



**RANCANG BANGUN GONIOMETER PADA PENGUKURAN
SUDUT LUTUT/KAKI MENGGUNAKAN
*DIGITAL SIGNAL PROCESSING***

SKRIPSI

Oleh:

SAPTIAN RICAKSONO

NIM 081910201023

PROGRAM STUDI STRATA 1 (S1)

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2013



**RANCANG BANGUN GONIOMETER PADA PENGUKURAN
SUDUT LUTUT/KAKI MENGGUNAKAN
*DIGITAL SIGNAL PROCESSING***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh:

SAPTIAN RICAKSONO

NIM 081910201023

PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2013



Halaman Persembahan

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Goniometer pada Pengukuran Sudut Lutut/Kaki Menggunakan Digital Signal Processing”** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT.
2. Rasulullah Muhammad SAW.
3. Ayahku dan Ibuku tercinta Sulistyو Raharjo dan Ety Wahyu Ningsih yang selalu memberikan doa dan dukungan dari segi apapun, serta kasih sayang yang tidak pernah putus.
4. Adik-adikku Santi Dwi Putri Amalia (Putri), Ratna Dwi Febrianti (Nana), dan Devita Safitri Anggraeni (Pipit ndut) terima kasih doa dan bantuan, Terus semangat dalam menempuh pendidikan semoga diberi kemudahan.
5. Maria Bestarina, trima kasih atas nasehat, inspirasi, doa, dan dukungan dalam hal apapun.
6. Aristya Rahadian, M. Arias Ertanto, M. Asfar, Rendy Pradana, Dalton Arie Sasongko, Ferdi Willy Pradana. Teman – teman kecilku yang sangat banyak memberi warna dalam hidupku.
7. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu, terutama Bapak Samsul Bachri Masmachofari S.T.,M.T. selaku DPU, Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya

guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini, serta Dosen Penguji I Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. dan Dosen Penguji II Bapak. Dr. Bambang Sri Kaloko S.T., MT., yang telah memberi banyak masukan dan arahan untuk terselesainya skripsi ini.

8. Culink, Affa, Risyad, Yuda, Pepe, Mabul, dan Seluruh Keluarga Besar Pesona Regency AC-6. Termasuk Bpk Sihabudin yang telah memberi tempat untuk kami dari bertemu hingga kami telah menjadi suatu keluarga disini.
9. Seluruh Guru-guruku dari kecil sampai sekarang. Khususnya Pak Wahid (Guru ngaji), Pak Djoko (Guru Nyangkruk), Pak Kuntadi (Pemrograman). Terima kasih atas seluruh ilmu yang telah kalian berikan.
10. Keluarga besar Teknik Elektro 08. Persaudaraan kalian memang Joss.
11. Keluarga besar Elka Jaya. Terima kasih sebanyak – banyaknya kawan atas bantuannya.
12. Keluarga besar Dota. Wess aaayooooo.. budal tok.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

MOTTO

Manusia yang tidak memiliki impian, seperti seonggok daging yang punya nama
(5cm)

Agama tanpa Ilmu Pengetahuan itu Buta
Ilmu Pengetahuan Tanpa Agama itu Lumpuh
(Cimenz)

*Jika A adalah 'sukses', maka rumusnya adalah 'A=X+Y+Z', dimana X adalah 'kerja',
Y adalah 'bermain', dan Z adalah jaga mulut anda agar tetap tertutup.*
(Albert Einstein)

DOnt quIT
(L.A)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Saptian Ricaksono

NIM : 081910201023

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul **“RANCANG BANGUN GONIOMETER PADA PENGUKURAN SUDUT LUTUT/KAKI MENGGUNAKAN *DIGITAL SIGNAL PROCESSING*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2013

Yang menyatakan,

Saptian Ricaksono

NIM 081910201023

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN GONIOMETER PADA PENGUKURAN
SUDUT LUTUT/KAKI MENGGUNAKAN
*DIGITAL SIGNAL PROCESSING***

Oleh

Saptian Ricaksono
NIM 081910201023

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Samsul Bachri Masmachofari, S.T., M.MT

Dosen Pembimbing Anggota : Sumardi, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Rancang Bangun Goniometer Pada Pengukuran Sudut Lutut/Kaki Menggunakan Digital Signal Processing*” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari, Tanggal : Selasa, 28 Mei 2013

Tempat : Ruang Ujian 2 Lt III Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama
(Ketua)

Dosen Pembimbing Anggota
(Sekretaris)

H. Samsul Bachri M, S.T., M.MT
NIP. 19640317 199802 1 001

Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 19700826 199702 1 001

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T.
NIP. 19710402 200312 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T
NIP 19610414 198902 1 001

