

**RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR PENDETEKSI
KEJANGGALAN BENANG PADA MESIN SPINNING
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Program Studi Teknik Elektro



Oleh:

Satrio Budi Prasetyo

E.5051.1200342

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR PENDETEKSI KEJANGGALAN BENANG PADA MESIN SPINNING BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO

Oleh
Satrio Budi Prasetyo

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknik dan Kejuruan

© Satrio Budi Prasetyo 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Mei 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

SATRIO BUDI PRASETYO

E5051.1200342

Program Studi Teknik Elektro

**RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR PENDETEKSI
KEJANGGALAN BENANG PADA MESIN SPINNING BERBASIS
MIKROKONTROLLER ARDUINO**

Disetujui dan Disahkan oleh:

Pembimbing I



Drs. Yoyo Somantri, S.T., M.Pd.

NIP. 19570805 198503 1 003

Pembimbing II



Dr. H. Jaja Kustija, M.Sc.

NIP. 19591231 198503 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Prof. Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si.

NIP. 19630109 199402 2 001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR PENDETEKSI KEJANGGALAN BENANG PADA MESIN SPINNING BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO”** ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2019

Yang membuat pernyataan,



Satrio Budi Prasetyo

NIM. 1200342

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayahnya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasul kita tercinta Nabi Muhammad SAW, dan pengikutnya hingga akhir jaman.

Tugas akhir yang berjudul “**RANCANG BANGUN SISTEM MINIATUR PENDETEKSI KEJANGGALAN BENANG PADA MESIN SPINNING BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO**” disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir penulis pada Program Studi Teknik Elektro S1, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan UPI.

Dalam penyusunan penelitian ini tidak lepas dari segala kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulis dalam penyusunan penelitian ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi praktisi pendidikan dan umumnya bagi pembaca karya ilmiah ini. Semoga Allah SWT meridhoi para pencari ilmu yang bermanfaat bagi umat manusia.

Bandung, April 2019

Penulis,



Satrio Budi Prasetyo

NIM. 1200342

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas dukungan, nasihat, bimbingan dan bantuan secara moril maupun materil yang penulis dapatkan dari berbagai pihak, serta do'a yang tiada henti tercurah bagi penulis agar tetap bersemangat dalam menulis dan menyelesaikan skripsi ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan kekuatan dan Rahmat-Nya kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. Yoyo Somantri, S.T., M.Pd. dan bapak Dr. H. Jaja Kustija, M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, motivasi, serta bimbingan yang sangat berharga dalam penyusunan penelitian dan skripsi ini.
3. Yth. Ibu Dr. Hj. Budi Mulyanti, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
4. Yth. Bapak Tommi Hariyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Wali program studi Teknik Elektro S1 2012.
5. Bapak Komarudin dan jajaran staff Administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro yang senantiasa membantu kelancaran kuliah dan penyusunan skripsi bagi penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI sebagai pendidik yang telah memberikan bekal pengetahuan, sikap, dan keterampilan dalam bidang Pendidikan Teknik Elektro kepada penulis.
7. Seluruh karyawan dan teknisi di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, yang telah memberikan dorongan dan arahan kepada penulis.
8. Orang Tua tercinta Ir. Iwan Argo Setiawan dan Dra. Tammy Pandani yang tidak pernah berhenti memberi dukungan dan support, do'a dan kasih sayangnya terhadap penulis, dan juga membantu penulis dalam melaksanakan penyusunan skripsi ini.

9. Bapak Edi Nathanael dari P.T. Optima. Selaku pihak ketiga yang telah meminjamkan sensor *Yarn Clearing* USTER yang sangat penting untuk pelaksanaan penelitian ini beserta memberikan arahan dan masukan untuk penelitian ini.
10. Perusahaan Multi Karya selaku pihak ketiga yang bersedia mencetak PCB (*Printed Circuit Board*) untuk penelitian ini. Beserta pihak-pihak lain yang memudahkan pencarian komponen-komponen elektronik untuk keperluan penelitian.
11. Sdr. Muhammad Arif, Mochammad Fachmi Faturahman, Gerdi Akbar Ilahi, beserta pihak lain yang telah banyak memberikan bantuan berupa ide, gagasan, dan sarannya dalam penyusunan laporan skripsi ini.
12. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan semangat kepada penulis, khususnya rekan-rekan Teknik Elektro S1 Angkatan 2012.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda atas kebaikan dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari segala kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

