

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN SISTEM STERILISASI ALAT-ALAT  
KEDOKTERAN SECARA OTOMATIS**



**MOHAMMAD YUSUF RAKHMATULLAH**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNOBIOMEDIK  
DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
2015**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

**Bidang Teknobiomedik pada Fakultas Sains dan Teknologi**

**Universitas Airlangga Surabaya**

**Oleh:**

**MOHAMMAD YUSUF RAKHMATULLAH**

**081017046**

**Tanggal Lulus: 28 Januari 2015**

**Disetujui oleh:**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Welina Ratnayanti Kawitana**

**NIP. 19500627 197901 2 001**

**Akif Rakhmatillah, S. T., M. T.**

**NIP. 19860104 200812 1 002**

## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Sistem Sterilisasi Alat-alat Kedokteran secara Otomatis  
Penyusun : Mohammad Yusuf Rakhmatullah  
NIM : 081017046  
Pembimbing I : Ir. Welina Ratnayanti Kawitana  
Pembimbing II : Akif Rakhmatillah, S. T., M. T.  
Tanggal Seminar : 28 Januari 2015

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Welina Ratnayanti Kawitana**  
NIP. 19500627 197901 2 001

**Akif Rakhmatillah, S. T., M. T.**  
NIP. 19860104 200812 1 002

Mengetahui,

Kepala Departemen Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

Kepala Prodi S1 Teknobiomedik  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

**Drs. Siswanto, M.Si**  
NIP. 196403051989031003

**Dr. Moh Yasin, M.Si**  
NIP. 196703121991021001

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga. Diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan seijin penulis dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga**



Rakhmatullah, Mohammad Yusuf. 2015. **Rancang Bangun Sistem Sterilisasi Alat-Alat Kedokteran Secara Otomatis**. Skripsi ini di bawah bimbingan Ir. Welina Ratnayanti Kawitana dan Akif Rahmatillah, S.T, M.T, program S1 Teknobiomedik, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

---

### ABSTRAK

Sterilisasi adalah pemusnahan atau pengeliminasian semua mikroorganisme, termasuk spora bakteri, yang sangat resisten. Virus dan bakteri dari tangan manusia saat proses sterilisasi serta pengaruh udara bebas atau proses sterilisasi yang kurang optimal menyebabkan alat kedokteran kurang steril. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu instrumen yang dapat melakukan proses sterilisasi basah, pengeringan dan penyimpanan secara otomatis tanpa terpengaruh tangan manusia dan udara bebas. Telah dilakukan rancang bangun sistem sterilisasi alat-alat kedokteran secara otomatis yang memiliki tiga bagian utama, yaitu sterilisator basah, pengesih dan penyimpanan dengan sinar Ultraviolet (UV). Uji mekanik, biologi dan kimia dilakukan untuk melihat kemampuan sistem tersebut dalam melakukan sterilisasi. Hasil uji mekanik menunjukkan bahwa alat ini mampu mencapai suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dalam waktu sekitar 30 menit. Hasil uji biologi menunjukkan bahwa alat ini mampu membunuh bakteri *Staphylococcus aureus* dengan persentase kematian 100% dalam waktu 15 menit. Hasil uji kimia menunjukkan adanya perubahan warna *autoclave tape* sebagai indikasi proses sterilisasi telah berhasil dilakukan. Sistem sterilisasi alat-alat kedokteran secara otomatis ini telah memenuhi syarat sebagai instrumen medis siap pakai.

**Kata Kunci:** Sistem Sterilisasi, Sterilisator Basah, *Staphylococcus aureus*, *Autoclave Tape*, Penyimpanan dengan Sinar UV

Rakhmatullah, Mohammad Yusuf. 2015. **Design of Automatically Medical Devices Sterilization System**. This thesis is under guidance of Ir. Welina Ratnayanti Kawitana and Akif Rahmatillah, S.T, M.T, Biomedical Engineering, Physics Department, Faculty of Science and Technology, Universitas Airlangga.

---

### ABSTRACT

Sterilization is elimination of all very resistant microorganisms, such as bacterial spore. Virus and bacteria from human hand in sterilization process, environment effect, or non-optimum sterilization process caused unsterilized medical devices. Thus, that case need an instrument that can do automatically wet sterilization, drying and storage without human hand and environment effects. It has been conducted a research about design of automatically medical devices sterilization system that has three main parts; wet sterilization, drying and UV-radiated storage. Mechanical, biological and chemical Test has been done to find out system ability in doing sterilization process. Mechanical test result showed that this system can reach temperature at 121°C in around 30 minutes. Biological test result showed that this system can kill *Staphylococcus aureus* with 100% mortality percentage in 15 minutes. Chemical test result showed the change of autoclave tape color as the indication of successful sterilization process. Automatically medical devices sterilization system has fulfilled the requirement as ready-use medical instrument.

