

PENGEMBANGAN PROTOTIPE ARM ROBOT DENGAN ORIGINAL SERVO MOTOR**¹Widhi Yoga Saryanto, ²Herianto**^{1,2}Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281, Indonesia

*Email: widhi.yoga.s@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Di Indonesia, kita dapat jumpai berbagai macam jenis arm robot. Arm robot tersebut digunakan dalam berbagai bidang antara lain dibidang industri, kesehatan, pertanian dll. Namun sangat disayangkan bahwa robot-robot tersebut rata-rata adalah produk impor. Sensor aktuator beserta sistem kontrolernya merupakan produk impor. Melalui riset ini dikembangkan sebuah prototipe arm robot dengan motor servo yang dikembangkan sendiri. Arm robot yang dikembangkan difungsikan untuk rehabilitasi anggota gerak atas pasien pasca stroke. Material yang digunakan beserta sistem kontrolnya dikembangkan dari bahan-bahan yang mudah didapat dan dikembangkan di Indonesia. Dari penelitian ini diharapkan akan menghasilkan arm robot yang bisa menjalankan fungsinya dan juga bisa memicu munculnya penelitian-penelitian lain dibidang robotika khususnya pengembangan arm robot. Robot didesain berbahan dasar alumunium recycle. Robot menggunakan 2 jenis motor DC yang dikembangkan menjadi motor servo dengan mengintegrasikannya dengan sensor posisi. Sensor posisi yang digunakan adalah potensiometer. Sebelum digunakan dilakukan pengujian dan kalibrasi terhadap potensiometer. Setelah selesai diintegrasikan, arm robot dirangkai dan dilakukan pengujian terhadap aktuatornya. Dari pengujian aktuator diperoleh hasil bahwa error yang terjadi pada arm robot yang dibuat adalah kurang dari 3 derajat.

Kata kunci: arm robot, potensiometer, robot rehabilitasi, servo motor

1. PENDAHULUAN

Stroke dan penyakit serebrovaskuler adalah penyebab kematian utama kedua setelah jantung. Tercatat lebih dari 4,6 juta orang meninggal di seluruh dunia, dua dari tiga kematian terjadi di negara berkembang (WHO, 2003). Penyakit stroke tidak hanya diderita oleh orang usia lanjut, tetapi juga orang usia muda dimana usia muda adalah usia produktif untuk bekerja

Stroke merupakan masalah besar yang harus segera ditanggulangi. Cara pengobatan penyakit stroke ada 2 macam yaitu penekanan faktor resiko stroke dan upaya perawatan pasca stroke. Penekanan faktor resiko stroke meliputi pengendalian faktor-faktor yang dapat menimbulkan resiko serangan stroke. Sedangkan upaya perawatan pasca stroke meliputi usaha rehabilitasi yang bertujuan untuk mengembalikan fungsi dan kapabilitas tubuh untuk dapat berfungsi kembali secara normal. Program rehabilitasi stroke telah terbukti dapat meningkatkan pemulihan tubuh secara optimal, sehingga penderita stroke mendapat keluaran fungsional dan kualitas hidup yang lebih baik.

Proses rehabilitasi stroke biasanya dilakukan di rumah sakit yang menyediakan instalasi rehabilitasi medik. Seiring dengan meningkatnya jumlah penderita stroke maka dibutuhkan lebih banyak fisioterapi untuk menangani pasien pasca stroke. Penelitian ini membahas tentang pengembangan desain dan manufaktur arm robot untuk membantu rehabilitasi pasien pasca stroke. Arm robot yang dikembangkan menggunakan servo motor yang dikembangkan sendiri (original servo motor). Sensor maupun sistem kontrolnya juga merupakan produk lokal dari dalam negeri. Sedangkan material arm robot berasal dari alumunium recycle yang diperoleh dari limbah alumunium maupun sisa-sisa industri manufaktur dalam negeri. Dari penelitian ini diharapkan bisa menghasilkan arm robot rehabilitasi yang murah, nyaman dan aman yang berfungsi untuk membantu dalam upaya rehabilitasi pasien pasca stroke khususnya untuk anggota gerak atas. Dengan robot ini diharapkan rehabilitasi tidak hanya bisa dilakukan di rumah sakit tetapi juga bisa dilakukan dimana saja dan kapan saja sehingga proses rehabilitasi menjadi lebih optimal.

