakukan *scaling* sehingga dapat mendeteksi adanya wajah yang berukuran lebih besar ataupun lebih kecil dari gambar pada classifier [5].

Tiap *feature* dari *haar-like feature* didefinisikan pada bentuk dari *feature*, diantaranya koordinat dari *feature* dan juga ukuran dari *feature* tersebut.

**2.3.3 Haar Feature**

*Haar Feature* adalah fitur yang didasarkan pada *Wavelet Haar* [4]. *Wavelet Haar* adalah gelombang tunggal bujur sangkar (satu interval tinggi dan satu interval rendah). Untuk dua dimensi, satu terang dan satu gelap. Selanjutnya kombinasi-kombinasi kotak yang digunakan untuk pendeteksian objek visual yang lebih baik. Setiap *Haar-like feature* terdiri dari gabungan kotak - kotak hitam dan putih.



Gambar 2. Macam-macam variasi feature pada Haar [5]

3 tipe kotak(rectangular) feature:

1. Tipe *two-rectangle feature* (horizontal/vertikal)
2. Tipe *three-rectangle feature*
3. Tipe *four-rectangle feature*

Adanya fitur Haar ditentukan dengan cara mengurangi rata-rata piksel pada daerah gelap dari rata-rata piksel pada daerah terang. Jika nilai perbedaannya itu diatas nilai ambang atau *threshold*, maka dapat dikatakan bahwa fitur tersebut ada. Nilai dari *Haar-like feature* adalah perbedaan antara jumlah nilai-nilai piksel *gray level* dalam daerah kotak hitam dan daerah kotak putih:

$$f(x) = \text{SumBlack rectangle} - \text{SumWhite rectangle} \dots (3)$$

dimana untuk kotak pada Haar-like feature dapat dihitung secara cepat menggunakan "*integral image*".

**2.3.4 Integral Image**

*Integral Image* digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya dari ratusan fitur Haar pada sebuah gambar dan pada skala yang berbeda secara efisien. Pada umumnya, pengintegrasian tersebut berarti menambahkan unit-unit kecil secara bersamaan. Dalam hal ini unit-unit kecil tersebut adalah nilai-nilai piksel. Nilai integral untuk masing-masing piksel adalah jumlah dari semua piksel-piksel dari atas sampai bawah. Dimulai dari kiri atas sampai kanan bawah, keseluruhan gambar itu dapat dijumlahkan dengan beberapa operasi bilangan bulat per piksel.



Gambar 3. *Integral Image* [4]

Seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5(a) di atas setelah pengintegrasian, nilai pada lokasi piksel (x,y) berisi jumlah dari semua piksel di dalam daerah segiempat dari kiri atas sampai pada lokasi (x,y) atau daerah yang diarsir. Guna mendapatkan nilai rata-rata piksel pada area segiempat (daerah yang diarsir) ini dapat dilakukan hanya dengan membagi nilai pada (x,y) oleh area segiempat.

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y'), \dots \dots \dots (4)$$

dimana *ii(x, y)* adalah *integral image* dan *i(x, y)* adalah *original image*

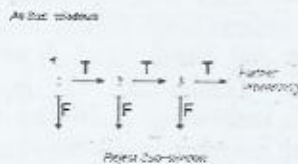
Guna mengetahui nilai piksel untuk beberapa segiempat yang lain, seperti segiempat D pada gambar 5(b), dapat dilakukan dengan cara

Guna mengetahui nilai piksel untuk beberapa segiempat yang lain, seperti segiempat D pada gambar 5(b), dapat dilakukan dengan cara menggabungkan jumlah piksel pada area segiempat A+B+C+D, dikurangi jumlah dalam segiempat A+B dan A+C, ditambah jumlah piksel di dalam A. Dengan, A+B+C+D adalah nilai dari integral image pada lokasi 4, A+B adalah nilai pada lokasi 2, A+C adalah nilai pada lokasi 3, dan A pada lokasi 1. Sehingga hasil dari D dapat dikomputasikan.

