

RANCANG BANGUN ROBOT GRIPPER MENGUNAKAN PENGGERAK MOTOR DC SECARA DIRECT COUPLING

Moch. Iskandar Riansyah^{#1}, Bambang Sumantri^{#2}, Eko Henfri B.^{#3}
#Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya
Baithul_21juni@yahoo.co.id
Bambang@eepis-its.edu
Sragen@eepis-its.edu

Abstrak - Robot Gripper adalah sebuah pendekatan terhadap pola gerakan dari salah satu bagian tubuh manusia yaitu jari tangan. Dimana dari segi desain bentuk, gerak mekanis dan sistem kendali disesuaikan dengan bentuk jari tangan, pola gerakan, serta otot sebagai pengendali gerakan. Selama ini pembuatan dan penelitian terhadap robot gripper masih terus dilakukan untuk lebih ditingkatkan lebih sempurna untuk benar-benar menyerupai jari tangan manusia.

Pada proyek akhir ini, robot gripper didesain untuk dapat melakukan gerakan yang lebih optimal untuk mencapai posisi tertentu dengan menggunakan sistem kontrol PID pada masing-masing motor yang terdapat pada join robot.

Untuk bisa melakukan gerakan memegang obyek dikarenakan tidak menggunakan kamera ataupun sensor citra lain, maka digunakan penentuan posisi awal pada masing-masing join dari robot gripper dan pembacaan secara manual posisi join terhadap obyek. Posisi awal yang telah ditentukan jika mengalami perubahan dengan adanya masukan data posisi obyek dari PC (*Personal Computer*) yang kemudian dikonversikan ke data analog untuk menggerakkan aktuator (driver motor dc dan motor dc) nantinya akan dibaca secara langsung oleh sensor posisi yaitu menggunakan potensiometer. Data analog dari potensiometer akan dikonversi menjadi Data Digital oleh mikrokontroler jenis ATMEGA 16 untuk kemudian hasil proses konversi akan dikomunikasikan secara serial menuju PC (*Personal Computer*).

Kata Kunci : Mikrokontroler, Komunikasi Serial, Aktuator(driver motor dc dan motor dc), PC (*Personal Computer*)

I. PENDAHULUAN

Robot adalah sebuah mesin yang dapat diprogram dengan melakukan beberapa pekerjaan berbeda. Ada berbagai macam bentuk robot yang disesuaikan dengan fungsi kerjanya, dimana semua sistem pergerakan dan sensor yang kebanyakan oleh para pembuat robot diadaptasi dari sifat-sifat gerak dan indera binatang, atau biasanya lebih sering pada contoh manusia.

Robot gripper merupakan adaptasi dari pola jari tangan manusia. Jari tangan manusia memiliki struktur yang sempurna dari segi mekanisnya, kemudian otot sebagai penggerak. Kecepatan dan ketepatan jari tangan manusia untuk memegang obyek juga begitu luar biasa jika kita amati. Banyak hal telah dilakukan para peneliti untuk membuat bagaimana robot gripper bergerak sesuai dengan

pola gerakan jari tangan manusia atau bisa dikatakan mendekati sempurna.

A. Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mendesain sistem kontrol untuk posisi pergerakan dari robot gripper
2. Bagaimana mendesain sistem mekanik secara direct coupling dan sensor robot gripper dengan 5 DOF(*Degree of Freedom*), yaitu jari ke 1 dengan 2 DOF dan jari ke 2 dengan 3 DOF

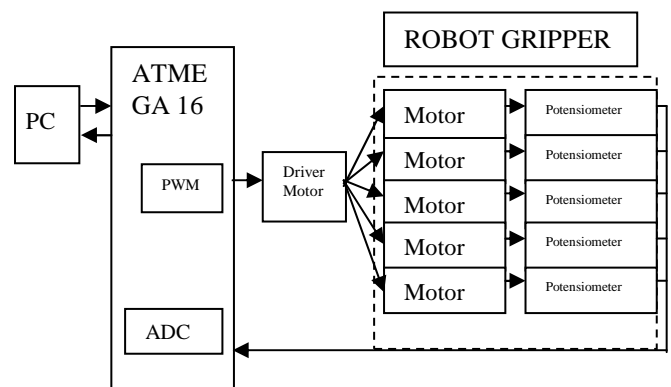
B. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah yang dibuat agar dalam pengerjaan proyek akhir ini dapat berjalan dengan baik adalah sebagai berikut :

1. Untuk pendeteksian adanya obyek digunakan perhitungan koordinat dari letak obyek yang berada dalam cakupan ruang gerak dari robot gripper yang telah ditentukan
2. Pada pembuatan mekanik dari robot gripper, posisi masing – masing jari di posisikan horisontal seperti penjepit meskipun mengadaptasi dari ibu jari dan jari telunjuk manusia.

