



**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT PENDETEKSI
PEMINJAMAN *TOOLS* DAN *SMART LOCK* BERBASIS IOT
(*INTERNET OF THINGS*) PADA *DRAWER TOOLS*
MAINTENANCE PESAWAT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
NATASYA RAMADHANI
NIM. 41422120064

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**



**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT PENDETEKSI
PEMINJAMAN *TOOLS* DAN *SMART LOCK* BERBASIS IOT
(*INTERNET OF THINGS*) PADA *DRAWER TOOLS*
MAINTENANCE PESAWAT**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : Natasya Ramadhani
NIM : 41422120064
PEMBIMBING : Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Natasya Ramadhani

NIM : 41422120064

Program Studi : Teknik Elektro

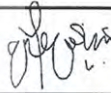
Judul : Rancang Bangun *Prototype* Alat Pendeteksi Peminjaman *Tools* dan *Smart Lock* Berbasis IoT (*Internet of Things*) pada *Drawer Tools Maintenance* Pesawat

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T.
NUPTK/NIDK/NIK : 7533767668230312



Ketua Penguji : Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus
NUPTK/NIDK/NIK : 5843749650130112



Anggota Penguji : Ahmad Firdausi, S.T., M.T.
NUPTK/NIDK/NIK : 2047768669130403



Jakarta, 28 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NUPTK: 6639750651230132

Kaprodi S1 Teknik Elektro


Dr. Eng. Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.
NUPTK: 2146770671130403

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV, dan BAB V atas nama:

Nama : NATASYA RAMADHANI
NIM : 41422120064
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis : Rancang Bangun *Prototype* Alat Pendeteksi Peminjaman *Tools* dan *Smart Lock* Berbasis IoT (*Internet of Things*) pada *Drawer Tools Maintenance Pesawat*

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jum'at, 31 Januari 2025** dengan hasil presentase sebesar **7%** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 31 Januari 2025

Administrator Turnitin,



Saras Nur Patricia, S.Psi., MM

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Natasya Ramadhani

NIM : 41422120064

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Prototype* Alat Pendeteksi Peminjaman
Tools dan *Smart Lock* Berbasis IoT (*Internet of Things*)
pada *Drawer Tools Maintenance* Pesawat

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 28 Januari 2025



Natasya Ramadhani

ABSTRAK

Maintenance pesawat merupakan kegiatan yang memerlukan efisiensi dan keamanan dalam pengelolaan serta penyimpanan peralatan (*tools*). Kendala dalam memantau penggunaan *tools* dapat menyebabkan kehilangan yang berisiko menimbulkan *Foreign Object Debris* (FOD) dan membahayakan keselamatan penerbangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *prototype* alat pendeteksi peminjaman *tools* dan *smart lock* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan manajemen *tools* pada *drawer maintenance* pesawat.

Prototype yang dirancang mengintegrasikan Raspberry Pi 4 dengan teknologi RFID (*Radio-Frequency Identification*) dan *barcode* untuk mencatat informasi peminjaman secara *real-time* melalui *website*. *Drawer maintenance* dilengkapi dengan *smart lock* yang terdiri dari *relay* dan *solenoid lock*, yang hanya dapat diakses oleh personel terdaftar menggunakan kartu akses RFID. Sistem diuji untuk mengevaluasi akurasi komunikasi antara perangkat keras, perangkat lunak, dan *database*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *prototype* dapat berfungsi secara sistematis, mulai dari pembukaan *smart lock* dengan kartu akses, pencatatan log peminjaman dan pengembalian *tools*, hingga pengiriman notifikasi keterlambatan melalui *email*. RFID reader mendeteksi kartu akses dengan rata-rata waktu respon 0,157–0,187 detik, sementara *barcode scanner* menunjukkan akurasi 100% dengan waktu respon 3,54–3,94 detik. Sistem ini dapat mengirim data ke GUI dan *website* dengan waktu rata-rata masing-masing 0,153–0,159 detik dan 5,181–5,187 detik, serta menghasilkan notifikasi setelah 24 jam keterlambatan pengembalian *tools*.

Kata Kunci: Peminjaman *Tools*, *Smart Lock*, *Website*, Raspberry Pi 4, RFID.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Aircraft maintenance is an activity that requires efficiency and security in the management and storage of equipment (tools). Having problems in monitoring the use of tools can cause tools become lost, resulting in Foreign Object Debris (FOD) and endangering flight safety. This study aims to design and develop a prototype of a tool borrowing detector and smart lock based on the Internet of Things (IoT) to improve tool management in aircraft maintenance drawer.

