

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR  
MESIN DISKMILL BERBASIS IOT**

**SKRIPSI**

**Oleh**  
**JATI PRAKOSO**  
**NPM. 21161562064**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI  
TULUNGAGUNG  
2025**

**PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR  
MESIN DISKMILL BERBASIS IOT**

**SKRIPSI**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Menyelesaikan Program Sarjana**

**Oleh**

**JATI PRAKOSO**

**NPM. 21161562064**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

**TULUNGAGUNG**

**2025**

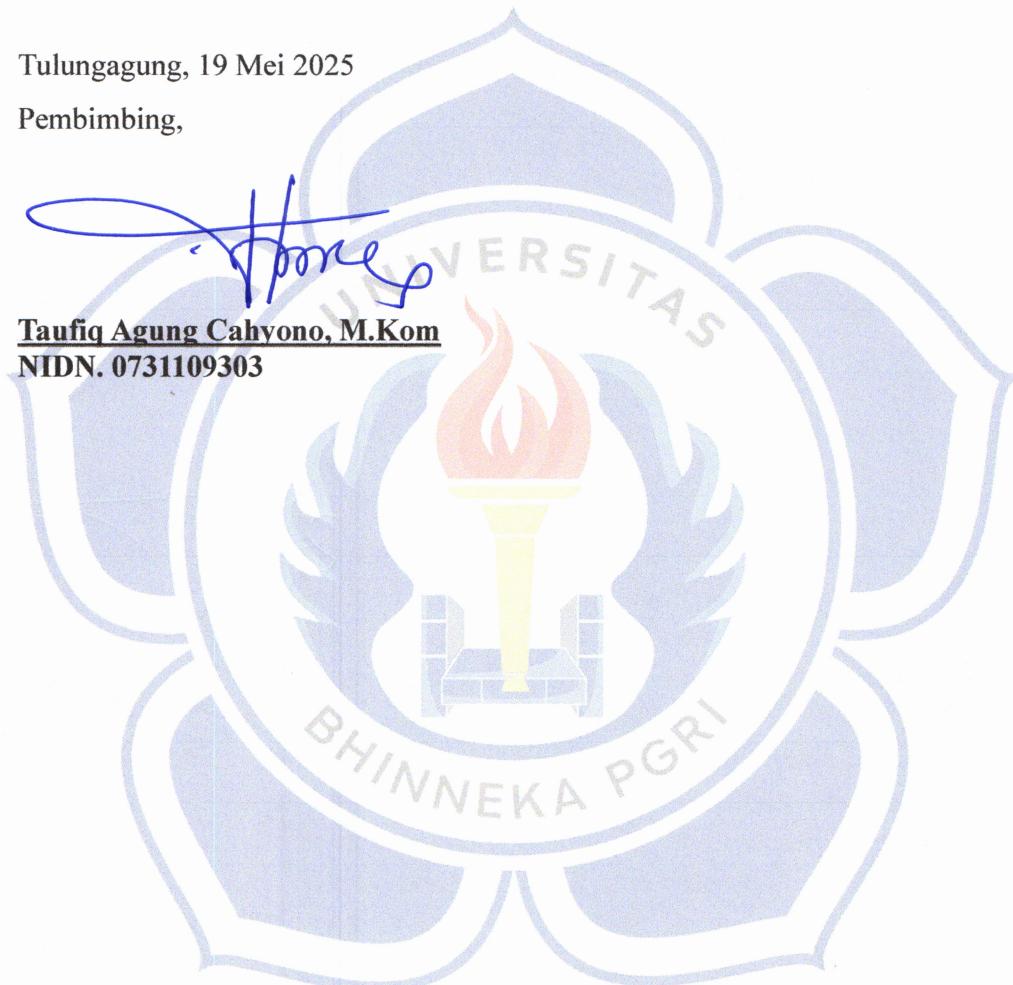
## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi karya **Jati Prakoso** ini telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh pembimbing pada tanggal 19 Mei 2025

Tulungagung, 19 Mei 2025

Pembimbing,

  
**Taufiq Agung Cahyono, M.Kom**  
NIDN. 0731109303



## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi oleh **Jati Prakoso** ini telah dipertahankan di depan dosen penguji pada tanggal 26 Mei 2025

Penguji,

Tulungagung, 26 Mei 2025

Penguji I,

  
**Taufiq Agung Cahyono, M.Kom**  
NIDN. 0731109303

Tulungagung, 26 Mei 2025

Penguji II,

  
**Yayak Kartikasari, M.Kom**  
NIDN. 0715109302

Mengetahui:

Dekan Sains dan Teknologi

  
**Vertika Panggayuh, M.Pd**  
NIDN. 0715049101

Mengesahkan:

Ketua Program Studi

Informatika

  
**Joko Iskandar, M.Kom**  
NIDN. 0715028002

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Jati Prakoso  
NPM : 21161562064  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang sayaaku sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Tulungagung, 19 Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Jati Prakoso  
NPM. 21161562064

## **MOTTO**

Terlambat itu hanya sebentar, payah itu selamanya.

Meskipun pusing terus programming,  
jangan menyerah untuk memperbaiki error.  
Kadang, solusinya merupakan hal kecil yang signifikan.

Kesalahan merupakan pelajaran hidup yang sulit terlupakan dan efektif.  
Karena saat ingat akan merasa malu dengan diri sendiri,  
dan berusaha untuk tidak mengulangi kesalahan itu lagi

## **PERSEMBAHAN**

Tanpa mengurangi rasa syukur kepada Tuhan yang maha esa, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

- Orang tua, Ayah dan Ibu yang sudah berkorban banyak.
- Allah SWT yang sudah mengabulkan do'a saya untuk berhasil.
- Dosen-dosen Informatika Universitas Bhinneka PGRI yang telah membimbing saya selama perkuliahan.
- Teman-teman yang telah mendukung saya.
- Karyawan PT Karya Tepat Santoso yang sudah membantu saya saat magang untuk mendalami pengembangan Sistem Tertanam.

## ABSTRAK

**Prakoso, Jati.** 2024. *Pengembangan Sistem Monitoring Miniatur Mesin Diskmill Berbasis IoT*. Skripsi, Program Studi Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bhinneka PGRI. Pembimbing: Taufiq Agung Cahyono, M.Kom

**Kata Kunci:** Perancangan *Embedded System*, Arduino, Kontrol dan Pengaman, Mesin Miniatur Disk Mill, Monitoring Keamanan Mesin.

*Embedded System* atau sistem tertanam adalah sistem komputer berbasis mikroprosesor yang dirancang pada sebuah sistem atau mesin untuk menjalankan fungsi tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan riset dan pengembangan *Embedded System* berbasis IoT pada perancangan mesin miniatur disk mill dimana IoT digunakan sebagai kontrol dan pengaman untuk memantau dan mengendalikan parameter kerja mesin diskmill secara *real-time* untuk perancangan produk khusus industri di perusahaan PT Karya Tepat Santoso. Dengan perkembangan teknologi saat ini, hasil perancangan sistem tertanam sebuah mesin menggunakan mikrokontroller arduino membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut seperti penambahan fitur kontrol dan memonitor mesin menggunakan konsep *internet-of-things* dengan aplikasi *mobile* untuk memantau keamanan mesin atau sistem yang terhubung dengan internet. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada inovasi teknologi dari pemrograman sistem tertanam IoT pada mesin terkait yang kemungkinan dapat diperluas lagi sesuai kebutuhan industri.