2. METODOLOGI

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa pengujian antara lain :

2.1. Pengujian Karakter Potensiometer

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik sudut dari potensiometer terhadap data ADC yang dihasilkan. Pengujian ini dilakukan dengan menggerakkan potensiometer dari sudut minimumnya ke sudut terbesar yang bisa dijangkau oleh potensiometer tersebut. Pengambilan data dilakukan setiap 5 derajat untuk melihat grafik yang dihasilkan secara lebih presisi. Kita juga perlu untuk menguji ada atau tidak adanya histerisis pada potensiometer yang akan digunakan. Pengujian histerisis tersebut dilakukan dengan cara menggerakkan potensiometer dari sudut minimum ke sudut maksimumnya dibandingkan dengan menggerakkan potensiometer dari sudut maksimum ke sudut minimumnya. Pengujian ini sangat penting dilakukan karena apabila ada histerisis maka sensor tersebut harus dilakukan kompensasi untuk meminimalisir eror akibat histerisis

2.2. Kalibrasi Potensiometer

Kalibrasi sensor posisi (potensiometer) dilakukan dengan mengambil daerah linier dari data ADC yang dihasilkan dalam pengujian. Dari data linear tersebut kemudian ditarik sebuah persamaan garis yang nantinya persamaan tersebut diintegrasikan ke program robot di dalam mikrokontroler.

2.3. Manufaktur dan Assembly

Proses manufaktur robot dilakukan dengan proses *sand casting* dan *difinishing* menggunakan proses permesinan. Proses permesinan dilakukan dengan mesin konvensional maupun mesin non konvensional (CNC)

2.4. Pengujian Aktuator Hasil Kalibrasi

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui hasil dari kalibrasi sensor yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah kalibrasi potensiometer selesai, dilakukan proses pengujian mengenai aktuator yang sudah dikembangkan. Hasil dari uji ini menunjukkan *performance* dari *arm robot* yang dihasilkan. Jika *arm robot* tersebut memiliki eror yang kecil berarti robot tersebut memiliki *performance* yang baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Desain

Penelitian ini diawali dengan tinjauan pustaka dan dilanjutkan dengan proses desain. Desain *arm robot* yang dikembangkan didesain menggunakan Software Autodesk Inventor. Analisa tegangan regangan dan kekuatan bahan juga dilakukan sebagai dasar dari proses desain. Robot yang dikembangkan memiliki 4 derajat kebebasan. Robot didesain untuk membantu gerakan rehabilitasi anggota gerak atas antara lain gerak bahu fleksi ekstensi, gerak bahu abduksi adduksi, gerak internal eksternal rotation pada bahu dan siku fleksi ekstensi. Desain *arm robot* yang dikembangkan ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Desain *arm robot*

3.2. Proses Manufaktur

Pada pembuatan *arm robot* ini, kami menggunakan teknik *sand casting* dan *difinishing* dengan proses permesinan baik dengan mesin konvensional maupun mesin non konvensional. Proses manufaktur ini diawali dengan pembuatan cetakan yang terbuat dari kayu dan dilapisi dengan dempul. Gambar 2 menunjukkan cetakan *arm robot* untuk proses *sand casting*.



Gambar 2. Cetakan *arm robot* Gambar 3. Proses pelelehan aluminium

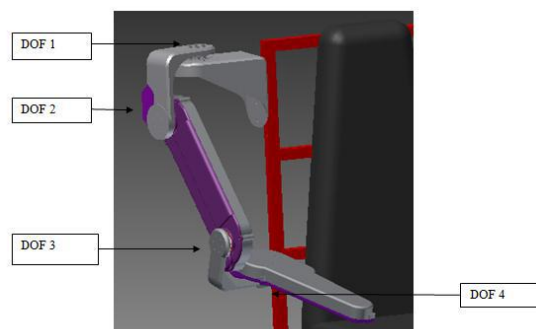
Gambar 3 menunjukkan proses pelelehan aluminium *recycle* dalam tanur. Gambar 4 menunjukkan hasil pengecoran aluminium dengan menggunakan teknik *sand casting* dan selanjutnya dilakukan proses permesinan terhadap hasil pengecoran tersebut.