ABSTRAK

Dalam Industri Tekstil, terdapat berbagai macam alat yang digunakan untuk keperluan pembuatan dan pemroses barang-barang sandang. Diantaranya mesin *spinning*, yaitu mesin pemintalan dan penggulung benang untuk menggulung benang. Dalam penelitian ini, perancangan dan pembuatan alat sistem miniature pendeteksi kejanggalan benang berupa ketidak-rataan pada mesin *spinning* berbasis mikrokontroler Arduino diajukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang dan membuat alat prototype sistem pendeteksi kejanggalan benang pada mesin *spinning* dengan menggunakan sensor kapasitif pada *measuring head* USTER dan mikrokontroler Arduino. Sistem alat terdiri dari USTER Measuring Head dengan sensor kapasitif benang yang berprinsip dengan menggunakan 2 plat sejajar didalamnya sebagai sensor kapasitif, rangkaian penguat (*amplifier*), pass filter, mikrokontroler Arduino, dan Motor Stepper yang kemudian dihubungkan dengan PC. Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu eksperimen dengan cara perancangan, pembuatan, dan pengujian alat. Studi literatur teori-teori dasar, wawancara dan bimbingan dengan orang-orang yang ahli dalam bidangnya sebagai pelengkap. Hasil pengujian alat prototipe yang telah dirancang dan diuji, termasuk *measuring head* USTER beserta rangkaian *amplifier* dan mikrokontroler Arduino berfungsi dengan baik. Dimana motor stepper akan berhenti ketika ada kejanggalan pada benang yang terdeteksi oleh sensor, dan lampu LED menyala, untuk indikator sebagai pisau pemotong untuk memotong. *User Interface* yang digunakan untuk memonitor kinerja alat dan rangkaian kendali berfungsi dengan baik.

Kata Kunci: Mesin *Spinning*, USTER, Sensor Kapasitif, *Operational Amplifier*, Arduino

ABSTRACT

In Textile Industry, there's different types of instrument used as a clothing production and processing. One of them is spinning machine, which spin the yarn produced by machine into a roll. In this research, we try to designing and manufacturing a miniature system instrument of yarn unevenness error sensing in the spinning machine with Arduino. The aim of this research is to design and make the prototype system of yarn unevenness error sensing in the spinning machine with capacitive sensor in USTER measuring head and Arduino Microcontroller. Instrument system consist of USTER Measuring Head with yarn capacitive sensor with a basic principle of two capacitive plate placed parallel as a capacitive sensor, amplifier circuit, pass filter, Arduino Microcontroller, and Stepper Motor which later connected to a PC. The research methods done in this experiment here, are experiment with the designing, making, and testing of the instrument. Basic theory literature studies, interview and guidance from the experts as a complement and supplement. The test results of the prototype instrument after designed and made, including the USTER measuring head and the amplifier circuit with Arduino Microcontroller working as intended. Where Stepper Motor will stop when there's an error in the yarn detected by the sensor, and the LED will lit, as a substitute indicator of a cutting knife to cut the problematic yarn. User Interface used to monitor the instrument and the control circuit is also in a good function.

Keywords: *Spinning Machine, USTER, Capacitive Sensor, Operational-Amplifier, Arduino.*

Daftar Isi

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Struktur Organisasi Tugas Akhir.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Measuring Head</i> USTER.....	6
2.1.1 <i>Sensor Yarn Clearing</i> USTER.....	6
2.1.2 <i>Oscillator</i>	8
2.1.3 <i>Demodulator</i>	10
2.2 <i>IC Voltage Regulator</i>	11
2.3 <i>Operational Amplifier (Op-Amp)</i>	13
2.4 <i>Pass Filter</i>	16
2.5 Motor Stepper 28BYJ-48 dan Driver ULN2003.....	18
2.6 Mikrokontroler Arduino.....	20
2.7 Delphi.....	23

BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Prosedur Penelitian.....	24
3.2 Spesifikasi Perancangan Alat.....	25
3.3 Diagram Blok Alat.....	27
3.4 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	27
3.4.1 PCB (<i>Printed Circuit Board</i>).....	27
3.4.2 Sensor Kapasitif.....	29
3.4.3 Regulator.....	34
3.4.4 <i>Non-Inverting Amplifier</i>	35
3.4.5 Mikrokontroler Arduino.....	39
3.5 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	40
3.5.1 Pemrograman Arduino UNO.....	40
3.5.2 Pemrograman <i>User Interface</i>	43
3.6 Mekanisme dan Cara Kerja.....	45
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Temuan.....	49
4.1.1 Hasil Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	49
4.1.2 Hasil Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	49
4.2 Pembahasan.....	51
4.2.1 Pengujian Sinyal Tegangan dan Frekuensi.....	52
4.2.2 Pengujian Keandalan Alat.....	57
4.3 Analisis Kelebihan dan Kekurangan Alat.....	60
4.3.1 Kelebihan Alat.....	60
4.3.2 Kekurangan Alat.....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Implikasi.....	62
5.3 Rekomendasi.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	66