## ***ABSTRACT***

**Prakoso, Jati.** 2024. *Development of a Miniaturized Disk Mill Machine Monitoring System Based on IoT.* Thesis, Informatics Study Program, Faculty of Science and Technology, Universitas Bhinneka PGRI. Supervisor: Taufiq Agung Cahyono, M.Kom

**Keyword:** *Embedded System Design, Arduino, Control and Safety, Disk Mill Machine, Machine Security Monitoring.*

*Embedded System are microprocessor-based computer systems designed within a system or machine to perform specific functions. This research aims to conduct research and development of IoT-based Embedded Systems in the design of a disk mill machine, where IoT is used as a control and security system to monitor and control the working parameters of the disk mill machine in real-time for the design of specialized industrial products at PT Karya Tepat Santoso. With the current technological advancements, the design results of an embedded system machine using an Arduino microcontroller open up opportunities for further development such as adding control features and monitoring the machine using the internet-of-things concept with a mobile application to monitor machine security or systems connected to the internet. Thus, this research can contribute to technological innovation from programming IoT embedded systems in related machines that can potentially be expanded according to industry needs.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang maha Esa karena atas segala limpahan rahmat-Nya dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengembangan Sistem Monitoring Miniatur Mesin Diskmill Berbasis IoT” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana program studi Informatika. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dr. Imam Sujono, S.Pd., MM., selaku Rektor Universitas Bhinneka PGRI.
2. Vertika Panggayuh, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Bhinneka PGRI.
3. Joko Iskandar, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Informatika di Universitas Bhinneka PGRI.
4. Taufiq Agung Cahyono, M.Kom, selaku dosen pembimbing sekaligus penguji I dalam penyusunan skripsi ini.
5. Yayak Kartikasari, M.Kom, selaku penguji II.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyempurnakan Skripsi ini, namun penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun dalam rangka penyempurnaan Skripsi ini. Penulis berharap mudah-mudahan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Tulungagung

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	3
E. Asumsi dan Keterbatasan .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
A. Arduino .....	5
B. Mesin Disk Mill .....	5
C. <i>Internet-of-Things</i> .....	6
D. Arduino IDE .....	7
E. Flutter .....	8
F. Arduino Nano .....	9
G. Arduino Nano I/O Expansion Shield .....	10
H. <i>Relay 1 Channel</i> .....	11
I. 0-25v DC <i>Voltage Sensor</i> .....	12
J. ACS712 AC/DC <i>Current Sensor</i> .....	13

K. LCD.....	13
L. <i>Rotary Encoder</i> KY-040.....	14
M. <i>Push-Up Button</i> .....	15
N. <i>Stepdown LM2596</i> .....	15
O. SIM800L.....	15
P. HC-05 Bluetooth.....	17
Q. Data Penelitian Jurnal Terdahulu .....	18
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
A. Metode Penelitian R&D.....	21
B. Metode Pengembangan.....	22
C. Waktu Perancangan dan Penelitian .....	23
D. Hasil Penelitian Awal Wawancara.....	23
E. Arsitektur <i>Embedded System</i> Mesin Miniatur.....	24
1. Deskripsi Sistem IoT .....	24
2. Kebutuhan Peralatan.....	24
3. Desain Rancangan Arduino .....	25
4. <i>Flowchart</i> Sistem IoT Mesin.....	27
F. Arsitektur Aplikasi <i>Mobile</i> .....	28
1. Deskripsi Aplikasi .....	28
2. Kebutuhan Peralatan Pengembangan Aplikasi .....	28
3. <i>Activity Diagram</i> .....	29
4. ER Diagram .....	32
5. <i>Mockup UI/UX</i> Aplikasi Monitoring Mesin Miniatur Disk Mill .....	32
G. Rencana Pengujian IoT dan Aplikasi Mesin Miniatur Disk Mill.....	33
1. Rencana Tabel Uji Coba Fungsi Mesin Diskmill .....	33
2. Rencana Tabel Pengujian <i>Black Box</i> Aplikasi .....	34
3. Rencana Tabel Pengujian Peforma Kontrol Bluetooth .....	34
4. Rencana Tabel uji coba notifikasi melalui aplikasi .....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
A. Foto Hasil Perancangan Mesin Miniatur .....	36
B. Pengembangan Sistem IoT Mesin.....	37
C. Pengembangan Aplikasi Mesin.....	41
D. Hasil Pengujian Mesin Miniatur Monitoring .....	44

1. Hasil Pengujian Fungsi Sistem IoT Mesin Miniatur Disk Mill .....	44
2. Hasil Pengujian <i>Black Box</i> Aplikasi <i>Mobile</i> .....	45
3. Hasil Pengujian Peforma Kontrol Bluetooth .....	46
4. Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi.....	47
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>49</b>
A. Kesimpulan .....	49
B. Saran .....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Module Relay 1 Channel .....	11
Tabel 2.2 Tabel Spesifikasi Sensor Arus ACS712.....	13
Tabel 2.3 Tabel spesifikasi Rotary Encoder KY-040 .....	14
Tabel 2.4 Tabel Spesifikasi Module SIM800L.....	16
Tabel 2.5 Tabel Perintah Module SIM800L.....	17
Tabel 2.6 Tabel Spesifikasi HC-05 Bluetooth.....	17
Tabel 2.7 Data penelitian jurnal terdahulu .....	18
Tabel 3.1 Tabel Pembagian Aktivitas .....	23
Tabel 3.2 Tabel Hasil Wawancara .....	23
Tabel 3.3 Tabel Analisa Kebutuhan Fitur Aplikasi .....	24
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat Pengembangan .....	24
Tabel 3.5 Perlengkapan Komponen Perancangan.....	25
Tabel 3.6 Spesifikasi Minimal Laptop/Komputer.....	29
Tabel 3.7 Kebutuhan Perangkat Lunak Pengembangan.....	29
Tabel 3.8 Tabel Rencana Testing Uji Fungsi Sistem Tertanam.....	34
Tabel 3.9 Tabel Rencana Pengujian Black Box .....	34
Tabel 3.10 Tabel Rencana Peforma Kontrol Mesin dengan Bluetooth .....	35
Tabel 3.11 Tabel Rencana Peforma Notifikasi Mesin dengan SMS Gateway .....	35
Tabel 3.12 Tabel Rencana Uji Coba Notifikasi Aplikasi Bluetooth.....	35
Tabel 4.1 Daftar Library yang Dipakai Untuk Sistem .....	37
Tabel 4.2 Tabel Hasil Pengujian Fungsi Sistem IoT Mesin .....	44
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian Aplikasi Monitoring .....	45
Tabel 4.4 Tabel Hasil Peforma Kontrol Mesin dengan Bluetooth .....	46
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Peforma Notifikasi dengan SMS Gateway.....	48
Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi dengan Bluetooth .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Internet-of-Things .....	6
Gambar 2.2 Antarmuka Software Arduino IDE .....	7
Gambar 2.3 Antarmuka Proyek Flutter pada Aplikasi VSCode .....	8
Gambar 2.4 Mikrokontroller Arduino Nano .....	9
Gambar 2.5 Komponen Arduino Nano I/O Expansion Shield .....	10
Gambar 2.6 Module Relay 1 Channel.....	11
Gambar 2.7 ZMPT101B AC Voltage Sensor .....	12
Gambar 2.8 Sensor Arus ACS712.....	13
Gambar 2.9 Module LCD 16x2 I2C .....	13
Gambar 2.10 Module Rotary Encoder KY-040.....	14
Gambar 2.11 Komponen Push Button .....	15
Gambar 2.12 Komponen Stepdown LM2596 .....	15
Gambar 2.13 Komponen SIM800L .....	16
Gambar 2.14 Module HC-05 Bluetooth.....	17
Gambar 3.1 Metode Penelitian R&D .....	21
Gambar 3.2 Metode Extreme Programming .....	22
Gambar 3.3 Desain Rancangan Arduino Sistem Tertanam Mesin .....	25
Gambar 3.4 Diagram Flowchart Embedded System Mesin Miniatur Disk Mill .....	27
Gambar 3.5 Activity Diagram Mematikan Mesin.....	29
Gambar 3.6 Activity Diagram Menghidupkan Mesin.....	30
Gambar 3.7 Activity Diagram Manajemen Arus Listrik Mesin .....	30
Gambar 3.8 Activity Diagram Notifikasi Mesin .....	31
Gambar 3.9 Activity Diagram Sejarah Kerusakan Mesin .....	31
Gambar 3.10 Activity Diagram Backup dan Restore Database .....	32
Gambar 3.11 ER Diagram Aplikasi IoT Mesin Miniatur Disk Mill .....	32
Gambar 3.12 Tampilan Mockup UI/UX Aplikasi untuk Monitoring Mesin Miniatur Disk Mill.....	33
Gambar 4.1 Foto Hasil Perancangan Monitoring Mesin Miniatur Diskmill.....	36
Gambar 4.2 Foto Hasil Rancangan Sistem IoT di Dalam Mesin Miniatur .....	36
Gambar 4.3 Foto Module Bluetooth HC-05 Yang Dirancang Di Mesin Miniatur .....	37