$$D = (A + B + C + D) - (A + B) - (A + C) + A \dots\dots\dots (5)$$

**2.3.5 Cascade Classifier**

Cascade classifier adalah sebuah rantai stage classifier, dimana setiap stage classifier digunakan untuk mendeteksi apakah didalam image sub window terdapat obyek yang diinginkan (object of interest). Stage classifier dibangun dengan menggunakan algoritma adaptive-boost (AdaBoost). Algoritma tersebut mengkombinasikan performance banyak weak classifier untuk menghasilkan strong classifier. Weak classifier dalam hal ini adalah nilai dari haar-like feature. Jenis AdaBoost yang digunakan adalah Gentle AdaBoost.



Gambar 4. Model classifier secara cascade [4].

**3.3 Proportional Integral Derivative (PID) Control.**

Kontroler proporsional-integral-derivatif (PID controller) adalah model control close loop yang banyak digunakan secara luas pada industrial sistem control [11]. Model kontrol ini akan menghitung error sebagai nilai perbedaan antara hasil proses terukur dengan nilai setpoint yang diinginkan. Kontroler ini akan mencoba untuk meminimalkan kesalahan dengan menyesuaikan input proses kontrol.

Sebuah kontroler PID dapat dianggap sebagai bentuk pengendali dengan kompensator fasa lead-lag dari nilai setpoint titik awal sampai tak terhingga. Demikian pula dengan kontroler sejenis, yaitu PI dan PD dapat juga dianggap sebagai bentuk pengendali dengan kompensator dari fasa lag dan fasa lead secara berurutan [12]. Sebuah kontroler PID standar juga dikenal sebagai pengendali three-term atau tiga kondisi, yang fungsi transfer umumnya ditulis dalam bentuk paralel seperti persamaan 6.

$$G(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \dots\dots\dots (6)$$

dimana nilai  $K_p$  untuk proportional gain,  $K_i$  untuk integral gain dan  $K_d$  untuk derivative gain.

Pengendali tiga kondisi tersebut mempunyai fungsi masing-masing, diantaranya adalah :

- a) *Proportional term* - memberikan aksi kontrol secara proporsional terhadap respon sinyal error melalui all-pass gain factor.
- b) *Integral term* - mengurangi error steady-state melalui kompensasi frekwensi rendah dengan sebuah integrator.
- c) *Derivative term* - meningkatkan respon transien melalui kompensasi frekwensi tinggi dengan sebuah differentiator.

Efek dari perubahan nilai untuk masing-masing kondisi tersebut, terdapat pada tabel 1 berikut ini [12] :

Tabel 1. Efek kontrol terhadap perubahan tiap-tiap kondisi

Closed-Loop Response	Rise Time	Overshoot	Settling Time	Steady-State Error	Stability
Increasing $K_p$	Decrease	Increase	Small Increase	Decrease	Degrade
Increasing $K_i$	Small Decrease	Increase	Increase	Large Decrease	Degrade
Increasing $K_d$	Small Decrease	Decrease	Decrease	Minor Change	Improve

Adanya perkembangan computer dan embedded system, maka metode kendali PID ini dapat dijalankan secara digital atau dengan menggunakan program. Agar dapat mengimplementasikan sistem kendali PID secara digital, maka persamaan PID harus diubah ke dalam persamaan diskrit [13].

