

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**PROTOTYPE OTOMASI PENYORTIRAN KANULA DALAM
SISTEM DAUR ULANG LIMBAH MEDIS**



MUHAMMAD KHAIRIL ZAKI

1507521025

PROGRAM STUDI

TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini,
saya:

Nama : Muhammad Khairil Zaki
NIM : 1507521025
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknologi Rekayasa Otomasi
Alamat Email : m.khairil24zaki@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui, untuk memberikan kepada UPT
Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya
ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul:

PROTOTIPE OTOMASI PENYORTIRAN KANULA DALAM SISTEM DAUR ULANG
LIMBAH MEDIS

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta
berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data
(*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau
media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya
selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang
bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan
Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak
Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 8 Agustus 2025

Penulis

(Muhammad Khairil Zaki)

HALAMAN JUDUL
SKRIPSI SARJANA TERAPAN
PROTOTIPE OTOMASI PENYORTIRAN KANULA DALAM
SISTEM DAUR ULANG LIMBAH MEDIS



MUHAMMAD KHAIRIL ZAKI

1507521025

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : PROTOTIPE OTOMASI PENYORTIRAN KANULA DALAM
SISTEM DAUR ULANG LIMBAH MEDIS

Penyusun : Muhammad Khairil Zaki

NIM : 1507521025

Tanggal Ujian :

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

Pembimbing II,



Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.
NIP. 19820611200812200

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : PROTOTIPE OTOMASI PENYORTIRAN KANULA DALAM
SISTEM DAUR ULANG LIMBAH MEDIS

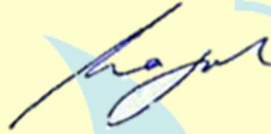
Penyusun : Muhammad Khairil Zaki

NIM : 1507521025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

Nur Hanifah Yuninda, S.T., M.T.
NIP. 19820611200812200

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji,

Dosen Penguji,

Dosen Ahli,



Ir. Heri Firmansyah, S.T, Taryudi, Ph.D
M.T NIP.
NIP. 198402142019031011 198008062010121002

Drs. Rimulyo Wicaksono, MM
NIP. 196310011988111001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Otomasi



Syufrijal, S.T., M.T.
NIP. 197603272001121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi Sarjana Terapa ini merupakan Karya Asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi Sarjan Terapan ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 18 Juli 2025

Yang membuat



Muhammad Khairil Zaki

No. Reg. 1507521025

KATA PENGANTAR

Di ujung senja yang sunyi, ketika langkah terasa berat dan waktu seolah berjalan lambat, akhirnya skripsi ini sampai juga di pelabuhan akhirnya. Prototipe Kanula Sortir Otomatis dalam Sistem Daur Ulang Limbah Medis—sebuah judul yang mungkin hanya akan menjadi kenangan di tahun-tahun mendatang, namun untuk saat ini, ia adalah saksi bisu dari setiap lelah, harap, dan doa yang terucap dalam diam.

Tak ada kata yang lebih pantas kuucapkan selain rasa syukur kepada Allah SWT, atas setiap detik waktu yang masih diberikan, setiap nafas yang diizinkan mengisi ruang dada ini. Terima kasih yang tak terhingga kupersembahkan untuk kedua orang tuaku—dua sosok luar biasa yang rela mengesampingkan mimpi mereka, hanya agar aku bisa melangkah sejauh ini. Aku tahu, air mata kalian yang tersembunyi dan diam kalian yang panjang lebih lantang daripada segala motivasi dunia.

Kepada Bapak Syufrijal dan Ibu Nur Hanifah, bimbingan dan kesabaran kalian tidak hanya mengajarkanku tentang logika mesin atau alur penelitian, tapi juga tentang makna ketekunan dan ketulusan. Untuk Iis, terima kasih atas kesabaranmu menemaniku di tengah malam saat aku hampir menyerah, atas setiap kata "kamu pasti bisa" yang selalu kau bisikkan, meski aku sendiri mulai meragukannya.

Untuk Ahmad Muzakky dan Fernanda teman seperjuangan yang membuat ruang laboratorium yang dingin terasa lebih hidup, serta kalian keluarga kecilku di 41 Solidarity, terima kasih telah menjadi warna baru di kehidupan perkuliahan ini. Aku akan merindukan tawa kita, bahkan mungkin juga perdebatan kecil yang dulu terasa melelahkan namun kini terasa berarti.

Skripsi ini jauh dari sempurna. Di tiap lembarnya masih tersimpan jejak kekurangan. Namun, seperti yang sering dikatakan, yang berharga bukan sekadar hasil akhirnya, melainkan proses yang dijalani dan proses ini dengan air mata, tawa, dan secangkir kopi pahit di tiap malamnya telah mengajarkanku satu hal penting: arti bertahan.

Entah kapan kita akan bertemu kembali. Mungkin suatu hari nanti, saat kita telah disibukkan oleh dunia masing-masing, kita hanya akan sekadar saling

menyapa lewat layar ponsel. Tapi percayalah, di sudut kecil ingatanku, kalian semua akan tetap ada. Bersama cerita yang tak terganti, dan kenangan yang tak lekang waktu.

Terima kasih bukan hanya untuk skripsi ini, tapi untuk setiap perjalanan yang kita lalui bersama. Ditulis dengan hati yang berat, namun penuh rasa syukur.