Gambar 4.4 Foto Module GSM untuk Fitur SMS Gateway pada Mesin.....	38
Gambar 4.5 Foto Module Sensor Pengaman Arus Dan Tegangan Listrik .....	40
Gambar 4.6 Foto Tombol Kontrol Fisik Mesin Miniatur.....	40
Gambar 4.7 Halaman Kontrol Bluetooth .....	43
Gambar 4.8 Halaman Notifikasi SMS .....	43
Gambar 4.9 Halaman Sejarah Kerusakan .....	44
Gambar 4.10 Grafik Peforma Kontrol dengan Bluetooth .....	46
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengujian Notifikasi dengan SMS Gateway .....	47
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi dengan Bluetooth.....	48

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 1 .....	52
Lampiran 2: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 2.....	53
Lampiran 3: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 3.....	54
Lampiran 4: Kartu Bimbingan Skripsi 1.....	55
Lampiran 5: Kartu Bimbingan Skripsi 2.....	56
Lampiran 6: Lembar Pengajuan Judul Tugas Akhir.....	57
Lampiran 7: Surat Izin Observasi .....	58
Lampiran 8: Surat Balasan Observasi.....	59
Lampiran 9: Surat Izin Penelitian .....	60
Lampiran 10: Balasan Surat Izin Penelitian.....	61
Lampiran 11: Lembar Revisi Seminar Proposal 1 .....	62
Lampiran 12: Lembar Revisi Seminar Proposal 2 .....	63
Lampiran 13: Lembar Revisi Skripsi 1 .....	64
Lampiran 14: Lembar Revisi Skripsi 2 .....	65
Lampiran 15: Berita Acara.....	66
Lampiran 16: Kartu Audiensi Seminar Proposal .....	67
Lampiran 17: Dokumentasi Wawancara .....	68
Lampiran 18: Lembar Hasil Wawancara 1.....	69
Lampiran 19: Lembar Hasil Wawancara 2.....	70
Lampiran 20: Lembar Hasil Wawancara 3.....	71
Lampiran 21: Source Code Sistem IoT Monitoring Miniatur Disk Mill .....	72

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi saat ini berkembangan dengan pesat, terutama dalam bidang otomatisasi industri dan *Internet-of-Things (IoT)*. *Internet-of-Things* memungkinkan sebuah perangkat ataupun mesin untuk terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet sehingga pengendalian dan pemantauan semua *hardware* industri dapat dilakukan dari jarak jauh. Salah satunya aplikasi IoT untuk monitoring keamanan mesin yang bisa diterapkan adalah mesin miniatur Disk Mill yang digunakan untuk proses penggilingan berbagai material seperti beras, jagung, ikan, dan berbagai bahan lainnya.

Dari penelitian jurnal terdahulu *Internet-of-Things* merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari jaringan koneksi internet yang tersambung pada suatu infrastruktur internet secara terus-menerus (Arafat, 2016). Berdasarkan praktik, IoT merupakan kumpulan objek dengan sensor yang sesuai dengan kebutuhan sistem yang dipasang dan dihubungkan dengan jaringan. Setiap sensor yang diprogram menghasilkan informasi data lalu diproses oleh sistem IoT untuk diolah serta dianalisis menjadi data yang berguna untuk monitoring benda tersebut (Ardiansyah & Iskandar, 2024). Dengan perkembangan internet dan teknologi sekarang, dalam teori internet memungkinkan untuk dapat menyambung sebuah benda sehari-hari untuk saling terkoneksi dengan internet bukan hanya komputer dan *smartphone* saja yang bisa terkoneksi dengan internet seperti kunci pintu rumah, lampu rumah, maupun sistem keamanan sepeda motor.

*Embedded System* adalah sistem komputer khusus yang dirancang untuk menjalankan serangkaian fungsi atau tugas-tugas tertentu yang tertanam dalam sebuah perangkat yang lebih besar. (Madhar, 2018) Sistem tersebut menjadi bagian dari keseluruhan sistem yang terdiri dari

mekanisme dan *hardware* lainnya. Tidak seperti komputer pada umumnya, *Embedded System* biasa memiliki spesifikasi mikrokontroller, *module* dan perangkat lunak yang dikustomisasi sesuai kebutuhan tertentu untuk menjalankan fungsi-fungsi dari perancang sistemnya contohnya sistem kontrol sebuah perangkat dan pengamannya. Pada *Embedded System* yang dirancang, sistem akan juga dapat dikendalikan oleh aplikasi berbasis android atau *mobile* yang dikembangkan menggunakan *framework* Flutter sebagai salah satu fungsi IoT saat menggunakan sistemnya.

PT Karya Tepat Santoso merupakan perusahaan rintisan baru dengan produksi bahan baku besi gedung dan mesin pesanan khusus, salah satunya adalah produk mesin disk mill. Mesin Disk Mill seringkali dioperasikan secara manual yang memiliki resiko kecelakaan kerja, kerusakan mesin yang tidak terpantau, serta kesalahan pengoperasian yang dapat menurunkan efisiensi kerja. Oleh karena itu manajer proyek di perusahaan memerlukan sistem pengendalian otomatis yang tidak hanya mempermudah proses pengoperasian mesin tetapi juga meningkatkan keamanan dan memperpanjang umur mesin.

Penggunaan Arduino sebagai *platform* mikrokontroller yang dapat diprogram dan dirancang secara modular memungkinkan pengembangan sistem kontrol dan pengaman otomatis untuk Disk Mill. Ditambah lagi dengan penerapan IoT, sistem ini dapat dipantau keamanannya dan dikendalikan melalui perangkat lain seperti *smartphone* yang diinstal aplikasi buatan menggunakan *framework* Flutter, sehingga pengguna dapat mengoperasikan atau mendapatkan pemberitahuan saat terjadi kesalahan mesin untuk memudahkan pekerjaan dan meningkatkan kenyamanan pengguna. Dengan sistem kontrol dan pengaman untuk monitoring mesin ini, diharapkan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi kerusakan mesin dan kesalahan saat kerja.

## **B. Rumusan Masalah**

Dapat dirumuskan beberapa masalah untuk perancangan sistem sebagai berikut

1. Bagaimana merancang sistem kontrol dan pengaman pada mesin miniatur Disk Mill menggunakan arduino, sensor dan teknologi IoT?
2. Bagaimana merancang aplikasi *mobile* untuk dapat monitoring keamanan mesin miniatur Disk Mill dengan implementasi *Internet-of-Things* dapat membantu memantau kesalahan yang terjadi pada mesin miniatur Disk Mill?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol dan pengaman pada mesin miniatur Disk Mill berbasis Arduino.
2. Mengembangkan aplikasi *mobile* untuk monitoring mesin miniatur Disk Mill dengan memanfaatkan sensor untuk mendeteksi kondisi mesin dan memberikan peringatan dini.

## **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis, menambah pengetahuan di bidang otomatisasi teknologi dan monitoring keamanan mesin menggunakan Arduino, IoT dan aplikasi monitoring mesin melalui *platform mobile*.
2. Manfaat Praktis, menghasilkan sistem kontrol dan pengaman yang dapat diterapkan pada mesin Disk Mill asli guna meningkatkan keselamatan mesin dan efisiensi pengoperasian, serta penerapan perancangan produk software IoT.
3. Mengembangkan *Software Aplikasi Mobile* untuk dapat monitoring keamanan mesin melalui perangkat *mobile* contohnya Android.
4. Menerapkan teknologi IoT dan aplikasinya untuk memantau ataupun mengendalikan mesin miniatur Disk Mill ke mesin yang asli untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan mesin.