$$V_o = K_p + K_i \int edt + K_d \frac{de}{dt} \dots\dots\dots (4)$$

diturunkan menjadi :

$$\frac{dV_o}{dt} = K_p \frac{de}{dt} + K_i \frac{d}{dt} \left( \int edt \right) + K_d \frac{d^2e}{dt^2} \dots\dots\dots (5)$$

$$\frac{dV_o}{dt} = K_p \frac{de}{dt} + K_i e + K_d \frac{d}{dt} \left( \frac{de}{dt} \right) \dots\dots\dots (6)$$

kemudian persamaan 7 dirubah kedalam bentuk diskrit,

$$\frac{\Delta V_o}{T_s} = K_p \frac{\Delta e}{T_s} + K_i e + K_d \frac{\Delta}{T_s} \left( \frac{\Delta e}{T_s} \right) \dots\dots\dots (7)$$

dimana  $d = \Delta$  dan  $dt = T_s$ , kemudian dikalikan dengan  $T_s$ , maka :

$$\Delta V_o = K_p \Delta e + K_i e T_s + K_d \Delta \left( \frac{\Delta e}{T_s} \right) \dots\dots\dots (8)$$



kemudian persamaan 7 dirubah kedalam bentuk diskrit,

$$\frac{\Delta V_o}{T_s} = K_p \frac{\Delta e}{T_s} + K_i e + K_d \frac{\Delta}{T_s} \left( \frac{\Delta e}{T_s} \right) \tag{7}$$

dimana  $d = \Delta$  dan  $dt = T_s$ , kemudian dikalikan dengan  $T_s$ , maka :

$$\Delta V_o = K_p \Delta e + K_i e T_s + K_d \Delta \left( \frac{\Delta e}{T_s} \right) \tag{8}$$

Harga  $\Delta V_o = V_{on} - V_{on-1}$  dan  $\Delta e_n = e_n - e_{n-1}$ , sehingga menjadi

$$V_{on} - V_{on-1} = K_p (e_n - e_{n-1}) + K_i e_n T_s + \frac{K_d}{T} (\Delta e_n - \Delta e_{n-1}) \tag{9}$$

Pada kondisi akhir, perubahan  $\Delta$  pada error sebelumnya dapat didistribusikan menjadi

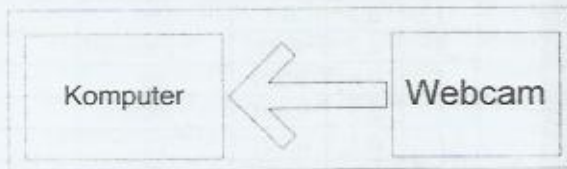
$\Delta e_n = e_n - e_{n-1}$  dan  $\Delta e_{n-1} = e_{n-1} - e_{n-2}$ , kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan 9, maka persamaan tersebut menjadi :

$$V_{on} = V_{on-1} + K_p (e_n - e_{n-1}) + K_i e_n T_s + \frac{K_d}{T} (e_n - 2e_{n-1} + e_{n-2}) \tag{10}$$

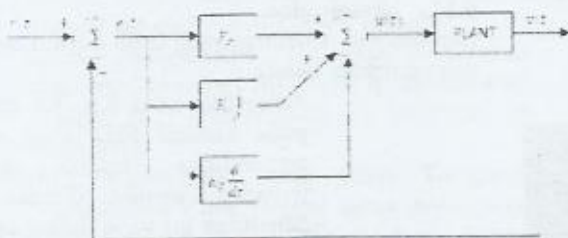
Dimana persamaan 10 tersebut merupakan hasil akhir persamaan system kendali PID untuk diskrit.

**3. Metodologi Penelitian.**

Pada penelitian ini, rancangan blok diagram penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu blok perangkat keras (hardware) dan blok perangkat lunak (software).



Gambar 5. Blok Perangkat Keras

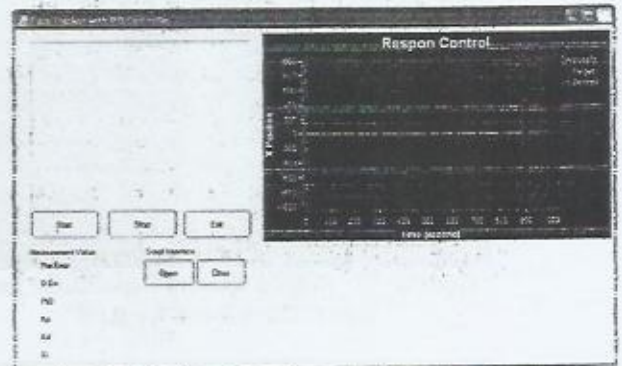


Gambar 6. Blok Perangkat Lunak [14]