Gambar 4. Hasil proses pengecoran

3.3. Proses Kalibrasi Potensiometer

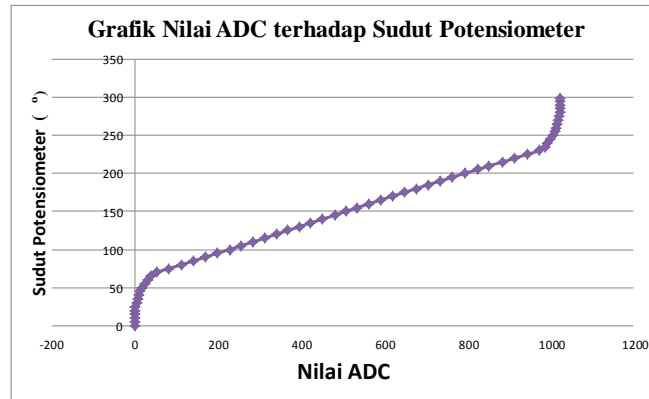
Kita perlu melakukan proses kalibrasi untuk mempermudah proses pemrograman. Proses kalibrasi dilakukan dengan mengambil daerah linear dari masing-masing potensiometer kemudian mencari persamaan garis dari data tersebut. Persamaan garis tersebut kemudian diinputkan kedalam program. Pada potensiometer yang digunakan juga tidak terdapat adanya histerisis pada data sehingga tidak perlu adanya kompensasi pada data yang dihasilkan. Gambar 5 di bawah ini menunjukkan penamaan masing-masing *joint* pada *arm robot*.



Gambar 5. Penamaan masing-masing *joint arm robot*

3.3.1. Degree of freedom 1

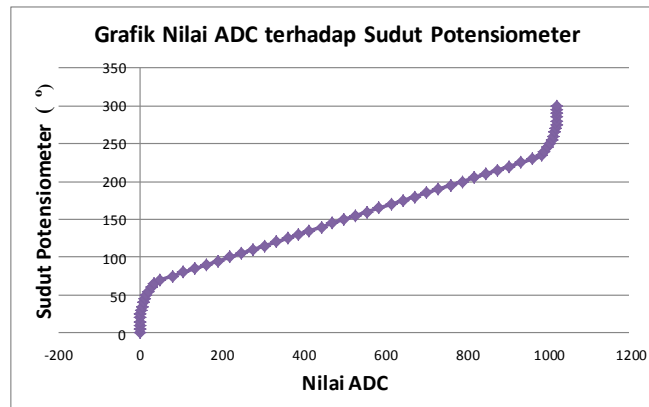
Degree of freedom 1 adalah joint pada robot yang memutar bahu seseorang terhadap sumbu vertical. Gambar 6 di bawah adalah grafik nilai ADC terhadap sudut potensiometer pada *degree of freedom 1*. Daerah linear grafik tersebut antara sudut $70^\circ - 225^\circ$ dengan persamaan garis $y = 0.1756x + 60.478$



Gambar 6. Grafik nilai ADC terhadap sudut *degree of freedom 1*

3.3.2. Degree of freedom 2

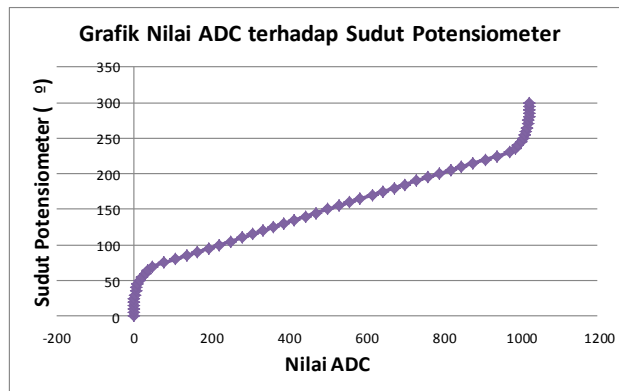
Degree of freedom 2 adalah joint pada robot yang memutar bahu seseorang terhadap sumbu horizontal. Gambar 7 di bawah adalah grafik nilai ADC terhadap sudut potensiometer pada *degree of freedom 2*. Daerah linear grafik tersebut adalah antara sudut $80^\circ - 230^\circ$ dengan persamaan garis $y = 0.1752x + 61.788$