## E. Asumsi dan Keterbatasan

Berikut asumsi dan keterbatasan pada penelitian ini:

1. Perancangan sistem menggunakan miniaturisasi mesin disk mill dengan sambungan listrik satu arah (DC) tidak seperti mesin disk mill nyata yang mempunyai rangkaian kabel sambungan listrik bolak-balik (AC).
2. Karena sistem perkabelan mesin miniatur berupa sambungan listrik DC, sensor tegangan dan sensor arus pengaman mesin yang digunakan berupa sensor listrik DC.
3. Untuk memutar piringan mesin menggunakan motor dinamo listrik DC kecil bukan motor dinamo listrik AC.
4. Miniatur mesin disk mill memiliki sistem perkabelan listrik 2 phase antara *power supply* dengan motor dinamo, bukan 3 phase. Karena pemutar piringan menggunakan motor dinamo dc dengan kabel 2 phase, kabel positif dan kabel negatif.
5. Karena merancang mesin miniatur dengan motor dinamo kecil, rangkaian listrik tidak menggunakan konsep Star Delta yang memiliki rangkaian 3 phase dan merancang untuk mesin rangkaian listrik 2 phase.
6. Karena keterbatasan biaya beberapa komponen tidak dirancang di mesin.
7. Sistem tertanam menggunakan bluetooth yang memiliki jarak terbatas sekitar 10 meter.
8. *Module SIM800L* yang digunakan untuk fitur SMS memerlukan kartu SIM 2G atau kartu SIM IoT.
9. Aplikasi monitoring mesin tidak dirancang untuk menggunakan WiFi.
10. Di dalam aplikasi, fitur backup *database* disimpan pada penyimpanan lokal *Smartphone*.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Arduino**

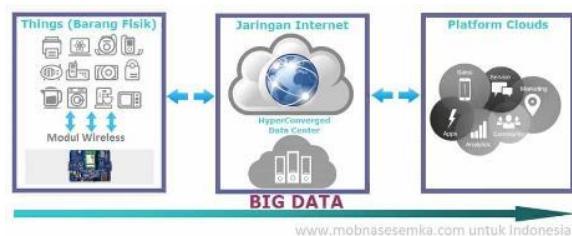
Dari website panduan Arduino resmi arduino.cc (2018) Arduino merupakan *platform* mikrokontroller *open-source* untuk merancang proyek-proyek elektronik yang menggunakan *hardware* dan *software* yang mudah untuk diakses atau digunakan. Bagian *hardware* Arduino adalah papan mikrokontroller yang bisa diprogram, kemudian bagian *software* adalah pemrograman kode yang di upload ke papan mikrokontroller menggunakan aplikasi Arduino IDE. PCB Mikrokontroller Arduino dapat membaca *input* dari pendektsian sensor, penekanan tombol ataupun sebuah pesan-pesan lain dan merubahnya menjadi *output* seperti aktivasi motor, menghidupkan lampu LED, dan *output* lainnya dengan memberikan set intruksi ke PCB mikrokontroller Arduino menggunakan bahasa pemrograman Arduino dan perangkat lunak Arduino IDE untuk pengembangan kode rancangan perangkat. Arduino diprogram untuk menggunakan bahasa pemrograman yang mirip dengan bahasa pemrograman C/C++. *Platform* ini digunakan dalam berbagai aplikasi dari yang sederhana seperti penyalaan lampu lewat perancangan rumah pintar sampai pengaplikasian yang lebih rumit seperti sistem IoT (*Internet-of-Things*), sistem kendali otomatis, dan juga proyek robotika. Kelebihan dari Arduino memiliki desain yang mudah diakses oleh pemula, tetapi memiliki keterbatasan yang tidak cocok untuk pengaplikasian sistem yang memerlukan daya komputasi tinggi.

#### **B. Mesin Disk Mill**

Mesin Disk Mill adalah jenis mesin penggiling yang umumnya menggunakan dua cakram (disk) sebagai media penghacur atau penggiling bahan. Dari jurnal Teknik Mesin Raswido dan Faoji (2021) Disk Mill adalah alat penepung yang digunakan untuk menggiling bahan mentah padat menjadi bubuk halus, namun juga sering digunakan untuk menggiling bahan-bahan dengan kandungan serat yang rendah. Mesin ini banyak

digunakan dalam industri pengolahan bahan mentah, pangan, dan argikultur, seperti menggiling beras, jagung, ikan, hingga bahan pakan ternak. Mesin berfungsi untuk menggiling bahan menjadi partikel yang lebih kecil, penggunaannya dapat mempercepat proses pengolahan bahan untuk membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi. Prinsip kerja mesin ini memanfaat gerakan rotasi dari cakram berputar yang menghancurkan bahan yang dimasukan ke dalam corong mesin. Partikel yang sudah halus keluar melalui saluran keluaran. Mesin Disk Mill tersedia dalam berbagai jenis yang disesuaikan dengan kebutuhan pada penggunaan. Salah satunya adalah Disk Mill kecil, mesin yang kecil biasanya digunakan untuk skala usaha kecil atau rumahan dengan kapasitas gilingan terbatas. Satunya lagi adalah Disk Mill industri yang berkapasitas besar untuk industri pengolahan yang memerlukan produktivitas tinggi.

### C. *Internet-of-Things*

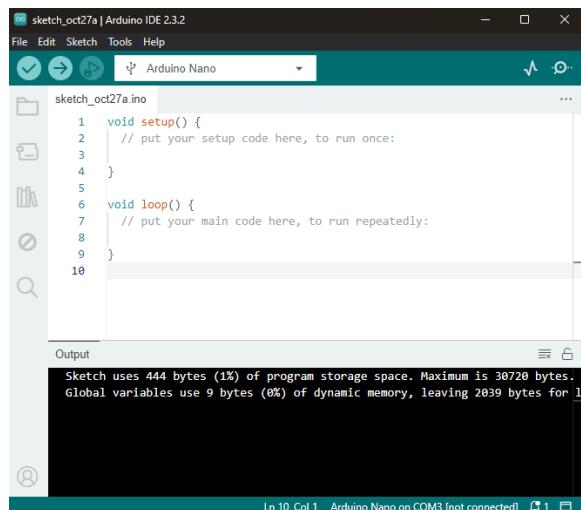


**Gambar 2.1** Konsep *Internet-of-Things* (sumber: mobnasesemka.com)

*Internet-of-Things*, disingkat IoT, adalah konsep jaringan dimana berbagai perangkat fisik seperti sensor, kendaraan, alat rumah tangga, dan perangkat lainnya terhubung satu sama lain melalui internet dan saling bertukar data tanpa interaksi manusia secara langsung dengan tujuan umum memfasilitasi otomatisasi mesin juga meningkatkan efisiensi dalam berbagai aplikasi, contohnya meningkatkan efisiensi operasi dengan mengotomatiskan tugas dan memonitor kondisi perangkat secara *real-time*. Untuk mendukung penerapan IoT diperlukan beberapa teknologi atau *module* dasar yang saling terintegrasi seperti sensor, bluetooth, *relay* dan lain-lain. Dalam studi literatur jurnal Rofii dkk. (2021) IoT merupakan hubungan manusia dengan perangkat atau perangkat dengan perangkat yang

memanfaatkan jaringan internet sebagai jembatan untuk menukar data dan informasi.

#### D. Arduino IDE



**Gambar 2.2** Antarmuka *Software* Arduino IDE (sumber: penulis)

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah *software open-source* yang digunakan untuk memprogram dan meng-*upload* kode program ke papan mikrokontroller Arduino. Arduino IDE menyediakan antarmuka pemrograman yang memungkinkan pengguna untuk menulis *sketch* program, mengkompilasi kode dan mengunggahnya langsung ke *board* Arduino melalui koneksi USB. Arduino IDE dapat digunakan dan tersedia di berbagai sistem OS seperti Windows, macOS dan Linux serta mendukung jenis papan mikrokontroller lain seperti ESP32 dan Raspberry Pi menggunakan *library* resmi ataupun *library* yang dibuat oleh komunitas. Untuk Bahasa permograman yang didukung pada Arduino IDE adalah Bahasa pemrograman C/C++ dengan beberapa penyesuaian khusus untuk perangkat Arduino. Struktur program di Arduino IDE biasa terdiri dari dua fungsi utama yaitu:

a. *setup()*

*setup()* berfungsi untuk menginisialisasi pengaturan awal pada Arduino, seperti pengaturan pin *module*, kecepatan serial dan konfigurasi lainnya.