**Keywords:** Sterilization System, Wet Sterilization, *Staphylococcus aureus*, Autoclave Tape, UV-Radiated Storage

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan seluruh alam. Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun naskah skripsi yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Sterilisasi Alat-Alat Kedokteran secara Otomatis**”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. penulis telah banyak mendapatkan berbagai macam pengetahuan dan pelajaran berharga. Semua hal tersebut tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan naskah skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Ibu Hj. Umi Hanik dan Ayah H. Ahmad Efendi, dan Kakak dr. Hanum Ferdian beserta suami dr. Dian Ibnu Wahid yang selalu mendukung penulis dengan doa, semangat dan cinta yang tak pernah putus untuk menyelesaikan naskah skripsi ini.
2. Dr. Moh Yasin, M.Si selaku Ketua Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penyusunan naskah skripsi ini.
3. Ibu Ir.Welina Ratnayanti K. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Akif Rahmatillah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu kepada penulis untuk berkonsultasi, memberikan dukungan penuh serta masukan-masukan yang sangat bermakna dalam penyusunan naskah skripsi ini.
4. Bapak Imam Sapuan, S.Si., M.Si dan Ibu Dra. Dyah Hikmawati, M.Si selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun untuk penulis.
5. Kurnia Kencono Rukmi, S.Si beserta orang tua, Bapak H. Bawono Efendi, S.H, M.H, dan Ibu Hj. Sri Harmini S.H, serta adik-adik (Icha dan Bagus) yang selalu memberikan dorongan dan do'a dalam pengerjaan skripsi ini.

6. Rekan karjoko kost (Ryan, Biruni, Ardhie, Mas Rio, Pak Topan dan Mas Yoko), anggota taman galaxi lyn WK dan lingkungan yang telah menjadi motivator secara langsung/ tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Dosen-dosen dan staf karyawan Program Studi S1 Teknobiomedik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga yang telah membantu kelancaran penyusunan naskah skripsi ini.
8. Bu Endang dan Pak Samidi yang selalu membantu dan memberikan do'a dalam proses penelitian skripsi.
9. Keluarga besar Teknobiomedik 2010 khususnya pejuang instrumen terutama Raihan, Thick, Nidhom, Tante, Winda, Amel, Mama, Papa, Bayu, Galuh, Yugi, Adek, Firda, Anggie, Nuzul, Jumi, Eki, Rinda, Diar serta para pejuang biomaterial yakni Icha, Dio, Dila, Fian, Fifin, Nisa, Keke, Dita, Nia, Risty, Mirzaq, The Jack yang selalu memberikan canda, tawa, semangat dan doa selama empat tahun ini.
10. Teman-teman kost Konnichiwa, Alfian, Nuzul, Nidhom, Mirzaq, Ibnu dan Andre.
11. Septyo dan Nuzul sebagai konsultan *software*, Alfian sebagai editor dan pengajar dalam hal penulisan naskah skripsi, Asep sebagai editor video demo dan dokumentasi.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu penulis sampai naskah skripsi ini selesai.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam naskah skripsi ini. Saran dan kritik yang membangun akan sangat berguna bagi penulis. Penulis juga berharap agar naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2015  
Penulis

Mohammad Yusuf Rakhmatullah



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Sterilisasi .....	4
2.1.1 Sterilisasi Secara Mekanik .....	4
2.1.2 Sterilisasi secara Fisik.....	4
2.1.3 Sterilisasi secara Kimia.....	7

2.2 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	8
2.3 Sinar Ultraviolet .....	9
2.4 Air Demineral .....	10
2.5 <i>Arduino Mega</i> .....	10
2.6 <i>Flip-flop Control</i> .....	11
2.7 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	12
2.8 Sensor <i>Thermocouple</i> .....	12
2.9 Sensor DHT 11 .....	13
2.10 <i>Limit switch</i> .....	15
2.11 <i>Relay</i> .....	16
2.12 Motor <i>Direct Current (DC)</i> .....	17
2.13 <i>Heater</i> .....	18
2.14 <i>Solenoid Valve</i> .....	19
BAB III METODE PENELITIAN .....	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3.2 Peralatan, Bahan, dan <i>Software</i> .....	22
3.2.1 Peralatan dan Bahan .....	22
3.2.2 <i>Software</i> .....	23
3.3 Prosedur Penelitian .....	23
3.4 Tahap Perancangan .....	25
3.4.1 Prosedur Tetap Sterilisasi (Mengacu pada: Prosedur Tetap Sterilisasi Instrumen atau Barang Rumah Sakit Daerah Dr. Moewardi) .....	25