The designed prototype integrates Raspberry Pi 4 with RFID and barcode technology to record borrowing information in real-time via the website. The maintenance drawer is equipped with a smart lock consisting of a relay and solenoid lock, which can only be accessed by registered personnel using an RFID access card. The system was tested to evaluate the accuracy of communication between the hardware, software, and database.

The test results showed that the prototype can function systematically, starting from opening the smart lock with an access card, recording the tool borrowing and returning logs, to sending delay notifications via email. The RFID reader detects access cards with an average response time of 0.157–0.187 seconds, while the barcode scanner shows 100% accuracy with a response time of 3.54–3.94 seconds. This system can send data to GUI and website with an average time of 0.153–0.159 seconds and 5.181–5.187 seconds respectively, and generate notification after 24 hours of delay in returning the tools.

Keywords: *Tools Borrowing, Smart Lock, Website, Raspberry Pi 4, RFID.*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Pihak-pihak yang telah membantu antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng sebagai Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc. sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
4. Ibu Dr. Regina Lionnie, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan hingga Tugas Akhir ini selesai.
5. Keluarga, terutama Mama dan Kakak saya, serta sebagai bentuk dedikasi untuk almarhum Papa.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi lebih baik lagi ke depannya. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan semua yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jakarta, 20 Januari 2025

Natasya Ramadhani

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL/COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iv
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 <i>Maintenance</i> Pesawat	19
2.3 <i>Aircraft Tools Inventory</i>	20
2.4 <i>Drawer Tools Maintenance</i> Pesawat	22
2.5 <i>Missing Tools</i>	23
2.6 FOD (<i>Foreign Object Debris</i>)	25
2.7 <i>Human Error</i>	26
2.8 <i>Dirty Dozen</i>	28
2.9 <i>Internet of Things</i>	30
2.10 Bahasa Python	31
2.11 Raspberry Pi 4	33

2.12 <i>Barcode Scanner</i>	35
2.13 <i>RFID Reader</i>	36
2.14 <i>Solenoid Lock</i>	38
2.15 <i>Relay</i>	40
2.16 <i>Monitor LCD</i>	41
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM	44
3.1 <i>Blok Diagram</i>	44
3.2 <i>Flowchart</i>	46
3.3 <i>Perancangan Prototype Alat dan Perlengkapan yang Dibutuhkan</i>	51
3.3.1 <i>Perancangan Mekanik</i>	51
3.3.2 <i>Perancangan Elektronik</i>	55
3.3.3 <i>Perancangan Software</i>	58
3.4 <i>Skema Penelitian</i>	68
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
4.1 <i>Hasil Perancangan Alat</i>	72
4.2 <i>Metode Pengujian dan Pengambilan Data</i>	77
4.3 <i>Langkah-Langkah Pengambilan Data</i>	78
4.3.1 <i>Pengujian Kartu Akses Menggunakan RFID Reader</i>	78
4.3.2 <i>Pengujian Barcode Scanner</i>	79
4.3.3 <i>Pengujian Keandalan Sistem Peminjaman dan Pengembalian</i>	79
4.3.4 <i>Pengujian Pengiriman Data ke Website</i>	80
4.3.5 <i>Pengujian Keamanan dan Keandalan Drawer Lock</i>	81
4.3.6 <i>Pengujian Pengiriman Notifikasi Keterlambatan Pengembalian Tools Melalui Email</i>	81
4.4 <i>Pengujian Kartu Akses Menggunakan RFID Reader</i>	82
4.4.1 <i>Pengujian Kartu Terdaftar</i>	82
4.4.2 <i>Pengujian Kartu Tidak Terdaftar</i>	86
4.4.3 <i>Pengujian Kartu Terdaftar dengan Jarak 1-5 cm dari RFID Reader</i>	89
4.4.4 <i>Pengujian Kartu Tidak Terdaftar Ke-1 dan Ke-2 dengan Jarak 1-5 cm dari RFID Reader</i>	90
4.5 <i>Pengujian Barcode Scanner</i>	92
4.5.1 <i>Pengujian Barcode Scanner pada Barcode Tools Terdaftar</i>	93
4.5.2 <i>Pengujian Barcode Scanner pada Barcode Tools Tidak Terdaftar</i>	95