Blok perangkat keras terdiri dari unit pemroses berupa computer atau laptop, sedangkan untuk *vision sensor* menggunakan *webcam*. Desain dari perangkat lunak ini mengikuti diagram blok standar PID, dimana sinyal  $r(t)$  atau *setpoint/target* didapatkan dari posisi obyek berupa wajah. Sinyal  $e(t)$  atau *error* ke  $t$  diperoleh dari selisih antara posisi obyek  $r(t)$  dengan posisi penanda/*desired*  $y(t)$ . Berdasarkan rancangan blok

Alan Novi Tompunu

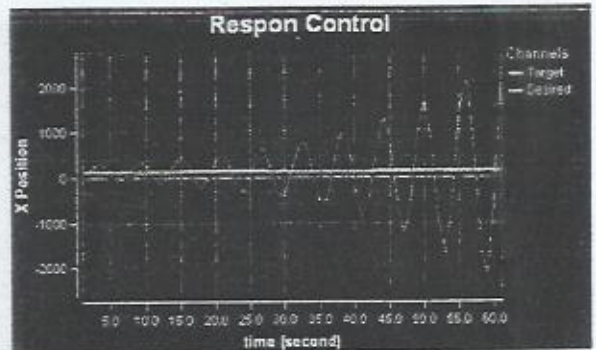
diagram tersebut maka program simulator untuk *facetracker* dapat dibuat.



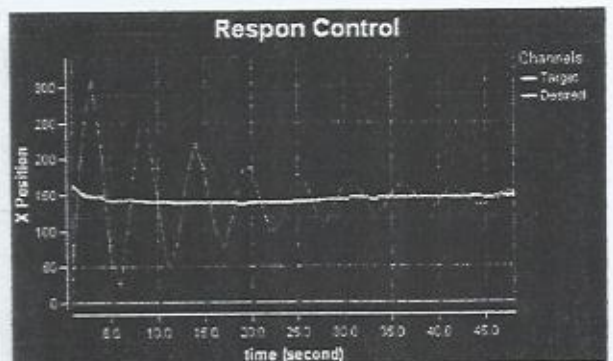
Gambar 7. Tampilan Program Facetracker

**4. Hasil dan pembahasan.**

Hasil respon kendali PID ini salah satunya ditentukan oleh parameter  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$ . Metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah dengan mencoba beberapa sampel nilai, dimana hasilnya akan disimpan pada computer dalam bentuk grafik maupun nilai. Proses kontrol ini dilakukan oleh komputer, dimana input didapat dari error posisi dalam satuan piksel, maka hasilnya adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Respon Kontrol *Facetracker* pada  $K_p=1, K_d=1$  dan  $K_i=0.1$ .



Gambar 9. Respon Kontrol *Facetracker* pada  $K_p=1, K_d=0.8$  dan  $K_i=0.1$ .

Daftar Pustaka

1. Penentuan nilai  $K_p$ ,  $K_i$  dan  $K_d$  pada kendali PID akan sangat menentukan respon kontrol terhadap *setpoint*, dimana pada penelitian ini yang paling optimal adalah pada saat  $K_p=0,8$ ,  $K_i=0,001$  dan  $K_d=0,05$  dengan error rata-rata 2%.

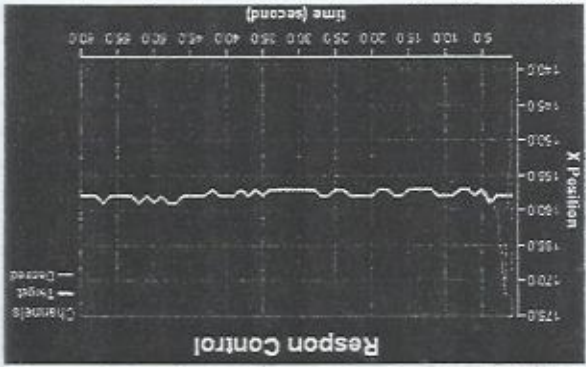
2. Proses pengolahan citra pada *computer vision* untuk mendeteksi obyek berupa wajah dengan menggunakan *haar like feature* dapat mengenali wajah.