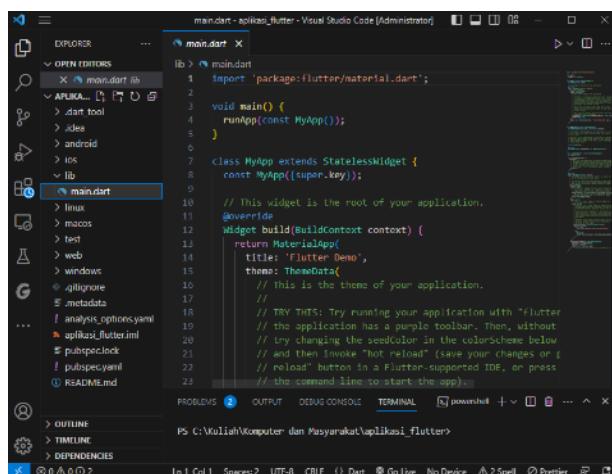
Fungsi *method* ini hanya dijalankan sekali ketika *board* arduino dinyalakan atau direset.

b. *loop()*

*loop()* adalah fungsi utama yang dijalankan berulang kali selama saat perangkat mikrokontroller masih hidup. *Method* ini berisi logika utama program yang diprogram sesuai keinginan atau kebutuhan *user* seperti membaca sensor, mengontrol *relay*, atau mengirim data.

Arduino IDE juga dilengkapi fitur Serial Monitor agar pengembang dapat menguji dan mengecek apakah kode berjalan benar dan sesuai harapan serta melakukan *debugging* bila perlu.

## E. Flutter



**Gambar 2.3** Antarmuka Proyek Flutter pada Aplikasi VSCode (sumber: penulis)

Flutter adalah *framework open-source* yang dikembangkan oleh Google untuk membangun aplikasi *multi-platform* dengan hanya menggunakan satu basis kode. Dengan menggunakan Flutter, pengembang perangkat lunak dapat membuat aplikasi untuk perangkat *mobile*, website, maupun komputer menggunakan bahasa pemrograman Dart. Menurut Santoso dkk. (2020) yang menjadi pembeda antara Flutter dengan kit pengembangan perangkat lunak *multi-platform* lain dikarenakan flutter tidak menggunakan penyambung seperti pendekatan *multi-platform* yang lain, disebabkan dari perubahan *platform* seperti *update* versi Flutter. Sebagian besarnya tidak mengganggu kinerja dari aplikasi.

Keunggulan framework Flutter meliputi:

- *Hot Reload*: Memungkinkan *developer* untuk melihat hasil dari perubahan *syntax* secara instan tanpa harus memulai ulang aplikasi.
- *Widget*: Flutter menggunakan *widget* sebagai elemen untuk mendesain antarmuka pengguna aplikasi secara deklaratif dan konsisten.
- *Performa Tinggi*: Flutter menggunakan mesin *rendering* sendiri yang terinstall pada saat pertama membuat proyek, memberikan performa yang mendekati aplikasi *native*.

Untuk dapat mengendalikan perangkat IoT berbasis Arduino menggunakan Flutter, komunikasi yang dilakukan pada sistem yang dirancang menggunakan *module* dan protokol Bluetooth. Untuk dapat mengirim dan menerima data antara Flutter dan Arduino. Peran dari penggunaan Flutter dalam perancangan IoT mesin miniatur Disk Mill digunakan untuk dapat menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif untuk mengendalikan mesin miniatur dan memproses data yang diterima dari *Embedded System* ke aplikasi sebagai salah satu fungsi kontrol dalam sistem mesin.

#### F. Arduino Nano



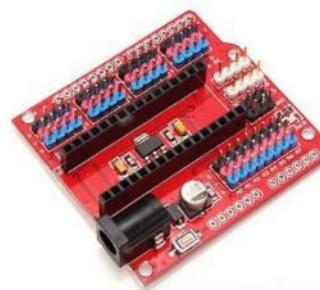
**Gambar 2.4** Mikrokontroller Arduino Nano (sumber: tokopedia.com)

Arduino Nano adalah *board* mikrokontroller kecil dan fleksibel yang dirancang berdasarkan mikrokontroller ATmega328. Arduino Nano adalah salah satu varian dari keluarga Arduino yang berukuran lebih kecil dibandingkan dengan Arduino yang lebih besar seperti Arduino Uno dan

Arduino Mega, tetapi tetap memiliki fungsi yang serupa. Komponen ini dirancang untuk keperluan proyek elektronik dengan ruang terbatas, Arduino Nano cocok untuk aplikasi prototip dan produk yang memerlukan integrasi minimal namun fungsional. Pada *datasheet* panduan Arduino Nano yang dapat di *download* di website resminya (arduino.cc, 2024), area target penggunaan mikrokontroller ini mencakupi dari pengamanan, robotika sampai sistem kontrol. Spesifikasi yang dimiliki Arduino Nano berupa:

- Mikrokontroller: ATmega328 atau ATmega168
- Memori Flash: 32KB
- Sistem Operasi: Tidak ada
- Kecepatan Clock: 16 MHz
- *Input* dan *Output*: 14 pin I/O digital, 8 pin *input* analog
- Serial Komunikasi: Mendukung komunikasi serial UART, SPI dan I2C
- Voltase Operasional: 5V
- Arus Maksimal: Setiap pin I/O mampu mengeluarkan arus hingga 40mA

#### **G. Arduino Nano I/O Expansion Shield**



**Gambar 2.5** Komponen Arduino Nano I/O Expansion Shield  
(sumber: tokopedia.com)

Arduino Nano I/O *Expansion Shield* adalah modul tambahan yang dirancang khusus untuk papan mikrokontroller Arduino Nano. *Shield* ini memungkinkan pengembangan proyek yang lebih efisien dengan menyediakan akses yang lebih mudah ke pin I/O dan memperbanyak titik koneksi sehingga berbagai komponen elektronik dan modul-modul lain

dapat terhubung dengan terorganisir, komponen ini juga memudahkan pengguna dalam melakukan perancangan prototip terutama saat menggunakan banyak komponen eksternal yang membutuhkan banyak pin I/O. Pemasangan pin I/O menggunakan struktur GVS, G sebagai pin GND, V sebagai pin VCC, S sebagai pin *Input/Output*.

#### H. *Relay 1 Channel*

*Module relay 1 channel* adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol perangkat listrik dengan daya listrik tinggi listrik bolak-balik (AC) maupun listrik 1 arah (DC) menggunakan sinyal tegangan rendah dari mikrokontroller seperti arduino. *Relay* di perancangan mesin miniatur Disk Mill akan bekerja sebagai saklar layaknya seperti saklar lampu pada umumnya yang dikendalikan dengan kontrol manual maupun otomatis. Dan juga sebagai pengaman *phase failure* jika sensor-sensor mendeteksi anomali seperti pada aliran listrik yang kurang mengalir, maka *relay* akan otomatis memutuskan aliran listrik untuk keamanan mesin.



**Gambar 2.6** *Module Relay 1 Channel* (sumber: tokopedia.com)

Dari studi *datasheet relay 1 channel* (Handson Technology, 2024) *relay* memiliki spesifikasi yang dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.1** Tabel Spesifikasi *Module Relay 1 Channel*

Spesifikasi	Keterangan
<i>Voltage Operasional</i>	5v
<i>Output maksimal</i>	DC 30v10a, AC 250v/10a
Pin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IN: <i>input</i> data</li> <li>- VCC: daya listrik positif</li> <li>- GND: daya listrik negatif</li> </ul>
Terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NO: <i>normally open</i> daya positif</li> <li>- COM: <i>common</i> daya negatif</li> <li>- NC: <i>normally close</i> daya positif</li> </ul>

## I. 0-25v DC *Voltage* Sensor



**Gambar 2.7** ZMPT101B AC *Voltage* Sensor (sumber: tokopedia.com)

Sensor Tegangan DC merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur tegangan listrik pada suatu rangkaian. Prinsip kerjanya adalah mendeteksi perubahan tegangan. Untuk mengukur tegangan tinggi menggunakan mikrokontroller yang memiliki tegangan input rendah listrik satu arah digunakan rangkaian *divisor* yang sudah terintegrasi dengan *module*. *Divisor* terdiri dari 2 resistor dengan nilai resistor 1 sebesar 30 ribu Ohm dan resistor 2 sebesar 7 ribu 5 ratus Ohm. Dari artikel Electronics Hub oleh Ravi Teja ([electronicshub.org](http://electronicshub.org), 2024) untuk mengukur tegangan digunakan rumus dasar.