4.6 Pengujian Keandalan Sistem Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i>	99
4.6.1 Pengujian Keandalan Sistem Peminjaman <i>Tools</i>	99
4.6.2 Pengujian Keandalan Sistem Pengembalian <i>Tools</i>	100
4.7 Pengujian Pengiriman Data Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i> ke Website.....	102
4.7.1 Pengujian Pengiriman Data Peminjaman <i>Tools</i> ke Website.....	102
4.7.2 Pengujian Pengiriman Data Pengembalian <i>Tools</i> ke Website	103
4.8 Pengujian Keamanan dan Keandalan <i>Solenoid Lock Drawer</i>	105
4.8.1 Pengujian Pembukaan <i>Solenoid Lock Drawer</i> pada Saat Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i> dengan Kartu Terdaftar	106
4.8.2 Pengujian Penguncian <i>Solenoid Lock Drawer</i> pada Saat Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i> dengan Kartu Terdaftar	107
4.8.3 Pengujian Keamanan <i>Solenoid Lock Drawer</i> dengan Kartu Tidak Terdaftar.....	109
4.9 Pengujian Pengiriman Notifikasi Keterlambatan Pengembalian <i>Tools</i> Melalui <i>Email</i>	111
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	113
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran	114
DAFTAR PUSTAKA.....	116
LAMPIRAN.....	120

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Ranting Pohon Penelitian Terdahulu	18
Gambar 2.2 <i>Maintenance</i> Pesawat	19
Gambar 2.3 <i>Aircraft Maintenance Tools Inventory</i>	20
Gambar 2.4 <i>Drawer Tools Maintenance</i> Pesawat	22
Gambar 2.5 <i>Missing Tools</i>	23
Gambar 2.6 <i>Foreign Object Debris (FOD)</i>	25
Gambar 2.7 (a) <i>Human Error</i> yang Digambarkan pada <i>Swiss Cheese Model</i> , (b) <i>Human Factor</i> pada <i>Aviation Maintenance Industry</i>	26
Gambar 2.8 <i>Dirty Dozen</i> dalam Bidang Aviiasi	28
Gambar 2.9 <i>Internet of Things (IoT)</i>	30
Gambar 2. 10 Logo Phyton	31
Gambar 2.11 Raspberry Pi 4	33
Gambar 2.12 <i>Barcode Scanner</i>	35
Gambar 2.13 <i>RFID Reader</i>	36
Gambar 2.14 <i>Solenoid Lock</i>	38
Gambar 2.15 <i>Relay</i>	40
Gambar 2.16 Jenis-jenis <i>Relay</i> Berdasarkan <i>Pole</i> dan <i>Throw</i>	41
Gambar 2.17 Monitor LCD	41
Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Kerja <i>Prototype</i> Alat	44
Gambar 3.2 Blok Diagram Hubungan Perangkat <i>Prototype</i> Alat	45
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Proses Peminjaman <i>Tools</i>	47
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Proses Pengembalian <i>Tools</i>	48
Gambar 3.5 Desain Kotak Penyimpanan Komponen Elektronik	51
Gambar 3.6 Bagian Atas Kotak Penyimpanan Komponen Elektronik	52
Gambar 3.7 Bagian Bawah Kotak Penyimpanan Komponen Elektronik	53
Gambar 3.8 Bagian Samping Kanan dan Kiri Kotak Penyimpanan Komponen Elektronik	53
Gambar 3.9 Bagian Depan dan Belakang Kotak Penyimpanan Komponen Elektronik	54
Gambar 3.10 Desain Penempatan Komponen pada Model <i>Drawer</i>	54