**RANCANG BANGUN GONIOMETER PADA PENGUKURAN
SUDUT LUTUT/KAKI MENGGUNAKAN *DIGITAL SIGNAL PROCESSING***

Saptian Ricaksono

Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro.
Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO), angka kematian penduduk Indonesia terkena *Stroke* tergolong tinggi. Hal ini disebabkan oleh terputusnya hubungan antara jaringan syaraf yang ada di otak ataupun sumsum tulang belakang dengan jaringan otot yang menempel pada tulang kerangka (jaringan otot skeletal). Akibatnya, sederetan perintah (*command*) yang berasal dari otak tidak dapat sampai ke jaringan otot skeletal tersebut. Namun, untuk mengatasi permasalahan klinis tersebut, setidaknya mengurangi penderitaan dan rasa sakit pasien serta mempertahankan kualitas hidup pasien, dapat dilakukan suatu program rehabilitasi/restorasi. Program rehabilitasi yang efektif diharapkan mampu memperbaiki dan mengembalikan kondisi pasien seperti semula. Banyak metode rehabilitasi pasien *Stroke* diantaranya yaitu terapi *Range Of Motion* (ROM). Terapi *Range Of Motion* yaitu bentuk terapi yang menghitung perubahan sudut penderita setiap harinya dengan menggunakan Goniometer. Error persen pada prototype goniometer dalam pengujian ini sebesar 21.35 % yaitu pada saat sensor bergerak searah jarum jam.

Keywords: *Stroke, Range Of Motion, Goniometer*

***PROTOTYPE OF GONIOMETRY TO MEASURE ANGLE OF KNEE/FEET
USING DIGITAL SIGNAL PROCESSING***

Saptian Ricaksono

*College Student of Electrical Engineering Department
Faculty of Engineering, University of Jember*

ABSTRACT

According to the World Health Organization (WHO), the mortality rate of Indonesia's population affected by stroke is high. This is caused by the breakdown of the relationship between neural networks in the brain or spinal cord to the muscle tissue attached to the bone skeleton (skeletal muscle tissue). As a result, a series of commands which can not be derived from the brain to the skeletal muscle tissue. However, to overcome the clinical problem, at least reduce the suffering and pain of the patient as well as maintaining the quality of life of patients, can be carried out a program of rehabilitation / restoration. Effective rehabilitation program is expected to improve and restore the patient to normal. Many methods of rehabilitation of stroke patients among which therapeutic Range Of Motion (ROM). Range Of Motion Therapy is a form of therapy that calculates the angle changes every day with people using goniometry. The highest percentage of error while testing the prototype of goniometry is 21.35 % sensor moves in a clockwise.

Keywords: Stroke, Range Of Motion, Goniometry

RINGKASAN

Rancang Bangun Goniometer Pada Pengukuran Sudut Lutut/Kaki Menggunakan *Digital Signal Processing*; Saptian Ricaksono, 081910201023; 2013: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Kesehatan merupakan unsur yang paling penting dalam kehidupan. Tanpa kesehatan, manusia tidak dapat melakukan apa-apa baik untuk diri sendiri maupun untuk orang lain. Salah satu penyakit yang sangat ditakuti adalah *Stroke* atau kelumpuhan anggota tubuh. Banyak metode penyembuhan penyakit *stroke* ini, salah satunya yaitu terapi *Range Of Motion* (terapi bergerak).

Pasien melakukan gerakan – gerakan pada sudut - sudut anggota tubuh yang mengalami kelumpuhan. Proses terapi ini dibantu oleh perawat yang bertugas untuk mencatat perkembangan gerakan pasien setiap harinya. Pasien menggunakan alat goniometer yang diletakkan pada lengan kaki atau bagian tubuh yang terasa sakit.

Goniometer merupakan alat penghitung sudut otomatis. Saat ini, kebanyakan orang yang melakukan terapi *Range Of Motion* yaitu dengan cara manual. Menghitung perubahan sudut dengan alat ukur sudut (busur). Dengan alat goniometer ini, diharapkan mampu memberi inovasi dalam dunia medis.

Proses penghitungan sudut oleh goniometer dilakukan secara digital. Sensor yang digunakan adalah sensor *Gyroscope LISY300*. Output dari sensor tersebut adalah data *ADC (Analog to Digital)* 10 bit yang dikomunikasikan secara *SPI (Serial Peripheral Interface)*. Sensor dibaca oleh port *SPI* mikrokontrolerslave. Kemudian data dikirimkan secara parallel menuju mikrokontrolermaster. Tugas dari mikrokontroler master adalah sebagai penyalur data dari 2 mikrokontrolerslave menuju PC melalui komunikasi serial. Di dalam PC data diolah secara digital. Data sensor diubah menjadi kecepatan sudut dan selanjutnya diintegrasikan menjadi sudut. Kemudian diberikan filter agar nilai sudut yang terbaca tidak terpengaruh kondisi luar.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas hidayahnya dan rahmatnya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Shalawat serta salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai sumber inspirasi dan membuat kami lebih kuat dan menatap setiap hal yang penuh optimis dan berfikir positif, dalam menunjang kemampuan kami dalam menjalani persaingan globalisasi kerja nantinya.