Jakarta, 20 Juli 2025

Muhammad Khairil Zaki



ABSTRAK

Pengelolaan limbah medis, khususnya jarum suntik, menjadi tantangan di Indonesia karena termasuk limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang berpotensi menyebarkan penyakit dan merusak lingkungan jika tidak ditangani baik. Pemisahan plastik dan kanula logam sangat penting untuk daur ulang dan nilai ekonomis, namun proses manual saat ini kurang efisien. Penelitian ini mengembangkan prototipe sistem sortir otomatis untuk memisahkan kanula logam dari plastik pada jarum suntik hancur, dilengkapi fitur *real-time* untuk data berat dan estimasi nilai ekonomis.

Prototipe menggunakan ESP32, sensor *load cell*, aktuator magnetik, *solenoid*, dan konveyor, dengan data ditampilkan via OLED dan antarmuka web, serta disimpan di *Firebase*. Pengujian menunjukkan akurasi sensor *load cell* 95%-100% dan pemilahan rata-rata 93,50% pada 80 gram/siklus. Kegagalan terjadi akibat posisi kanula dan kecepatan konveyor, namun penyesuaian PWM 69 meningkatkan stabilitas. Sistem berhasil otomatis, terhubung ke *cloud*, dan menampilkan estimasi nilai ekonomis, meski terbatas pada kapasitas kecil dan posisi kanula. Pengembangan selanjutnya dapat melibatkan sensor kamera dan optimasi mekanik.

Kata Kunci: Limbah Medis, Sortir Otomatis, Pemisahan Logam, Sensor Load cell

ABSTRACT

The management of medical waste, particularly syringes, poses a significant challenge in Indonesia as it falls under Hazardous and Toxic Materials (B3), with the potential to spread infectious diseases and harm the environment if not handled properly. Separating plastic and metal cannula components is crucial for recycling and economic value, yet the current manual process lacks efficiency. This research develops a prototype of an automatic sorting system to separate metal cannulas from plastic in crushed syringes, featuring real-time weight data and economic value estimation.

The prototype integrates an ESP32 microcontroller, load cell sensor, magnetic actuators (ferrite magnet and solenoid), and a conveyor, with data displayed via OLED and a web interface, stored in Firebase. Testing showed the load cell sensor accuracy ranges from 95%-100%, with an average sorting accuracy of 93.50% across 80-gram cycles. Failures occurred due to improper cannula positioning and high conveyor speed, but adjusting PWM to 69 improved stability. The system successfully operates automatically, connects to the cloud, and displays economic value estimates, though limited by small capacity and cannula positioning. Future development could include camera-based sensors and mechanical design optimization.

Keywords: Medical Waste, Automatic Sorting, Metal Separation, Load Cell Sensor

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kerangka Teoritik.....	5
2.1.1 Kanula dalam Limbah Medis	5
2.1.2 Mikrokontroler ESP32	7
2.1.3 <i>Firestore</i>	10
2.1.4 <i>Visual Studio Code</i>	11
2.1.5 <i>Conveyor Belt</i>	12
2.1.6 <i>Sensor Load cell</i>	13
2.1.7 <i>OLED (Organic Light Emitting Diode)</i>	14
2.1.8 <i>Solenoid Door lock</i>	16
2.1.9 Magnet Ferit	17
2.1.10 <i>Power Supply 12V</i>	18

2.1.11	<i>Step Down</i> LM2596	19
2.1.12	<i>Motor Driver</i> LN298N	21
2.2	Penelitian yang Relevan	22
2.3	Kerangka Berpikir	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2	Metode Penelitian	26
3.3	Alat dan Bahan yang Digunakan	28
3.3.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>) dan Instrumen Pendukung	29
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	29
3.3.3	Spesifikasi Sistem Perangkat	29
3.4	Perancangan Prototipe	31
3.4.1	Perancangan Sistem Kendali	32
3.4.2	Pembuatan Prototipe	34
3.4.3	Penerapan Metode On-Off Controller	35
3.4.4	Pembuatan Website	36
3.5	Parameter Uji dan Evaluasi	37
3.5.1	Pengujian Kalibrasi Sensor <i>Load cell</i>	38
3.5.2	Pembuatan Pemrograman <i>Conveyor belt</i>	39
3.5.3	Pembuatan Pemrograman <i>Solenoid Door lock</i>	41
3.5.4	Cara Kerja Sistem	43
3.6	Teknik Pengumpulan Data	45
3.7	Teknik Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Hasil Perancangan Sistem	47
4.1.1	Desain Prototipe Sistem Penyortiran Kanula	47
4.1.2	Integrasi Sistem Kendali dan <i>Monitoring Website</i>	48
4.3.1	Analisis Hasil Pengujian terhadap Tujuan Penelitian	49
4.2	Hasil Pengujian Sistem	50
4.2.1	Hasil dan Analisis Kalibrasi Sensor <i>Load cell</i>	51
4.2.2	Hasil dan Analisis Pengiriman Data ke <i>Firestore</i> dan <i>Website</i>	51
4.2.3	Hasil dan Analisis Sortir dalam Siklus Berulang	55

4.3	Evaluasi Kinerja Sistem	56
4.4	Pembahasan	56
4.4.1	Kelebihan Sistem	56
4.4.2	Kekurangan Sistem	56
4.4.3	Potensi Pengembangan.....	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		60
LAMPIRAN.....		61