Gambar 7. Grafik nilai ADC terhadap sudut *degree of freedom 2*

3.3.3. Degree of freedom 3

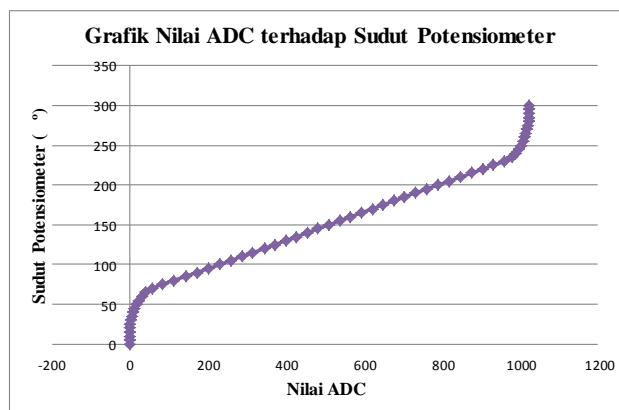
Degree of freedom 3 adalah joint pada robot yang memutar siku tangan terhadap sumbu horizontal. Gambar 8 di bawah adalah grafik nilai ADC terhadap sudut potensiometer pada *degree of freedom 3*. Daerah linear grafik tersebut antara sudut $70^\circ - 225^\circ$ dengan persamaan garis $y = 0.1754x + 61.579$



Gambar 8. Grafik nilai ADC terhadap sudut *degree of freedom*3

3.3.4. *Degree of freedom 4*

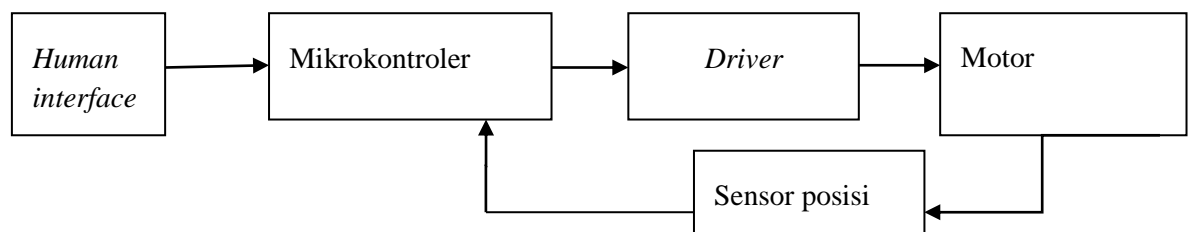
Degree of freedom 4 adalah *joint* pada robot yang memutar siku tangan terhadap sumbu vertikal. Gambar 9 di bawah adalah grafik nilai ADC terhadap sudut potensiometer pada *degree of freedom 4*. Daerah linear grafik tersebut antara sudut 75° – 225° dengan persamaan garis $y = 0.1779x + 59.311$



Gambar 9. Grafik nilai ADC terhadap sudut *degree of freedom 4*

3.4. Proses Assembly

Pada proses ini dilakukan *assembly* komponen mekanik dan komponen elektronik. Komponen mekanik meliputi motor, transmisi dan semua part robot. Sedangkan komponen elektronik meliputi *power supply*, driver motor, potensiometer dan mikrokontroler. Komponen mekanik dan elektronik menjadi satu sistem yang terkontrol oleh mikrokontroler. Berikut adalah diagram system kontrol robot



Gambar 10. Diagram sistem kontrol robot

Gambar 11 merupakan gambar *arm robot* setelah *diassembly*



Gambar 11. *Arm robot*

3.5. Pengujian *Arm Robot Performance*

Setelah proses *assembly*, kita melakukan pengujian terhadap robot yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan antara sudut yang diinputkan dalam program dengan sudut aktual yang dihasilkan oleh aktuator robot.