3.4.2 Perancangan <i>Hardware</i> .....	26
3.4.2.1 Perancangan Sterilisator Basah.....	27
3.4.2.2 Perancangan Pengering .....	31
3.4.2.3 Perancangan Penyimpanan dengan Sinar UV .....	33
3.4.2.4 Sistem <i>Hardware</i> Sterilisator Otomatis .....	34
3.4.3 Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	37
3.5 Peralatan, Bahan, dan <i>Software</i> .....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	40
4.1 Hasil Perancangan Alat .....	40
4.1.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras dan Mekanis ( <i>Hardware and Mechanics</i> ) .....	40
4.1.1.1 Hasil Bagian Sterilisator Basah .....	40
4.1.1.2 Hasil Bagian Pengering .....	49
4.1.1.3 Hasil Bagian Penyimpanan dengan Sinar <i>Ultraviolet (UV)</i> .....	52
4.1.1.4 Hasil Bagian Sistem Kontrol .....	55
4.1.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	58
4.1.2.1 Hasil Program <i>Arduino</i> Mega.....	58
4.1.2.1.1 Hasil Program Menu Hasil Program <i>Arduino</i> Mega .....	58
4.1.2.1.2 Hasil Program Sterilisasi Basah .....	61
4.1.2.1.3 Hasil Program Sterilisasi Kering.....	65

4.1.2.1.4 Hasil Program Penyimpanan dengan Sinar UV .....	66
4.2 Pembahasan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	79
4.1 Kesimpulan .....	79
4.2 Saran .....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80
LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
4.1	Daftar Pin Input – Output Arduino Mega yang Digunakan .....	56
4.2	Keluaran <i>Relay</i> Set .....	57
4.3	Presentase Kematian Bakteri .....	77



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	<i>Arduino Mega</i> Tampak Depan ( <a href="http://www.arduino.cc">www.arduino.cc</a> ).....	10
2.2	Prinsip Kerja <i>Pneumatic / electric switch</i> .....	11
2.3	Modul <i>Liquid Crystal Display M1632</i> .....	12
2.4	Sensor <i>Thermocouple</i> ( <a href="http://eprints.undip.ac.id">eprints.undip.ac.id</a> ).....	13
2.5	Interaksi Sensor DHT 11 dengan <i>Arduino Uno</i> ( <a href="http://geraicerdas.com">geraicerdas.com</a> ).....	14
2.6	<i>Limit switch</i> ( <a href="http://cnc4everyone.com">cnc4everyone.com</a> ).....	15
2.7	Beberapa Jenis <i>Relay</i> .....	16
2.8	<i>Tubular Heater</i> ( <a href="http://www.sinarmutiarapalem.com/product/heater-element.html">http://www.sinarmutiarapalem.com/product/heater-element.html</a> ) .....	18
2.9	<i>Solenoid Valve</i> ( <a href="http://www.depoinovasi.com">http://www.depoinovasi.com</a> ) .....	19
3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	24
3.2.	Desain Sterilisator Otomatis .....	26
3.3	Blog Diagram Cara Kerja Alat Secara Keseluruhan .....	27
3.4	<i>Steamer</i> .....	27
3.5	Diagram Blok Kerja <i>Steamer</i> .....	28
3.6	Diagram Blok Kerja <i>Solenoid Valve</i> .....	28
3.7	Kotak Sterilisator.....	29
3.8	Diagram Blok Kerja Motor Pemindah .....	29
3.9	Diagram Blok Kerja Konveyor .....	30

3.10	Tangki Air Demineral .....	30
3.11	Diagram Blok Kerja Pompa Air Demineral .....	31
3.12	Ruang Pengeringan .....	31
3.13	Diagram Blok Kerja Konveyor .....	32
3.14	Diagram Blok Kerja Proses Pengeringan .....	32
3.15	Ruang Penyimpanan .....	33
3.16	Diagram Blok Kerja Lampu UV .....	33
3.17	Desain Sistem <i>Hardware</i> Sterilisator Otomatis (Tampak Depan) .....	34
3.18	Desain Sistem <i>Hardware</i> Sterilisator Otomatis (Tampak Samping) .....	35
3.19	Diagram Alir <i>Software</i> .....	38
3.20	Diagram Alir <i>Software</i> (Lanjutan) .....	39
4.1	Sistem Sterilisasi Alat-Alat Kedokteran (Tampak Samping) .....	40
4.2	Komponen <i>Steamer</i> (Tampak Samping) .....	41
4.3	Tabung Sterilisator (Tampak Samping) .....	43
4.4	Tabung Sterilisator (Tampak Belakang) .....	43
4.5	Elemen Pemanas Tabung Sterilisator .....	44
4.6	Sensor Suhu Termokopel .....	45
4.7	Rel Ulir dan Pipa Berlubang .....	45
4.8	Pintu Otomatis Tabung Sterilisasi .....	46
4.9	Pipa Pembuangan Sterilisator Basah .....	47
4.10	Tangki Air Demineral .....	48
4.11	Pompa Air Demineral .....	48
4.12	Bagian Pengering .....	49