II. PERENCANAAN dan PEMBUATAN ALAT

Alat ini terdiri dari blok-blok rangkaian yang memiliki fungsi sendiri-sendiri dan terintegrasi menjadi satu untuk menjadi sebuah sistem yang lengkap. Gambar 1 berikut menunjukkan blok diagram alat secara keseluruhan.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

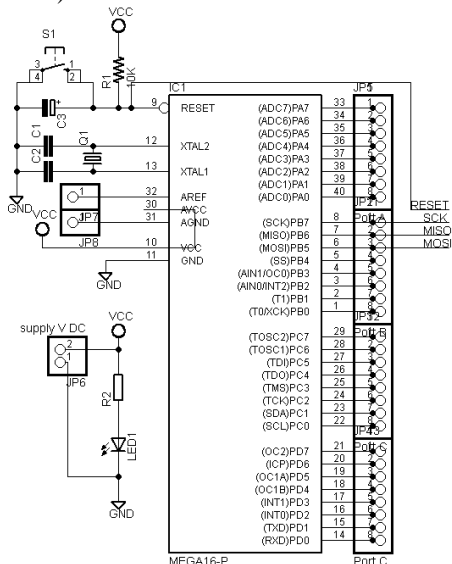
A. PERENCANAAN HARDWARE

Dari blok diagram pada gambar 1 dapat dijabarkan sebagai berikut.

1). Perencanaan dan Pembuatan Mikrokontroler

Dalam membuat rangkaian mikrokontroler memerlukan pemahaman mengenai sistem minimum dari mikrokontroler yang akan dirancang itu sendiri. Sistem rangkaian yang dirancang diusahakan menggunakan rangkaian yang seringkasan mungkin dan dengan pengkabelan yang baik, karena biasanya rangkaian tersebut bekerja pada frekwensi yang relative tinggi, sehingga peka terhadap noise dari luar. Mikrokontroler AVR ATmega16 mempunyai rangkaian eksternal yang relatif sedikit dibanding dengan mikrokontroler yang lain. Rangkaian eksternal yang dibutuhkan hanya berupa rangkaian :

- Clock generator CPU
- Eksternal reset
- Eksternal interrupt
- Regulator dan noise filter
- Interfacing ke rangkaian luar (tergantung kebutuhan pemakai)



Gambar 1. Sistem Minimum ATMEGA 16[7]

Rangkaian I/O dari mikrokontroler mempunyai kontrol direksi yang tiap bitnya dapat dikonfigurasi secara individual, maka dalam pengkonfigurasi I/O yang digunakan ada yang berupa operasi port ada pula yang dikonfigurasi tiap bit I/O. Berikut ini akan diberikan konfigurasi dari I/O mikrokontroler tiap bit yang ada pada masing-masing port yang terdapat pada mikrokontroler.

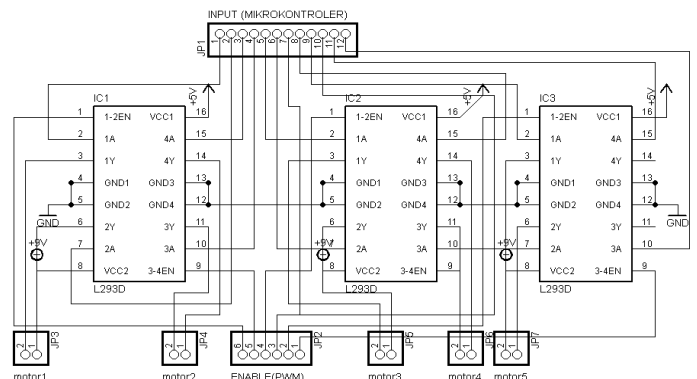
- **Port A0-A4**
Port ini digunakan sebagai Analog Digital Converter (ADC)
- **Port D0-D1**
Port ini digunakan sebagai komunikasi serial, yaitu TXD (Transmit Data) dan RXD (Receive Data).
- **Port C7-C0**
 - Port C7 untuk input 1A pada IC L293D ke 1
 - Port C6 untuk input 2A pada IC L293D ke 1