5.1 Kesimpulan.  
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan, bahwa :

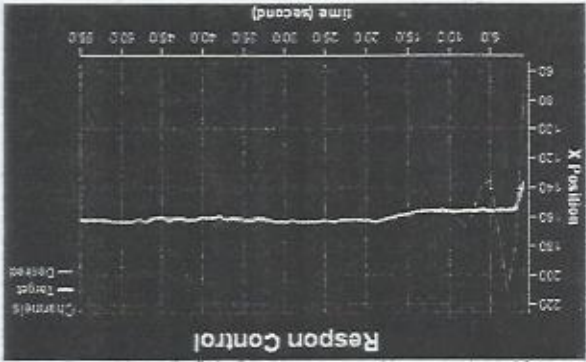
Kp	Kd	Ki	Overshoot	Keterangan
1	1	0.1	2000	Osilasi
1	0.8	0.1	150	-
1	0.7	0.05	125	-
1	0.6	0.001	60	-
1	0.5	0.001	40	-
1	0.1	0.001	15	-
1	0.05	0.001	8	-
0.8	0.05	0.001	2	Optimal

Tabel 2. Pengujian Respon Kontrol *FaceTracker*

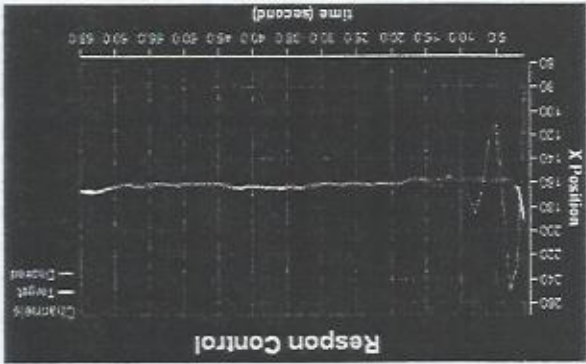
Gambar 13. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=1, K_d=0,1$  dan  $K_i=0,001$



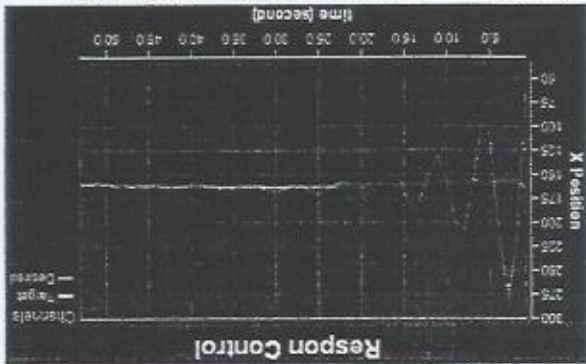
Gambar 12. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=1, K_d=0,5$  dan  $K_i=0,001$



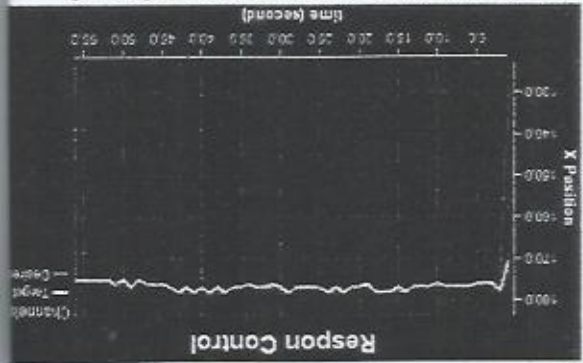
Gambar 11. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=1, K_d=0,6$  dan  $K_i=0,001$