4.13	<i>Motor</i> DC Konveyor Pengering .....	50
4.14	Kotak Pengering Tampak Dalam .....	50
4.15	Sensor DHT 11 .....	51
4.16	Pintu Otomatis Pengering.....	52
4.17	Penyimpanan dengan Sinar UV .....	53
4.18	Catu Daya .....	54
4.19	<i>Limit Switch</i> Pintu Penyimpanan.....	54
4.20	Sistem Kontrol.....	55
4.21	Termokontrol <i>Autonics</i> TC4S .....	56
4.22	Rangkaian <i>Keypad Analog Digital Converter</i> ADC .....	57
4.23	<i>Driver</i> Motor (Kiri) dan <i>Relay</i> SSR (Kanan).....	58
4.24	Pemilihan <i>Board</i> pada <i>Software</i> <i>Arduino</i> .....	59
4.25	Pemilihan <i>Port</i> dan Tombol <i>Compile &amp; Upload</i> pada <i>Software</i> <i>Arduino</i> .....	60
4.26	Program Menu (Atas) dan Tampilan LCD (Bawah).....	61
4.27	Program <i>Timer</i> Termokontrol .....	62
4.28	Tampilan LCD dan Termokontrol <i>Autonics</i> saat Proses Pemanasan pada Elemen Pemanas Sterilisator Basah .....	63
4.29	Program Pompa Air Demineral dan Membuka Pintu Otomatis Sterilisator Basah .....	64
4.30	Program Motor Pemindah Nampan, Motor Konveyor Pengering dan Menutup Pintu Otomatis Sterilisator Basah.....	65



4.31	Program Sterilisasi Kering .....	66
4.32	Tampilan LCD proses Sterilisasi Kering .....	66
4.33	Program Penyimpanan dengan Sinar UV.....	67
4.34	Proses Pengambilan Data Uji Sensor Termokopel.....	68
4.35	Grafik Uji Sensor Termokopel Ke-1 .....	69
4.36	Grafik Uji Sensor Termokopel Ke-2.....	69
4.37	Grafik Uji Sensor Termokopel Ke-3 .....	70
4.38	Pencapaian Suhu 121°C dalam Waktu 28 Menit .....	71
4.39	Uji Sensor DHT 11 pada Pengering Menggunakan Fasilitas <i>Serial Monitor Arduino</i> .....	71
4.40	Grafik Uji Sensor DHT 11 ke-1 .....	72
4.41	Grafik Uji Sensor DHT 11 ke-2 .....	73
4.42	Grafik Uji Sensor DHT 11 ke-3 .....	73
4.43	Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	74
4.44	Uji Biologi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	74
4.45	Perbandingan antara Bakteri Kontrol (Kiri) dan Bakteri yang Telah Melalui Perlakuan Sterilisasi dengan Suhu 20 <sup>0</sup> C selama 15 Menit (Kanan).....	75
4.46	Perbandingan antara Bakteri Kontrol (Kiri) dan Bakteri yang Telah Melalui Perlakuan Sterilisasi dengan suhu 40 <sup>0</sup> C selama 15 menit (Kanan).....	75

4.47 Perbandingan antara Bakteri Kontrol (Kiri) dan Bakteri yang Telah Melalui Perlakuan Sterilisasi dengan Suhu 60 <sup>0</sup> C selama 15 Menit (Kanan).....	76
4.48 Perbandingan antara Bakteri Kontrol (Kiri) dan Bakteri yang Telah Melalui Perlakuan Sterilisasi dengan Suhu 80 <sup>0</sup> C selama 15 Menit (Kanan).....	76
4.49 Perbandingan antara Bakteri Kontrol (kiri) dan Bakteri yang Telah Melalui Perlakuan Sterilisasi dengan suhu 121 <sup>0</sup> C selama 30 menit (kanan).....	76
4.50 <i>Autoclave Tape</i> pada Uji Kimia .....	78
4.51 <i>Autoclave Tape</i> yang Telah Melewati Proses Sterilisasi.....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran
1	<i>Datasheet</i> Termokopel
2	<i>Datasheet</i> Termokontrol <i>Autonics TC4S</i>
3	Data Hasil Uji Sensor Termokopel
4	Data Hasil Uji Sensor DHT 11
5	Prosedur Tetap Sterilisasi Instrumen atau Barang Rumah Sakit Daerah Dr. Moewardi