- $V_{in}$  : Tegangan masukan sensor
  - $V_{out}$  : Tegangan keluaran sensor
  - $R1$  : Resistor 1 30k Ohm
  - $R2$  : Resistor 2 7.5k Ohm

Sensor ini akan digunakan untuk mendeteksi listrik yang mengalir ke mesin untuk monitoring tegangan lalu mengirimkan data tersebut ke mikrokontroller untuk perhitungan daya listrik. Rentang tegangan input untuk membaca tegangan listrik DC dapat membaca hingga 25V. Untuk penggunaan *module* sensor ini pada perancangan pengaman mesin akan diatur dengan batas tegangan listrik tertentu sesuai kebutuhan, jika tegangan listrik tidak didalam area yang ditentukan maka sistem akan mematikan aliran listrik mesin dari *relay* secara otomatis lalu memberikan peringatan terjadinya kesalahan pada mesin.

### J. ACS712 AC/DC *Current Sensor*

Sensor ACS712 merupakan sensor arus berbasis efek *Hall* yang dirancang untuk mengukur arus AC atau DC. Sensor ini bekerja dengan prinsip berdasarkan dari efek *Hall* yaitu fenomena dimana medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik menyebabkan perubahan pada sensor *Hall*. Sensor ini dibilang memiliki pembacaan dengan keakurasaian yang tinggi. (Anantama dkk., 2020).



**Gambar 2.8** Sensor Arus ACS712 (sumber: tokopedia.com)

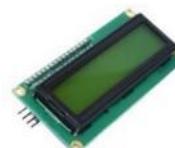
*Module* ini digunakan untuk memonitoring konsumsi daya saat mesin miniatur berjalan untuk memproses bahan mentah. Spesifikasi pada *module* ini dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.2** Tabel Spesifikasi Sensor Arus ACS712

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	5V
Arus Maksimal	30A (DC)
Resolusi	66mV/A
Linearitas	1%

### K. LCD

*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah komponen modul untuk menampilkan *output* mikrokontroller yang menggunakan teknologi kristal cair untuk menampilkan teks, angka, atau simbol. Pada sistem arduino, LCD biasa digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan data atau status sistem dari program yang dijalankan pada mikrokontroller.



**Gambar 2.9** *Module* LCD 16x2 I2C (sumber: tokopedia.com)

LCD yang umum digunakan dalam proyek Arduino adalah LCD 16x2, LCD ini memiliki dua baris dengan 16 karakter untuk setiap baris. Fungsi penggunaan modul ini untuk menampilkan data secara *real-time* memungkinkan LCD untuk menampilkan data secara langsung tanpa perlu terhubung ke komputer untuk mengeceknya sehingga cocok untuk perancangan perangkat *stand-alone*. LCD juga dilengkapi komponen I2C untuk menggunakan protokol komunikasi I2C, mengurangi jumlah pin yang diperlukan untuk menggunakan modul LCD di Arduino sehingga menghemat pemakaian pin Arduino.

#### L. *Rotary Encoder KY-040*



**Gambar 2.10** *Module Rotary Encoder KY-040* (sumber: tokopedia.com)

*Rotary Encoder* KY-040 adalah modul *encoder* yang digunakan dalam pengaplikasian pengukuran rotasi, posisi, atau kecepatan. KY-040 menghasilkan sinyal pulsa digital berdasarkan rotasi sumbu utama yang dapat digunakan untuk mendeteksi arah dan jumlah langkah rotasi. *Module* ini juga dilengkapi dengan tombol tekan *push button* sebagai fungsi tambahan. Penggunaan *module* diperlukan untuk mengatur atau *manage* batas arus yang mengalir ke mesin miniatur Disk Mill. Spesifikasi *module* *Rotary Encoder* KY-040 dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

**Tabel 2.3** Tabel spesifikasi *Rotary Encoder* KY-040

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan operasi	3.3v-5v
Jumlah pulsa per rotasi	20 langkah per 360 derajat
Pin koneksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CLK: sinyal pulsa utama</li> <li>- DT: sinyal pulsa pendukung</li> <li>- SW: pin tombol tekan</li> <li>- VCC: untuk daya listrik positif</li> <li>- GND: untuk daya listrik negatif</li> </ul>

### **M. Push-Up Button**

*Push-Up Button* merupakan tombol mekanis sederhana yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan sirkuit listrik secara manual. Komponen ini digunakan sebagai *input* digital untuk mendeteksi keadaan logika dalam bahasa pemrograman berupa HIGH dan LOW. Saat ditekan *push button* memungkinkan *relay* untuk buka dan tutup guna untuk memutus atau menyambung aliran listrik PLN dengan mesin miniatur.



**Gambar 2.11** Komponen *Push Button* (sumber: tokopedia.com)

### **N. Stepdown LM2596**

*Module Stepdown LM2596* merupakan sebuah komponen konverter listrik DC-DC *step-down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC dari sumber tegangan tinggi menjadi tegangan rendah. *Module LM2596* digunakan untuk mengurangi tegangan yang mengalir ke *module SIM800L* untuk mengamankan *module* tersebut dari kelebihan tegangan.



**Gambar 2.12** Komponen *Stepdown LM2596* (sumber: tokopedia.com)

Menurut Mursalin dan Sunardi (2020) efisiensi *module* signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan komponen regulator liniar IC tiga terminal dengan voltase masukan yang lebih tinggi.

### **O. SIM800L**

*SIM800L* adalah modul komunikasi GSM/GPRS. Modul ini mendukung jaringan GSM 2G dan dapat digunakan untuk mengirim dan menerima SMS, melakukan panggilan telepon, serta koneksi data GPRS.



**Gambar 2.13** Komponen SIM800L (sumber: nyebarilmu.com, 2017)

Modul ini berukuran kecil dan dapat diintegrasikan pada proyek-proyek IoT yang membutuhkan komunikasi jarak jauh melalui jaringan seluler. Selain itu SIM800L memiliki konsumsi daya yang rendah sehingga membutuhkan komponen lain yang dapat mengurangi daya tegangan agar modul berfungsi dengan daya listrik DC sekitar 3.4V sampai 4.4V. Modul SIM800L dapat digunakan untuk mengirim dan menerima SMS, melakukan dan menerima panggilan, serta memungkinkan komunikasi dua arah pada perangkat IoT tanpa koneksi Wi-Fi sehingga cocok untuk pemakaian di area terpencil. Menurut para ahli *module* SIM800L bisa digunakan untuk monitoring perangkat melalui SMS, mengendalikan saklar listrik melalui SMS dan modul ini bisa berfungsi sebagai SMS *gateway* bila komponen ini dihubungkan dengan mikrokontroller (Handayani & Kurniawan, 2020). Modul ini akan digunakan pada perancangan untuk mengirim pesan peringatan saat terjadi kesalahan pada mesin dan juga sebagai kontrol jarak jauh. Spesifikasi Teknis Modul SIM800L dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.4** Tabel Spesifikasi *Module* SIM800L

Spesifikasi	Keterangan
Jaringan yang didukung	GSM 2G
<i>Operational Voltage</i>	VCC 3.4v-4.4v, rata-rata 3.7v
Kecepatan transfer data	GPRS hingga 85.6 kbps
Kebutuhan daya	Maksimal 2 ampere saat terhubung ke jaringan
<i>Serial Monitor</i>	Baud rate 9600
Fitur tambahan	Mendukung AT command teks standar GSM dan GPRS untuk koneksi internet

AT *command* adalah serangkaian perintah yang tertanam dan digunakan untuk mengontrol modul GSM SIM800L, beberapa perintah dasar AT *command* antara lain:

**Tabel 2.5** Tabel Perintah Module SIM800L

Perintah	Keterangan
AT	Perintah untuk menguji komunikasi dengan modul
AT+CSQ	Memeriksa kekuatan sinyal GSM
AT+CMGF=1	Mengatur mode SMS ke mode teks
AT+CMGS="nomor tujuan"	Mengirim SMS ke nomor tujuan
ATD<nomor>	Melakukan panggilan suara ke nomor yang ditentukan
ATA	Menjawab panggilan masuk
ATH	Mengakhiri panggilan
AT+SAPBR	Mengatur parameter koneksi GPRS
AT+HTTP	Mengirim atau menerima data HTTP untuk aplikasi internet