Gambar 3.11 Rangkaian <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Peminjaman <i>Tools</i> dan <i>Smart Lock</i> pada <i>Drawer Maintenance</i> Pesawat	56
Gambar 3.12 Program <i>Create_database_item.py</i>	59
Gambar 3.13 Program <i>Create_database_tools.py</i>	60
Gambar 3.14 Program <i>Add_database.py</i>	61
Gambar 3.15 Program <i>Relay.py</i>	62
Gambar 3.16 Program <i>Rfid.py</i>	63
Gambar 3.17 Program <i>Test_gui.py</i>	64
Gambar 3.18 Program <i>Main.py</i>	65
Gambar 3.19 Program <i>Send_email.py</i>	66
Gambar 3.20 Program <i>Index2.html</i>	67
Gambar 3.21 Skema Penelitian	69
Gambar 4.1 Tampak Depan <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Peminjaman <i>Tools</i> dan <i>Smart Lock</i> Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>) pada <i>Drawer Tools Maintenance</i> Pesawat	72
Gambar 4.2 (a) Tampak Atas <i>Prototype</i> dengan Kondisi Semua <i>Tray Drawer</i> Tertutup, (b) Tampak Atas <i>Prototype</i> dengan Kondisi <i>Tray</i> ke-1 <i>Drawer</i> Dibuka, (c) Tampak Atas <i>Prototype</i> dengan Kondisi <i>Tray</i> ke-2 <i>Drawer</i> Dibuka	73
Gambar 4.3 Tampak Samping <i>Prototype</i> Alat Pendeteksi Peminjaman <i>Tools</i> dan <i>Smart Lock</i> Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>) pada <i>Drawer Tools Maintenance</i> Pesawat	74
Gambar 4.4 Tampilan <i>Home</i> pada <i>Website</i>	75
Gambar 4.5 Tampilan <i>Tools Inventory List</i> pada <i>Website</i>	76
Gambar 4.6 Tampilan <i>Tools Inventory Status</i> pada <i>Website</i>	76
Gambar 4.7 Tampilan <i>Borrowing and Returning History</i> pada <i>Website</i>	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	12
Tabel 3.1 Hubungan Pin RFID <i>Reader</i> dan Raspberry Pi.....	56
Tabel 3.2 Hubungan Pin Adaptor dan <i>Solenoid Lock</i>	57
Tabel 3.3 Hubungan Pin Adaptor dan <i>Relay</i>	57
Tabel 3.4 Hubungan Pin <i>Solenoid Lock</i> dan <i>Relay</i>	58
Tabel 3.5 Hubungan Pin <i>Relay</i> dan Raspberry Pi	58
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kartu Akses Atas Nama Natasya	83
Tabel 4.2 Pengujian Kartu Akses Atas Nama Putra	84
Tabel 4.3 Pengujian Kartu Akses Atas Nama Anindya	85
Tabel 4.4 Pengujian Kartu Tidak Terdaftar Ke-1	86
Tabel 4.5 Pengujian Kartu Tidak Terdaftar Ke-2	88
Tabel 4.6 Pengujian Kartu Terdaftar dengan Jarak 1-5 cm dari RFID <i>Reader</i>	89
Tabel 4.7 Pengujian Kartu Tidak Terdaftar Ke-1 dan Ke-2 dengan Jarak 1-5 cm dari RFID <i>Reader</i>	91
Tabel 4.8 Tabel Pengujian <i>Barcode Scanner</i> pada <i>Barcode Tools</i> Terdaftar Dalam Kondisi Terang	93
Tabel 4.9 Tabel Pengujian <i>Barcode Scanner</i> pada <i>Barcode Tools</i> Terdaftar Dalam Kondisi Gelap	94
Tabel 4.10 Tabel Pengujian <i>Barcode Scanner</i> pada <i>Barcode Tools</i> Tidak Terdaftar Dalam Kondisi Terang	96
Tabel 4.11 Tabel Pengujian <i>Barcode Scanner</i> pada <i>Barcode Tools</i> Tidak Terdaftar Dalam Kondisi Gelap.....	97
Tabel 4.12 Pengujian Keandalan Sistem Peminjaman <i>Tools</i>	99
Tabel 4.13 Pengujian Keandalan Sistem Pengembalian <i>Tools</i>	101
Tabel 4.14 Pengujian Pengiriman Data Peminjaman <i>Tools</i> ke <i>Website</i>	102
Tabel 4.15 Pengujian Pengiriman Data Pengembalian <i>Tools</i> ke <i>Website</i>	104
Tabel 4.16 Pengujian Pembukaan <i>Solenoid Lock Drawer</i> pada Saat Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i> dengan Kartu Terdaftar.....	106
Tabel 4.17 Pengujian Penguncian <i>Solenoid Lock Drawer</i> pada Saat Peminjaman dan Pengembalian <i>Tools</i> dengan Kartu Terdaftar.....	108

Tabel 4.18 Pengujian Keamanan <i>Solenoid Lock Drawer</i> dengan Kartu Tidak Terdaftar	109
Tabel 4.19 Pengujian Pengiriman Data Peminjaman <i>Tools</i> ke <i>Website</i>	111