- Port C5 untuk input 3A pada IC L293D ke 1
- Port C4 untuk input 4A pada IC L293D ke 1
- Port C3 untuk input 1A pada IC L293D ke 2
- Port C2 untuk input 2A pada IC L293D ke 2
- Port C1 untuk input 3A pada IC L293D ke 2
- Port C0 untuk input 4A pada IC L293D ke 2
- **Port B0-B1**
 - Port B0 untuk input 1A pada IC L293D ke 3
 - Port B1 untuk input 2A pada IC L293D ke 3

2.) Rangkaian Driver Motor dengan IC L293D

Pada proyek akhir ini digunakan IC L293D untuk mengendalikan tiap motor pada masing-masing joint lengan robot gripper. IC L293D memiliki konfigurasi 2 H-Bridge driver motor dengan 4 input dan 4 output untuk mengendalikan arah putaran motor.

Karena robot gripper memiliki 5 DOF (Degree of Freedom), maka digunakan 3 buah IC L293D untuk mengendalikan 5 motor dc, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini.

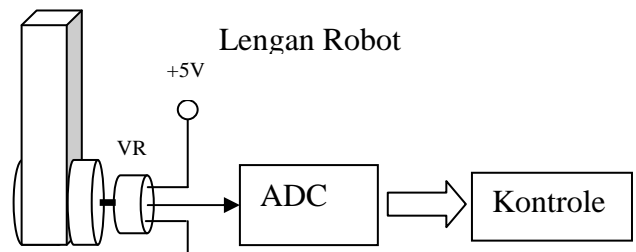


Gambar 2 Driver Motor IC L293D

Nilai yang diberikan pada input motor digunakan untuk menentukan arah putaran motor. Nilai yang diberikan pada input PWM digunakan untuk mengatur kecepatan putaran motor.

3). Sensor Posisi

Pada perancangan sensor posisi pergerakan masing-masing joint robot digunakan potensiometer jenis trimmers (single tone) 10k, dengan tegangan referensi yang diberikan 5 Volt. Digunakannya potensiometer jenis ini karena cukup memiliki linearitas output terhadap besaran yang diukur. Untuk pemasangan potensiometer pada robot gripper seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini,

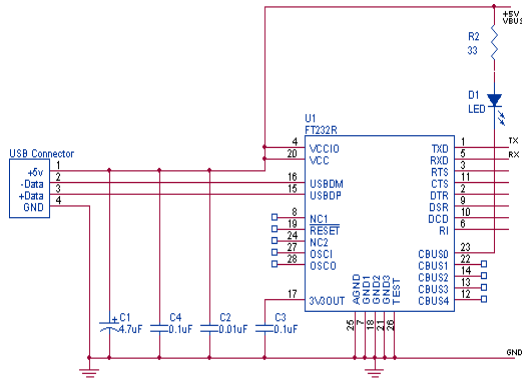


Gambar 3. Potensiometer sebagai sensor posisi

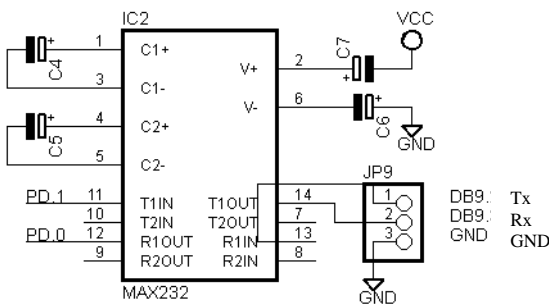
Masing- masing potensiometer pada joint robot memiliki range tegangan yang berbeda untuk menentukan sudut putar motor dc yang disesuaikan dengan batasan pergerakan masing-masing lengan gripper.

4). Komunikasi Serial dengan USB

Untuk komunikasi serial ke PC menggunakan port USB, sehingga memerlukan rangkaian pengubah dari USB ke Serial RS232. Yang kemudian dihubungkan lagi dengan IC MAX 232 yang nantinya terhubung pada PORT D0 dan D1 pada ATMEGA 16.