Daftar Gambar

Gambar 2.1	<i>Measuring Head</i> USTER MK-C15.....	6
Gambar 2.2	Konsep Dasar Sensor Kapasitif.....	7
Gambar 2.3	Clapp Oscillator.....	9
Gambar 2.4	Tank Circuit Hartley Oscillator and Colpitts Oscillator.....	9
Gambar 2.5	Modulated Signal, FM and AM.....	11
Gambar 2.6	Proses Demodulasi Sinyal.....	11
Gambar 2.7	Rangkaian umum cara kerja <i>Fixed IC Voltage Regulator</i>	12
Gambar 2.8	<i>Fixed IC Voltage Regulator</i> 3 Terminal.....	13
Gambar 2.9	Rangkaian <i>Inverting</i> dan <i>Non-Inverting Amplifier</i>	14
Gambar 2.10	Pinout Op-Amp NE5534 dan TL071.....	15
Gambar 2.11	<i>Low-Pass Filter</i> dan <i>High-Pass Filter</i>	16
Gambar 2.12	<i>Band-Pass Filter</i> dan <i>Band-Stop Filter</i>	17
Gambar 2.13	Grafik sinyal berbagai jenis <i>pass filter</i>	17
Gambar 2.14	Motor Stepper 28BYJ-48 beserta Driver ULN2003.....	18
Gambar 2.15	Pinout Motor Stepper 28BYJ-48.....	19
Gambar 2.16	Skematik Driver ULN2003.....	19
Gambar 2.17	Board Arduino UNO.....	21
Gambar 2.18	Tampilan Aplikasi Arduino IDE.....	23
Gambar 2.19	Hubungan <i>User Interface Master-Slave</i> Arduino & PC.....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 3.2	Diagram Blok Sistem Alat.....	27
Gambar 3.3	Skematik rangkaian keseluruhan alat.....	28
Gambar 3.4	Desain PCB.....	28
Gambar 3.5	(a) <i>Measuring Head</i> USTER.....	29
Gambar 3.5	(b) Skema pin output <i>Measuring Head</i> USTER ke alat.....	29
Gambar 3.6	Dielektrik bertumpuk yang menghasilkan 5 kapasitor.....	31
Gambar 3.7	Rangkaian pengganti <i>Oscillator</i> di-dalam <i>Measuring Head</i> USTER.....	32

Gambar 3.8 Rangkaian pengganti <i>Demodulator</i> didalam <i>Measuring Head</i> USTER.....	32
Gambar 3.9 Rangkaian Regulator.....	34
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Non-Inverting Amplifier</i>	35
Gambar 3.11 Grafik hipotesis tegangan sinyal DC sebelum dan sesudah <i>High-Pass Filter</i>	38
Gambar 3.12 Rangkaian Arduino dan Rangkaian <i>Hardware</i> Kendali.....	39
Gambar 3.13 Diagram Alir Pemrograman Arduino.....	41
Gambar 3.14 <i>User Interface</i> Alat yang sudah jadi.....	43
Gambar 3.15 Keseluruhan perangkat alat yang telah jadi.....	45
Gambar 3.16 <i>Transient response</i> keluaran amplifier ke Arduino ketika terjadi perubahan kondisi benang pada sensor kapasitif.....	48
Gambar 3.17 <i>Transient response</i> pada layar monitor <i>plotting</i> Arduino IDE ketika kondisi benang pada sensor berubah.....	48
Gambar 4.1 Hasil sinyal tegangan yang diukur oleh <i>Oscilloscope</i> pada bagian keluar <i>Measuring Head</i> , sebelum dikuatkan oleh Op-Amp NE5534.....	54
Gambar 4.2 Hasil sinyal tegangan yang diukur oleh <i>Oscilloscope</i> setelah dikuatkan oleh Op-Amp NE5534.....	55
Gambar 4.3 Hasil sinyal tegangan yang diukur oleh <i>Oscilloscope</i> setelah difilter oleh <i>Pass Filter</i>	55
Gambar 4.4 Hasil sinyal tegangan yang diukur oleh <i>Oscilloscope</i> setelah dikuatkan kedua-kalinya oleh Op-Amp TL071 dan diberi offset sebesar +1V..	55
Gambar 4.5 Tampilan layar <i>User Interface</i> ketika benang melewati sensor, motor tidak menyala.....	57
Gambar 4.6 Tampilan layar <i>User Interface</i> ketika benang melewati sensor, motor dinyalakan.....	57
Gambar 4.7 Tampilan layar <i>User Interface</i> ketika benang melewati sensor dan motor mati ketika ada kejanggalan benang berupa benjolan.....	58
Gambar 4.8 <i>Transient Response</i> ketika ada perubahan kondisi benang.....	59