## P. HC-05 Bluetooth

**Gambar 2.14** Module HC-05 Bluetooth (sumber: tokopedia.com)

HC-05 adalah *module* komunikasi nirkabel berbasis bluetooth yang dirancang untuk mendukung komunikasi *wireless*. *Module* ini digunakan di mesin miniatur Disk Mill sebagai komunikasi untuk kontrol mesin yang dirancang. Prinsip kerja HC-05 bekerja dengan mengubah data serial dari mikrokontroller menjadi sinyal bluetooth. *Module* bluetooth HC-05 membutuhkan dua resistor dengan nilai 4.7 ribu Ohm dan 2 ribu Ohm agar *module* bekerja dengan baik untuk transmisi *module* dengan arduino. Menurut Rosmiati dkk. (2021) *module* HC-05 mudah digunakan dalam komunikasi nirkabel terutama dalam mengkonversi pembacaan port serial ke bluetooth. Spesifikasi yang dimiliki *module* ini berupa:

**Tabel 2.6** Tabel Spesifikasi HC-05 Bluetooth

Spesifikasi	Keterangan
Versi Bluetooth	Bluetooth v2
Kecepatan transfer data	Hingga 3 Mbps
Jarak operasional	Hingga 10 meter tanpa hambatan
Tegangan operasi	3.3v-6v
Komunikasi serial	UART (baud rate 9600)

## Q. Data Penelitian Jurnal Terdahulu

**Tabel 2.7** Data penelitian jurnal terdahulu

1	Nama Jurnal	Detektor Kebocoran Listrik Rumah Berbasis Arduino, EVOLUSI Vol. 8 No. 2 Tahun 2020
	Penulis	Andrian Eko Widodo, Suleman, Aziz Setyawan Hidayat, Fanny Fatma Wati
	Hasil Penelitian	Percobaan mendeteksi kebocoran listrik pada rangkaian listrik rumah menggunakan sensor arus
	Persamaan	Menggunakan Sensor Arus untuk mendeteksi arus listrik yang mengalir saat menggunakan sebuah mesin kemudian data hasil deteksi diproses arduino untuk ditampilkan ke LCD
	Perbedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikrokontroller menggunakan Arduino Uno</li> <li>- Sensor arus yang digunakan adalah <i>module</i> PZEM-004T yang bisa dibilang mahal</li> </ul>
2	Nama Jurnal	Sistem Pengaman Pintu Rumah Berbasis <i>Internet Of Things</i> (IoT) dengan ESP8266, Technologia Vol. 7 No. 4 Tahun 2016
	Penulis	Arafat
	Hasil Penelitian	Sistem pengaman dapat secara otomatis membuka dan menutup pintu menggunakan aplikasi blynk, dan kegagalan perintah atau notifikasi sering disebabkan oleh jaringan internet yang lambat
	Persamaan	Pengembangan menggunakan aplikasi <i>mobile</i> untuk mengontrol sistem
	Perbedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan mikrokontroller yang sudah tertanam wifi untuk mengakses internet</li> <li>- Menggunakan aplikasi buatan sendiri berbasis Flutter</li> <li>- Tidak menggunakan <i>relay</i></li> </ul>
3	Nama Jurnal	Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Menggunakan GPS dan SIM800 Berbasis Mikrokontroller Arduino Nano, Jurnal Engineering Vol. 5 No. 1 Tahun 2023

Penulis	Andre Rabiula, Afriyandi, Haerul Pathoni, Aiza Yudha Pratama
Hasil Penelitian	Perangkat berhasil menggunakan SMS untuk menghidupkan dan mematikan sepeda motor dengan proses kurang dari 1 detik dengan jarak maksimal 3 cm dari perangkat dan diuji selama 5 kali
Persamaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memakai Arduino Nano</li> <li>- Menggunakan <i>relay</i> untuk menghidupkan dan mematikan mesin</li> <li>- Perancangan sistem <i>module</i> SIM800L untuk mengirim peringatan sms atau berkomunikasi dengan handphone</li> </ul>
Perbedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak memerlukan atau menggunakan GPS untuk mengetahui posisi mesin</li> <li>- Tidak menggunakan RFID reader yang dipakai sepeda motor untuk pengganti kunci kontak sepeda</li> </ul>
4 Nama Jurnal	Rancang Bangun Kontrol Penerangan Rumah Menggunakan Media Bluetooth, KILAT Vol. 8 No. 2 Tahun 2019
Penulis	Sumardi Sadi, Sri Mulyati
Hasil Penelitian	Mengetahui jenis komponen bluetooth yang perlu dibeli, dan inspirasi untuk pembuatan aplikasi monitoring bluetooth pada saat testing <i>module</i> bluetooth. Jangkauan bluetooth berjalan pada jarak 1 sampai 10 meter.
Persamaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan <i>module</i> bluetooth untuk mengontrol mesin secara <i>wireless</i></li> <li>- Memerlukan pembuatan aplikasi <i>mobile</i> untuk dapat mengontrol mesin secara <i>wireless</i></li> <li>- Memakai mikrokontroller Arduino Nano dan LCD untuk <i>output</i> pesan</li> </ul>
Perbedaan	Menggunakan <i>relay</i> buatan sendiri untuk mengontrol beban

5	Nama Jurnal	Monitoring Suplai Tegangan Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroller Arduino dan Sensor Tegangan ZMPT101B, Journal of Electrical Vocational Education and Technology Vol. 5 No. 2 Tahun 2020
	Penulis	Putri Ramadhani Adam, Drs. Purwanto Gendroyono, Nur Hanifah Yuninda
	Hasil Penelitian	Menjadi salah satu contoh untuk pendokumentasian hasil data dari pengujian rancangan sistem untuk memonitoring daya Listrik
	Persamaan	Sama-sama menggunakan <i>module</i> sensor tegangan untuk monitoring suplai tegangan
	Perbedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perancangan sistem untuk proyek listrik 3 fase, bukan untuk listrik 1 fase</li> <li>- Menggunakan mikrokontroller Arduino Uno</li> <li>- Menggunakan sensor tegangan AC</li> </ul>
6	Nama Jurnal	Perancangan Sistem Pengukuran Arus dan Proteksi Arus Lebih pada Sistem Kontrol dan Monitoring Stop Kontak, Transient Vol. 9 No. 3 Tahun 2020
	Penulis	Adhieka Danniswara, Yuli Christyono, Sukiswo
	Hasil Penelitian	Salah satu contoh bagaimana melakukan kalibrasi sensor arus untuk mendekati hasil data sensor dengan pembacaan alat ukur amperemeter. Perangkat pada penelitian jurnal ini dapat mendekati pembacaan amperemeter dengan selisih kecil antara perangkat dengan alat ukur
	Persamaan	Menggunakan Sensor Arus untuk mengukur arus listrik yang mengalir ke beban untuk mengendalikan <i>relay</i> .
	Perbedaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan 4 <i>relay</i> dan 4 sensor arus untuk masing-masing <i>relay</i></li> <li>- Menggunakan mikrokontroller ESP32</li> </ul>

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian R&D**

Metode *Research and Development* (R&D) merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk baru yang dapat digunakan untuk memecahkan sebuah masalah tertentu. Dari penjelasan Borg dan Gall (1996) R&D merupakan sebuah jembatan antara teori dan praktik dengan pembuatan sebuah produk untuk menyelesaikan masalah, melibatkan proses sistematis mulai dari penelitian awal, pengembangan produk, hingga implementasi. Produk tersebut dapat berupa sebuah aplikasi teknologi ataupun produk lainnya yang relevan dengan kebutuhan pengguna. Tahapan Umum untuk mengimplementasikan metode R&D dengan:



**Gambar 3.1** Metode Penelitian R&D (sumber: penulis)

Kelima tahap berikut dapat dijabarkan penjelasannya mulai dari:

1. Penelitian Awal
  - Mengidentifikasi masalah atau kebutuhan
  - Melakukan studi literatur untuk menemukan pengetahuan yang relevan
  - Melibatkan observasi atau wawancara yang sesuai dengan topik studi kasus
2. Perencanaan
  - Merancang desain sistem dan aplikasi berdasarkan hasil analisis

- Membuat rencana pengembangan sistem dan aplikasi serta alat evaluasi

3. Pengembangan

  - Membuat sistem dan aplikasi
  - Melakukan testing program untuk mengidentifikasi *error*

4. Uji Coba

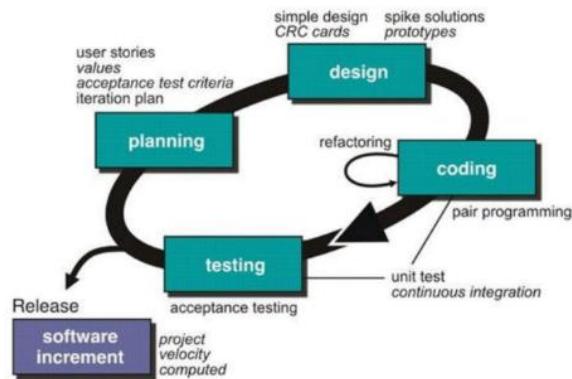
  - Analisis data hasil uji coba untuk mengetahui keefektivitasan sistem

5. Evaluasi Penelitian

  - Mengevaluasi hasil perancangan sistem tertanam

Metode Penelitian R&D memiliki relevansi pada penggunaan dalam berbagai konteks penelitian terutama pada penelitian teknologi untuk merancang produk digital atau perangkat IoT.