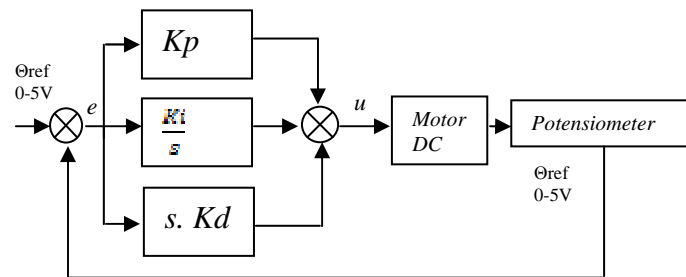
Gambar 4. USB to Serial Converter[7]



Gambar 5. MAX232[7]

B. PERENCANAAN SOFTWARE

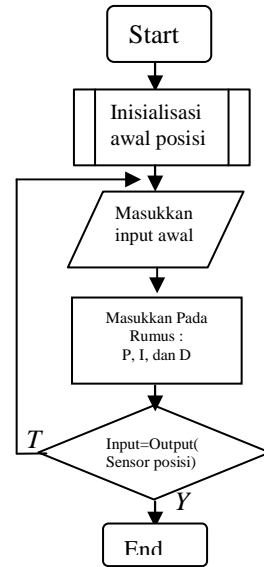
1). Kontroler PID pada Robot Gripper



Gambar 6. Blok Diagram Kontrol PID Posisi Motor DC

Pada blok diagram tersebut diatas, adalah kontrol PID terhadap posisi pergerakan motor dengan melihat pembacaan pada sensor posisi dengan menggunakan potensiometer. Penentuan range tegangan untuk perubahan setiap derajat sudut putar motor akan disesuaikan hasilnya dengan pembacaan sensor sehingga akan didapatkan errornya untuk diolah pada controller PID sampai menuju pada set point yang diinginkan.

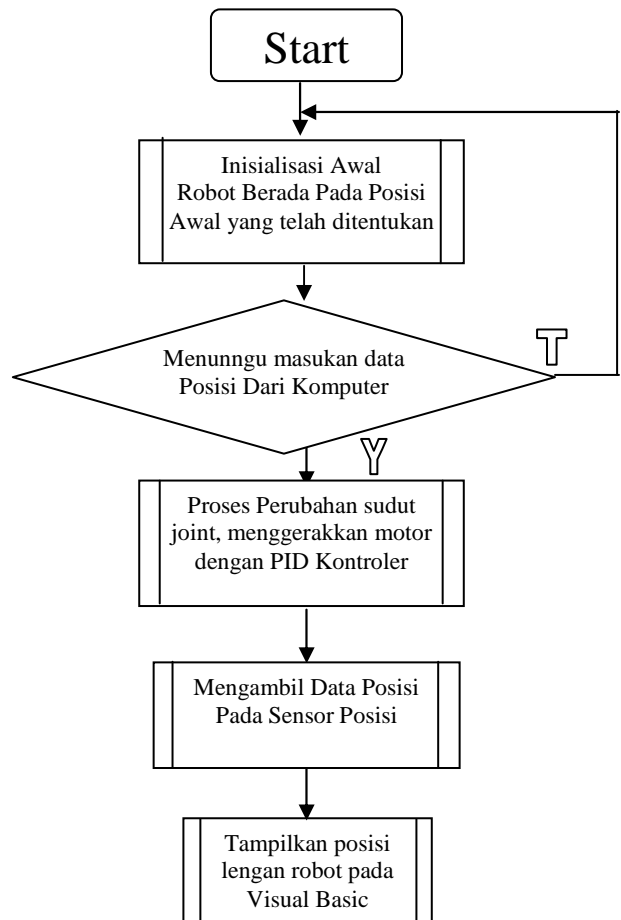
Untuk kecepatan motor dc menggerakkan joint robot pada sudut tertentu, dilakukan dengan masukan kecepatan tertentu (speed limiter) yaitu dengan PWM yang ada pada mikrokontroler untuk memberikan pilihan kecepatan yang diinginkan. Berikut adalah Flowchart PID pada robot gripper,