Tabel 1. Hasil pengujian

Sudut Program	Sudut Aktual DOF 1	Sudut Aktual DOF 2	Sudut Aktual DOF 3	Sudut Aktual DOF 4
10	9	10	8	10
20	19	20	21	20
30	32	30	30	29
40	38	41	38	40
50	47	49	49	50
60	58	60	60	60
70	69	70	70	71
80	82	80	81	82
90	90	89	87	90
100	101	100	98	100
110	110	110	110	111
120	120	119	120	121
130	128	130	131	130
140	140	140	139	141

Dari pengujian ini diperoleh kesimpulan bahwa *arm robot* yang telah dikembangkan sudah memiliki *performance* yang baik. Hal ini dilihat dari eror yang dihasilkan sangat kecil yaitu kurang dari 3 derajat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu

- Robot telah berhasil didesain dengan menggunakan *Software Autodesk Inventor*. Robot memiliki 4 derajat kebebasan sehingga bisa berfungsi untuk membantu proses rehabilitasi anggota gerak atas.
- Robot telah berhasil dibuat dengan bahan aluminium menggunakan teknik *sand casting*
- Hasil dari pengujian aktuator robot dihasilkan *error* kurang dari 3%. *Error* disebabkan karena *clearance* yang terdapat pada transmisi motor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- E., Akdogan, M.A., Adli (2011). *The design and control of a therapeutic exercise robot for lower limb rehabilitation: Physiotherobot*. ScienceDirect. Turkey
- Harsono. (1996). *Buku Ajar Neurologi Klinis*. Penerbit Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Hoeman, P. (1996). *Rehabilitation Nursing: Process and Application*. Second Edition. Mosby Year Book, Inc, St. Louis, USA.
- Ibrahim, A. S. (2001). *Stroke*. Medika (Feb). vol XVIII no 2: 80-82
- Jiping He, E.J., Koeneman, R. S., Schultz, H. Huang, John Wanberg, D. E. Herring, T. Sugar, R. Herman, J.B. Koeneman. (2005). *Design of a Robotic Upper Extremity Repetitive Therapy Device*, 9th International Conference on Rehabilitation Robotics June 28 - July 1, 2005, Chicago, IL, USA
- Kozier. (1995). *Fundamental of Nursing*. 5th ed. Addison Wesley
- K., Kiguchi, M.H., Rahman, M., Sasaki, K., Teramoto. (2007). *Development of a 3DOF mobile exoskeleton robot for human upper-limb motion assist*. Department of Advanced Systems Control Engineering, Saga University, Saga 840-8502, Japan
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessel, T. M. (1995). *Essential of Neural Science and Behavior dalam An Instruction to Movement*. Prentice Hall International Inc
- Long, B.C. (1996). *Essential of Medical Surgical Nursing: A Nursing Process Approach*. Edisi 2. Translator team R. Karnaen, dkk. Bandung
- Lum PS, Burgar CG, Shor PC, Majmundar M, Van der Loos M. (2002). *Robot-Assisted Movement Training Compared With Conventional Therapy Techniques for the Rehabilitation of Upper-Limb Motor Function After Stroke*. the American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, Virginia
- Mansjoer, A, dkk. (2000). *Kapita Selekt Kedokteran*. Edisi 3. Jilid 2. Media publisher. Aesculapius, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Md.A., Rahman and A., Al-Jumaily. (2012). *Design and development of a hand exoskeleton for rehabilitation following stroke*. University of Technology, Sydney, PO Box 123 Broadway NSW 2007, Australia
- Patricia Kan, Rajibul Huq, Jesse Hoey, Robby Goetschalckx and Alex Mihailidis. (2011) *The development of an adaptive upper-limb stroke rehabilitation robotic*

system. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Toronto, MST 1P7, Canada

Purwanti, Maliya. (2007). *Rehabilitasi Klien Pasca Stroke*, FIK UMS, Surakarta

Saryanto, Widhi Yoga. (2013) *Desain dan Manufaktur Robot Rehabilitasi Anggota Gerak Atas untuk Pasien Pasca Stroke*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Stephen Curran, Nigel J. Kent, David Kennedy, James Conlon. (2012), *Development of a Robotic Platform for Upper.Limb Rehabilitation*, 15th Annual Sir Bernard Crossland Symposium, School of Mechanical and Manufacturing Engineering, Dublin City University(DCU).

WHO.(2003) *Fakta-fakta tentang Penyakit Jantung dan Stroke*. www.yayasanpedulijantungdanstroke.com. Diakses tanggal 22 Juni 2013.

Yastroki.(2009). *Angka kejadian stroke meningkat tajam*, <http://www.yastroki.or.id/read.php?id=317.2> diakses tanggal 2 Juni 2013