Dalam pelaksanaannya kami tidak lepas dari kesulitan dan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dari proses pembuatan proposal sampai penyusunan akhir skripsi, mengenai ilmu yang bermanfaat, moral dan sikap serta tanggung jawab dalam menyelesaikan skripsi ini. Dengan demikian kami mengucapkan terima kasih pada:

1. Ir. Widyono Hadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Sumardi, S.T., M.T., selaku ketua Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak H. Samsul Bachri Masmachofari, S.T., M.MT, selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota dan juga Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. dan Bapak Satrio Budi Utomo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing pembantu yang memberikan arahan dan saran-saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku penguji pertama dan Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., MT., selaku penguji kedua yang telah memberikan saran dan waktu.
5. Dr. Azmi Saleh, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Jember yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu, terima kasih atas bimbingan yang telah diberikan.

7. Bapak saya Sulistyono Raharjo dan Ibu saya Ety Wahyu Ningsih tercinta atas dukungan yang tak henti-hentinya.
8. Maria Bestarina L, terima kasih telah memberi doa dan dukungan yang sangat besar dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. Semua teman Elektro 2008 baik S1 maupun D3 yang telah menjadi saudara, rekan kuliah, teman main terima kasih atas segala doa, canda, bantuan dan semuanya yang kalian berikan.
10. Semua Keluarga Elka Jaya yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Seluruh Keluarga Pesona Regency AC-6, yang telah menjadi saudara seperantauan di negeri orang, terima kasih atas segala doa, tawa, dan semangat yang telah kalian berikan.
12. Kepada seluruh pihak yang telah membantu menyelesaikan pendidikan di Universitas Jember ini yang tidak dapat saya sebutkan satu - persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan baik dalam isi maupun analisisnya, oleh karena itu kami mengharapkan pada para pembaca dapat merevisi dan menjadikan lebih baik, kami berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca, terima kasih.

Jember, Juni 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1.PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penulisan.....	2
1.5 Metodologi	3
BAB 2.TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Otot	5
2.1.1 Fungsi Otot	5
2.1.2 Mekanisme Otot	5
2.2 Goniometer	7
2.2.1 Sensor Sudut (<i>Gyroscope LISY300</i>).....	8
2.2.2 ADC (<i>Analog To Digital Converter</i>)	9

2.2.3 Mikrokontroler AVR	10
2.2.4 CodeVison AVR	15
2.2.5 Pengolahan Sinyal Digital	18
2.2.6 Filter	18
BAB 3.METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Perancangan Sistem	21
BAB 4. HASIL dan PEMBAHASAN	27
4.1 Pengujian Hardware	27
4.2 Pengujian Sensor <i>Gyroscope LISY300</i>	27
4.3 Pengujian Komunikasi Paralel antar Mikrokontroler	31
4.4 Pengujian Komunikasi Serial antara Mikrokontroler dengan PC	34
4.5 Penghitungan Sudut Oleh Goniometer	35
4.6 Penentuan Faktor Kalibrasi	36
4.7 Pemfilteran Secara Digital	38
4.8 Pengujian Tampilan pada Komputer	40
4.9 Pembahasan Alat	41
4.10 Pengujian Keseluruhan Alat Goniometer	43
BAB 5. PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	xvii

DAFTAR GAMBAR

2.1 Proses kontraksi dan relaksasi pada <i>myosin</i> dan <i>actin</i>	6
2.2 Kendali pada otot lutut dengan dua posisi	6
2.3 Goniometer Manual	7
2.4 Electro Goniometer	8
2.5 Bentuk dan Konfigurasi PIN sensor <i>LISY300</i>	8
2.6 Gambar Deskripsi PIN ATmega 8535	12
2.7 Sistem Minimum ATmega 8535	14
2.8 Tampilan <i>Code Vision AVR</i>	17
3.1 Perencanaan Alat	21
3.2 Blok Rangkaian Hardware Goniometer	22
3.3 Diagram Blok Perancangan <i>Software</i>	23
3.4 Flowchart Perancangan <i>Software</i>	24
3.5 Flowchart Filter	25
4.1 Sensor <i>Gyroscope LISY300</i>	28
4.2. Skema Rangkaian Sensor <i>Gyroscope LISY300</i>	28
4.3 Rangkaian Komunikasi Paralel antar Mikrokontroler	32
4.4 Komunikasi Serial antara Mikrokontroler dengan PC	34
4.5 Grafik Sensor dalam keadaan diam	38
4.6 Grafik Sensor dalam keadaan bergerak	38
4.7 Inisialisasi Tampilan Delphi pada PC	40
4.8 Setting Port Serial pada PC	40
4.9 Desain Sensor <i>Gyroscope LISY300</i> pada alat Goniometer	41
4.10 Desain Alat Goniometer	42
4.11 Blok Diagram seluruh rangkaian Goniometer	43
4.12 Hasil perhitungan Faktor Kalibrasi	43

DAFTAR TABEL

4.1 Pengujian Sensor dalam keadaan diam.....	30
4.2. Pengujian Sensor bergerak searah jarum jam	30
4.3 Pengujian Sensor bergerak berlawanan jarum jam	31
4.4 Pengujian Goniometer berlawanan jarum jam	44
4.5 Pengujian Goniometer searah jarum jam	45