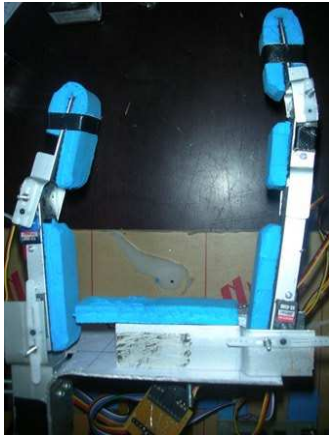
Gambar6. Flowchart PID Kontrol

2). Visualisasi Robot Gripper

Berikut adalah diagram alur visualisasi robot gripper:



Gambar 7. Diagram Alur Pengendali Robot



Gambar 8. Mekanik Robot Gripper

Tabel 1. Ukuran Panjang Robot Yang akan Dibuat

| | JARI 1 | JARI 2 |
|-------------------|--------|--------|
| PROXIMAL PHALANGE | 6.5 cm | |
| MIDDLE PHALANGE | 5 cm | 6.5 cm |
| DISTAL PHALANGE | 4 cm | 5.5 cm |

Tabel 2. Berdasarkan Hasil Riset

| | JARI 1 | JARI 2 |
|-------------------|---------|---------|
| PROXIMAL PHALANGE | 1.37 in | |
| MIDDLE PHALANGE | 1.1 in | 1.5 in |
| DISTAL PHALANGE | 1 in | 1.25 in |

III. PENGUJIAN dan ANALISA

A. PENGUJIAN MOTOR SERVO

Memodifikasi servo jenis Hitec HS 45HB



Gambar 9. Servo Hitec HS 45HB[11]

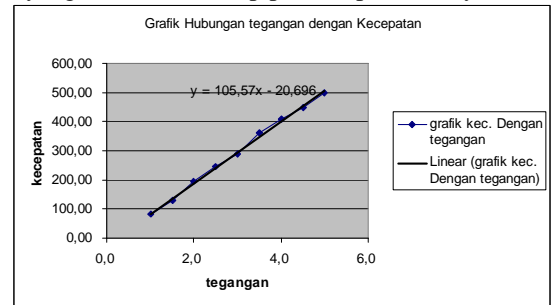
Dari pengujian menggunakan alat c plotter dapat diketahui karakteristik motor servo modifikasi dengan memberi tegangan berkisar antara 0-5 Volt sampai batas maksimum (180 derajat) dengan jarak setiap kotak koordinat pada c plotter diatur 0,2 detik/ cm.

Tabel 3. Tabel Karakteristik Motor Servo (HS 45HB) Modifikasi

| Tegangan (Volt) | Jarak Koordinat (cm) | Waktu Sampling (Detik) | Kecepatan (rps) |
|-----------------|----------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | 10,8 | 2,16 | 83,33 |
| 1,5 | 6,9 | 1,38 | 130,43 |
| 2 | 4,6 | 0,92 | 195,65 |
| 2,5 | 3,7 | 0,74 | 245,24 |
| 3 | 3,1 | 0,62 | 290,32 |
| 3,5 | 2,5 | 0,5 | 360 |

| | | | |
|-----|-----|------|--------|
| 4 | 2,2 | 0,44 | 409,09 |
| 4,5 | 2 | 0,4 | 450 |
| 5 | 1,8 | 0,36 | 500 |

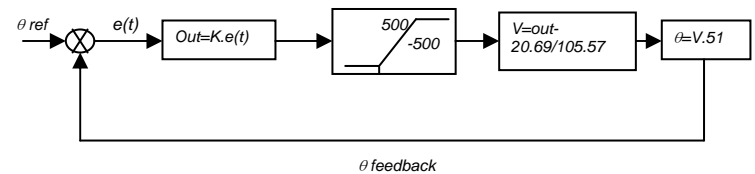
Setelah itu dilakukan pencarian sebuah persamaan dari perbandingan antara tegangan yang diberikan dengan kecepatan yang dihasilkan setiap putaran per detiknya



Gambar 10. Grafik Hubungan Tegangan dan Kecepatan

Dari persamaan yang didapatkan dari grafik hubungan antara tegangan dan kecepatan, kemudian akan dimasukkan ke sistem perhitungan kontrol untai tertutup sebagai langkah awal merancang kontroler PID yang akan digunakan.