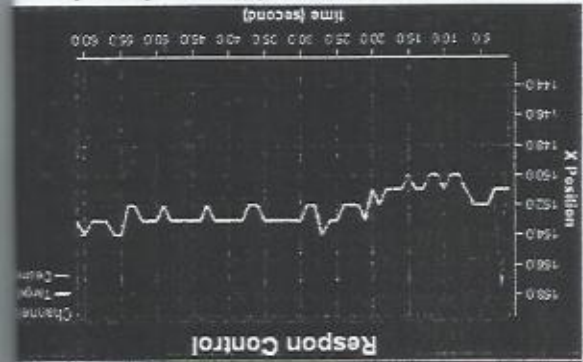
Gambar 10. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=1, K_d=0,7$  dan  $K_i=0,05$



Gambar 15. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=0,8, K_d=0,05$  dan  $K_i=0,001$



Gambar 14. Respon Kontrol *FaceTracker* pada  $K_p=1, K_d=0,05$  dan  $K_i=0,001$



- [1] Sutoyo. T, Mulyanto. Edy, Suhartono. Vincent, Dwi Nurhayati Oky, Wijanarto, " *Teori Pengolahan Citra Digital* ", Andi Yogyakarta dan UDINUS Semarang, 2009.
- [2] Y. Amit, D. Geman, and K. Wilder. " *Joint Induction of Shape Features and Tree Classifiers* ", 1997.
- [3] Bradski Gary , Kachler Adrian, " *Learning OpenCV* ", O'Reilly Media, 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472, September 2008.
- [4] Viola, Paul and Michael Jones (2001). " *Rapid object detection using boosted cascade of simple features* ". In: Proceedings IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition, 2001.
- [5] Lienhart, Rainer and Jochen Maydt (2002). " *An extended set of haar-like features for rapid object detection* ". In: IEEE ICIP 2002, Vol.1, pp 900-903.
- [6] McAndrew Alasdair, (2004), *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab. Notes for SCM2511 Image Processing I*, School of Computer Science and Mathematics Victoria University of Technology.
- [7] Wahyu Setyo Pambudi, Irma Salamah, Alan Novi Tomponu, (2011), *Deteksi dan Estimasi Jarak Obyek Menggunakan Single Camera Dengan Model Segmentasi HSV*, Seminar Nasional Teknoin 2011.
- [8] RD. Kusumanto, Alan Novi Tomponu, Wahyu Setyo Pambudi, " *Klasifikasi Warna Menggunakan Pengolahan Model Warna HSV* ", Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE) 2011, Politeknik Negeri Jakarta, 8 September 2011.
- [9] Wahyu Setyo Pambudi, " *Rancang Bangun 3 Wheels Omni-directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Sensitive Device (PSD) serta Sensor Vision dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller (FLC) untuk Menghindari Halangan* ", Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011), UDINUS, 16 April 2011.
- [10] RD. Kusumanto, Alan Novi Tomponu, " *Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB* ", Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011), UDINUS, 16 April 2011.
- [11] Pitowarno, E., ROBOTIKA: " *Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan* ", Andi Yogyakarta, 2006.
- [12] Ang. K. H, Chong. G, Li Yun (2005), " *PID Control System Analysis, Design, and Technology* ", IEEE Transactions On Control Systems Technology, Vol. 13, No. 4, July 2005, 559.
- [13] Bachri Samsul M, (2004), " *Sistem Kendali Hybrid Pid - Logika Fuzzy Pada Pengaturan Kecepatan Motor DC* ", Makara, Teknologi, Vol. 8, No. 1, April 2004: 25-34.
- [14] Manafeddin Namazov, Onur Basturk (2010), DC motor position control using fuzzy proportional-derivative controllers with different defuzzification methods, TJFS: Turkish Journal of Fuzzy Systems (eISSN: 1309-1190) An Official Journal of Turkish Fuzzy Systems Association Vol.1, No.1, pp. 36-54, 2010.