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Tabel Jumlah Daya pada alat.....	46
Tabel 4.1	Tabel hasil pengujian alat – Sinyal Tegangan saat keluar dari measuring head, sebelum pass filter, dan setelah pass filter. Belum terhubung terhadap Arduino.....	52
Tabel 4.2	Tabel hasil pengujian alat – perbedaan sinyal tegangan keluaran rangkaian amplifier (pin_in) pada kondisi tertentu. Setelah kalibrasi offset tegangan oleh pin offset Op-Amp TL071 dan terhubung dengan Arduino.....	53
Tabel 4.3	Tabel hasil pengujian kehandalan alat – Perbedaan sinyal tegangan pin_in yang terbaca oleh Arduino dan status motor beserta LED ketika motor dijalankan dengan kecepatan 95% yang terlihat pada aplikasi monitor.....	58
Tabel 4.4	Tabel Kelebihan dan Kekurangan Alat dibandingkan dengan Alat USTER.....	61

Daftar Lampiran

Lampiran 1. Dokumentasi Perancangan dan Pengujian Alat.....	66
Lampiran 2. Skematik <i>Measuring Head</i> USTER.....	71
Lampiran 3. Lampiran Dasar Teori <i>Measuring Head</i> USTER.....	72
Lampiran 4. Skematik PCB.....	76
Lampiran 5. Desain PCB.....	77
Lampiran 6. Listing Program Arduino.....	78
Lampiran 7. Listing Program Delphi.....	83

DAFTAR PUSTAKA

Buku dan Artikel Jurnal

- Bal, Kausik. & Kothari, V K. (2009). *Measurement of dielectric properties of textile materials and their applications*: Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol 34, pp. 191-199.
- Banzi, Massimo. (2009). *Getting Started with Arduino*. California: Make Books.
- Berlin, Howard .M. *The Design of Op Amp Circuits, with Experiments*. Bandung: Binatronika.
- Budiyono, Anton. (2017). Rancang Bangun Kontrol Ruang Portable [skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pendidikan Indonesia.
- Cantu, Marco. (2003). *Mastering Delphi 7*. California: Sybex.
- Carter, Bruce. & Mancini, Ron. (2009). *Op Amps for Everyone*. Oxford: Newnes.
- Carvalho, Vitor. & Belsley, Michael. (2008). *A Comparative Study between yarn diameter and yarn mass variation measurement systems using capacitive and optical sensor*: Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol 33, pp. 119-125.
- Clayton, George. & Winder, Steve. (2003). *Operational Amplifiers*. Terjemahan oleh Wiwit Kustiawan. Jakarta: Erlangga.
- Flitzgerald, A.E. (1981). *Basic Electrical Engineering*. Pennsylvania: McGraw-Hill Higher Education.
- Gonzalez, Guillermo. (2007). *Foundations of Oscillator Circuit Design*. Boston: Artech House, Inc.
- Herdiansyah, Dadi. (2017). Rancang Bangun Kontrol Instalasi Listrik Secara *Wireless* Berbasis Arduino [skripsi]. Bandung (ID): Universitas Pendidikan Indonesia.
- Johnson, Don H. (2016). *Fundamentals of Electrical Engineering I*. Houston: Connexions.
- Linsley, Trevor. (2004). *Instalasi Listrik Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Millman, Jacob. (1987). *Mikro-Elektronika, Sistem Digital dan Rangkaian Analog*. Terjemahan oleh Sutanto. Jakarta: Erlangga.

Proakis, John G. & Salehi, Masoud. (2002). *Communication Systems Engineering*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Pujiono. (2012). *Rangkaian Elektronika Analog*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Smith, Ralph Judson. (1976). *Circuits, Devices, And Systems*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Sudirham, Sudaryatno. (2012). *Analisis Rangkaian Listrik Rangkaian Listrik*. Bandung: Darpublic.

Wicaksono, Mochamad Fajar. & Hidayat. (2017). *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Informatika Bandung.

Datasheet

Advanced Micro Systems. *Stepper Motor System Basics*. Texas: AMS.

National Semiconductor. (2000). *LM78XX Series Voltage Regulators*. America: National Semiconductor.

Philips Semiconductors Linear Products. (1994). *Dual and single low noise op amp NE5533/5533A/NE/SA/SE5534/5534A*.

STMicroelectronics. (2003). *L7900 Series – Negative Voltage Regulators*. Italy: STMicroelectronics.

Texas Instruments. (2017). *TL07xx Low-Noise JFET-Input Operational Amplifiers*. Dallas: Texas Instruments.

Welten Holdings Ltd. *28BYJ-48 – 5V Stepper Motor*. New Zealand: Kiatronics.

Welten Holdings Ltd. *4 Phase ULN2003 Stepper Motor Driver PCB*. New Zealand: Kiatronics.