B. PENGUJIAN KONSTANTA PID



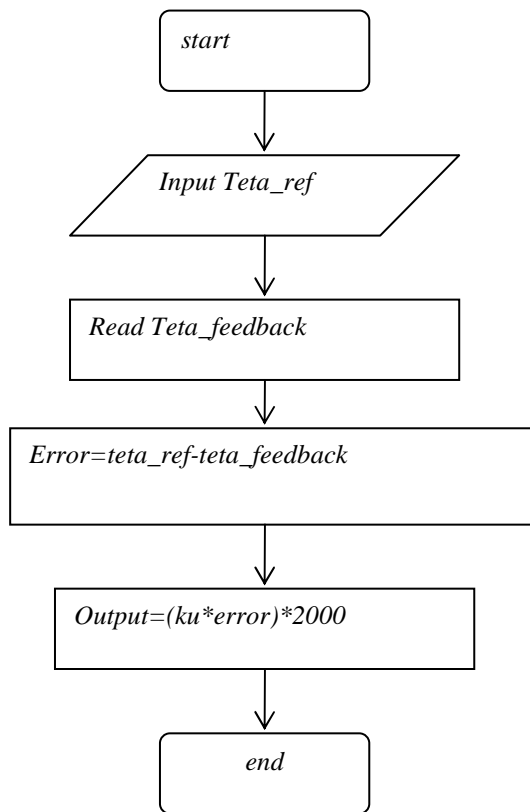
Gambar 11. Blok Diagram Rancangan Kontrol Untaian Tertutup

Algoritma Program :

```

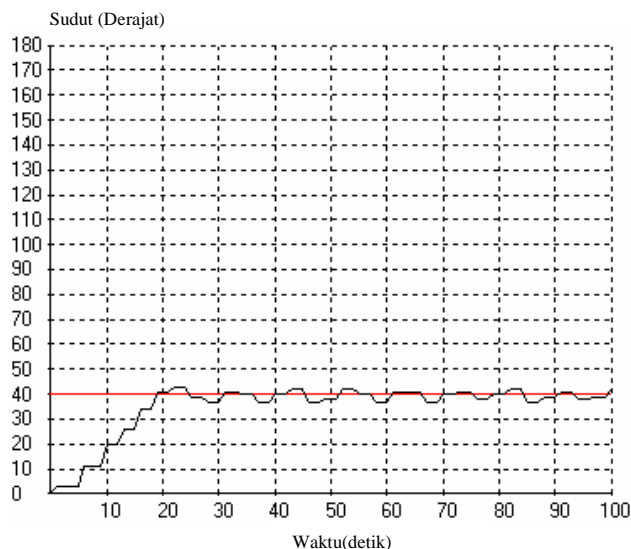
data = read_adc(0);
vin=((float)data2*0.00488);
Teta_feedback =vin*36;
error =fabs(Teta_ref-Teta_feedback);
output=(ku*error)*2000;
if(output>=500)output=500;
tegangan=(output-20.69)/105.57;
Output kontroler =tegangan*51;

```



Gambar 12. Flowchart Rancangan Kontrol Untaian Tertutup

Dengan melakukan perekaman hasil output kontrol untaiian tertutup melalui Visual Basic dapat diketahui sinyal osilasi kontrol yang didapat dengan sudut referensi 30 derajat.



Gambar 13. Grafik Respon Osilasi

Data yang diperoleh sinyal osilasi gambar 4.6 diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Sinyal Osilasi

| Sudut | Error | Waktu |
|-------|-------|-------|
| 4 | 36 | 9 |
| 14 | 26 | 14 |
| 18 | 22 | 15 |
| 25 | 15 | 18 |
| 31 | 9 | 20 |
| 38 | 2 | 23 |
| 42 | -2 | 25 |
| 39 | 1 | 28 |
| 37 | 3 | 30 |
| 42 | -2 | 33 |
| 41 | -1 | 35 |
| 37 | 3 | 38 |
| 39 | 1 | 40 |
| 42 | -2 | 43 |
| 38 | 2 | 45 |
| 38 | 2 | 48 |
| 41 | -1 | 50 |
| 39 | 1 | 53 |
| 38 | 2 | 55 |
| 42 | -2 | 58 |
| 39 | 1 | 60 |

Dengan menggunakan teori zigher Nicols metode osilasi yaitu dengan memberikan nilai konstanta sampai pada munculnya sinyal osilasi (dalam hal ini $K_p/K_u=1$) sehingga dapat diketahui periode osilasinya (P_u) untuk menentukan parameter-parameter PID dilakukan penghitungan sebagai berikut :

$$K_u = 1;$$

$$P_u = 33ms - 25ms = 8ms \text{ (Pada Tabel 4.2)}$$

Persamaan perhitungan Parameter PID Ziegler Nichols dengan Metode Osilasi :

$$K_p = 0.6K_u$$

$$T_i = 1.2K_u/P_u$$

$$T_d = 0.125P_u$$

Nilai K_p :

$$K_p = 0.6 \times 1 = 0.6$$

Nilai T_i :

$$T_i = 1.2 \times (1/0.008) = 150$$

$$K_i = K_p/T_i = 0.6/150 = 0.004$$

Nilai T_d :

$$T_d = 0.125 \times 0.008 = 0.001$$

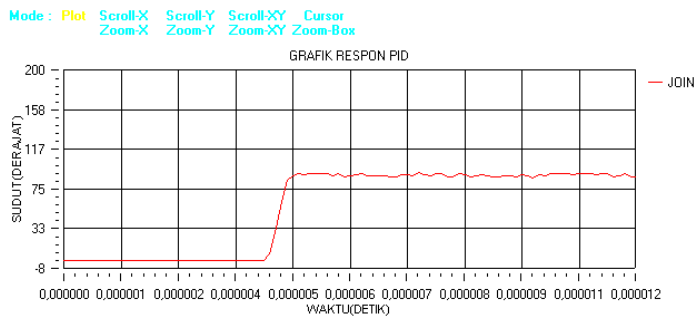
$$K_d = K_p \cdot T_d = 0.6 \times 0.001 = 0.0006$$

Jadi parameter yang didapat dari hasil perhitungan yaitu :

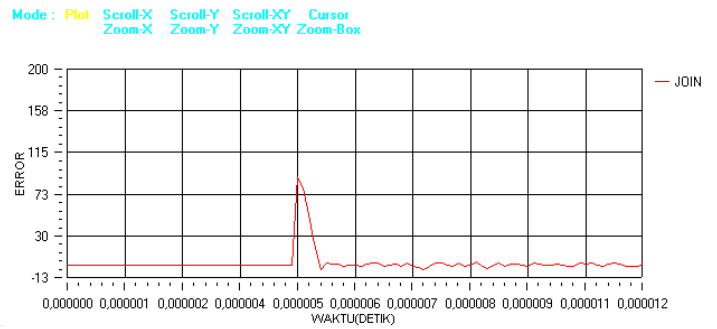
$$K_p=0.6 \quad K_i=0.004 \quad K_d=0.0006$$

Pengujian Parameter hasil perhitungan :

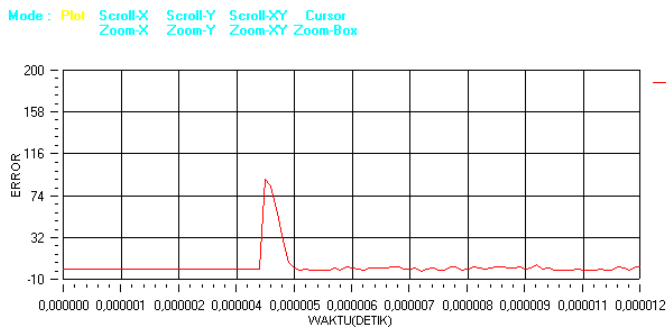
Dilakukan pengujian terhadap hasil perhitungan secara teori untuk mengetahui respon PID yang dihasilkan, yaitu sebagai berikut:



Gambar 14. Grafik Respon PID $K_p=0.6$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat



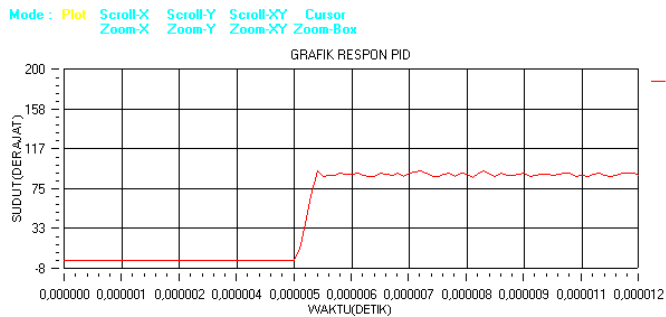
Gambar 17. Grafik Error $K_p=0.1$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat



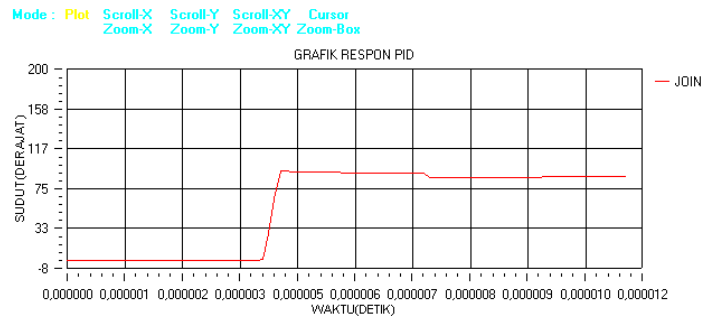
Gambar 15. Grafik Error $K_p=0.6$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat

Dengan menggunakan nilai konstanta dari hasil perhitungan yaitu $K_p=0.6$ $K_i=400$ $K_d=0.00005625$ sistem agak stabil dari sebelumnya tanpa menggunakan PID. Namun masih terdapat error berkisar antara -2 dan 2 sehingga perlu adanya uji lagi dengan mengganti konstanta-konstanta tersebut untuk menemukan respon yang stabil

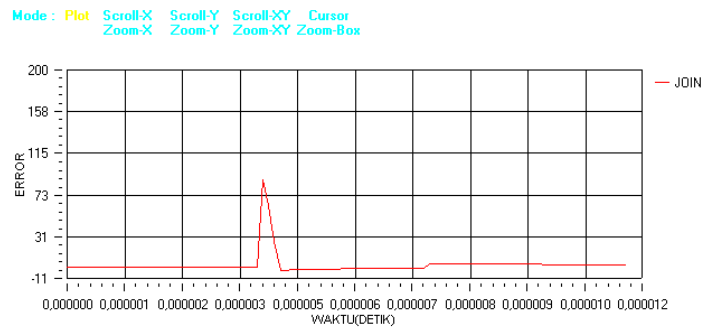
Pengujian dengan mengganti-ganti Konstanta:



Gambar 16. Grafik Respon PID $K_p=0.1$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat



Gambar 18. Grafik Respon PID $K_p=0.01$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat



Gambar 19. Grafik Error $K_p=0.01$ $K_i=0.004$ $K_d=0.0006$ dengan sudut 90 derajat

Dengan memperkecil nilai $K_p=0.01$ maka respon PID motor jauh lebih stabil meskipun dalam kondisi tertentu mengalami sedikit error, namun kestabilan dari posisi derajat lebih dominan.

Dari pengujian beberapa kali perubahan yang dilakukan untuk mendapatkan respon PID yang stabil, dengan memberikan nilai $K_p=0.008$ $K_i=0.0015$ $K_d=0.00009375$ diperoleh hasil yang sangat stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ikuo Yamano, Kenjiro Takemura, Takashi Maeno :
Development of a Robot Finger For Five-Fingered Hand Using Ultrasonic Motors, Proceedings of the 2003 IEEE/RSJ
- [2] Kiyoshi Hoshino, Ichiro Kawabhuci :*Pinching at Fingertips for Humanoid Robot Hand, Journal Robotics and Mechatronics Vol. 17 No.6, 2005*
- [3] Jeffrey E. Erickson, Kathryn J. DeLaurentis, Mourad Bouzit : *A Novel Single Digit Manipulator for Prosthetic Hand Applications*
- [4] Oghata Katsuhiko, 2002. "Modern Control Engineering", Practice Hall Internasional.
- [5] Pitowarno, Endra. 2004. *Desain Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Andi, Yogyakarta.
- [6] Sigit, Riyanto, 2007. "Robotika, Sensor dan Aktuator", Graha Ilmu, Surabaya.
- [7] <http://www.alldatasheet.com>
- [8] <http://id.wikipedia.org/wiki/servo>
- [9] Ario Suryo Kusumo, 2002. "Buku Latihan Microsoft Visual Basic 6.0", Elek Media Komputindo, Jakarta.
- [10] Prasetya, Eka, 2004. "Interfacing port paralel dan port serial computer dengan VB 6.0", Andi Yogyakarta.
- [11] <http://www.pncl.co.uk>