## B. Metode Pengembangan



**Gambar 3.2** Metode *Extreme Programming* (sumber: machlizadevi.org, 2014)

*Extreme Programming* (XP) adalah salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang melibatkan praktik pengujian terus-menerus saat merancang aplikasi dan responsif terhadap perubahan rencana. Pendekatan metode pengembangan ini memungkinkan pengembang untuk beradaptasi tanpa mengorbankan kualitas kode dan mempercepat durasi pengembangan. Metode melibatkan 4 tahap yaitu:

1. *Planning*, mendefinisikan kebutuhan pengembangan
  2. Desain, mendesain pemodelan pengembangan
  3. *Coding*, implementasi sistem atau aplikasi
  4. Testing, uji coba aplikasi untuk mengetahui kesalahan

### C. Waktu Perancangan dan Penelitian

Aktivitas pembagian waktu perancangan sistem dan aplikasi dibagi setidaknya menjadi 3 aktivitas, waktu perancangan dapat maju maupun mundur tergantung dari keadaan dan kecepatan dalam pengembangan. Tempat perancangan dilakukan di rumah penulis dan pembagian waktu perancangan dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini.

**Tabel 3.1** Tabel Pembagian Aktivitas

Aktivitas	Waktu
Perancangan Arduino	3 minggu
Pengembangan aplikasi	3 minggu
Kalibrasi dan pendataan	2 minggu

### D. Hasil Penelitian Awal Wawancara

Menerangkan hasil dari wawancara ke narasumber ahli tentang mesin terkait seperti kebutuhan pengaman mesin dan pendapatnya jika mesin dirancang dengan teknologi IoT. Hasil wawancara dapat dilihat pada tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Tabel Hasil Wawancara

Pertanyaan:	Jawaban:
Apa saja fungsi utama yang diperlukan untuk mengontrol mesin disk mill?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Pneumatic Cylinder</i> untuk Input</li> <li>2. <i>Control Ampere</i></li> <li>3. <i>Phase Failure</i></li> <li>4. <i>Star Delta</i></li> </ol>
Menurut anda pengaman apa saja yang dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan mesin disk mill?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Pneumatic Cylinder</i> untuk menentukan jumlah <i>debit</i> bahan masuk dengan katup mesin</li> <li>2. <i>Control Ampere</i> untuk membatasi beban motor disk mill</li> <li>3. <i>Phase Failure</i> untuk mencegah kerusakan motor <i>3 phase</i> apabila ada salah satu kabel (<i>phase</i>) yang tidak ada tegangan maupun kurang listriknya</li> </ol>
Jika terjadi kesalahan pada mesin bagaimana pendapat anda jika mesin memiliki fitur peringatan secara otomatis?	Untuk mencegah kerusakan harus ada fitur peringatan secara otomatis
Misal jika kesalahan terjadi, bagaimana pendapat anda jika mesin dapat otomatis melaporkan peringatan ke handphone lewat internet?	Banyak manfaat fitur otomatis tersebut guna efisiensi biaya operasional mesin

Data wawancara tersebut di analisa untuk disesuaikan dengan kebutuhan perancangan fungsi aplikasi monitoring dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut.

**Tabel 3.3** Tabel Analisa Kebutuhan Fitur Aplikasi

No	Fitur Aplikasi	Diterima	Keterangan
1	Penentuan jumlah debit bahan masuk	Tidak	Kekurangan biaya.
2	Mengendalikan mesin	Iya	
3	Mengontrol arus mesin	Iya	
4	Notifikasi mesin	Iya	
5	<i>Log</i> sejarah notifikasi mesin	Iya	
6	<i>Backup Log</i> sejarah notifikasi	Iya	

## E. Arsitektur *Embedded System* Mesin Miniatur

### 1. Deskripsi Sistem IoT

Untuk pengurangan biaya pengeluaran, perusahaan merubah pendekatan pada pembuatan mesin untuk menggunakan mikrokontroller seperti Arduino. Sistem tertanam mesin dibuat dengan kontrol fisik untuk menjalankan mesin, sensor-sensor listrik untuk pembacaan saluran listrik mesin, *relay* untuk mengatur sambungan listrik dari tenaga listrik ke mesin, dan memiliki sistem notifikasi otomatis jika kesalahan mesin terjadi.

### 2. Kebutuhan Peralatan

Menjelaskan kebutuhan peralatan pada proyek pengembangan sistem kontrol mesin dan pengaman mesin mulai dari spesifikasi komputer atau laptop yang digunakan untuk pengembangan sistem dan perlengkapan komponen-komponen untuk perancangan pada mikrokontroller arduino menggunakan tabel-tabel dibawah.

- Spesifikasi alat pengembangan yang digunakan

**Tabel 3.4** Spesifikasi Alat Pengembangan

Spesifikasi	Keterangan
Prosesor	AMD Ryzen 3 7320U 2.40 GHz
RAM	8 GB
Penyimpanan	SSD 475 GB
OS	Windows 11

b) Perlengkapan komponen untuk perancangan sistem tertanam

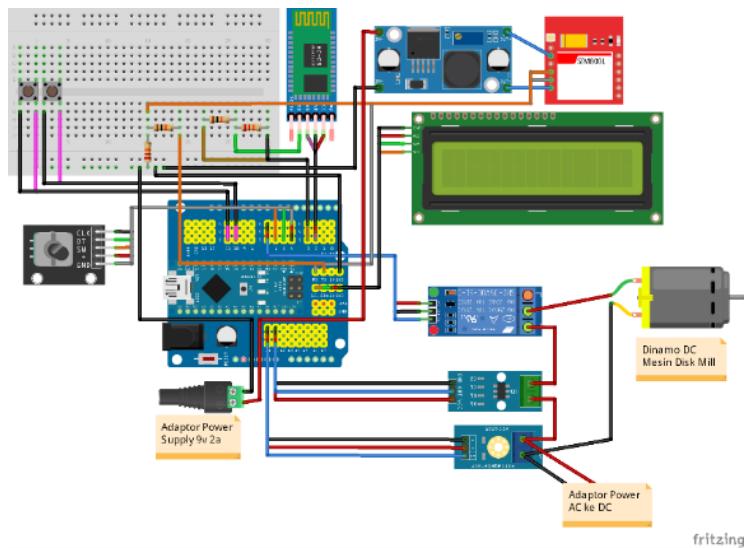
**Tabel 3.5** Perlengkapan Komponen Perancangan

Nama	Unit
Arduino Nano	1
Arduino Nano I/O Expansion Shield	1
Relay 1 Channel	1
Sensor Tegangan DC 0-25v	1
Sensor Arus ACS712	1
Tombol Push-Up	2
Breadboard	1
LCD I2C	1
Rotary Encoder	1
SIM800L	1
Stepdown L2596	1
HC-05 Bluetooth	1
Resistor 10k Ohm	2
Resistor 20k Ohm	2
Stop Kontak	1
Adapter Power Supply 9v 1a	1
Adapter Power Supply 9v 2a	1
Avometer	1
Obeng kecil	1
Kabel Jumper	Secukupnya

### 3. Desain Rancangan Arduino

Untuk perancangan *embedded system* mesin miniatur Disk Mill.

Dapat dilihat pada gambar desain rancangan berikut ini.



**Gambar 3.3** Desain Rancangan Arduino Sistem Tertanam Mesin  
(sumber: penulis)

Untuk mempermudah penjelasan akan saya pisah perkategori setiap *module* yang dipasang pada pin PCB mikrokontroller arduino.

a) Mikrokontroller

Mikrokontroller Arduino Nano dipasang pada PCB I/O *Expansion Shield* untuk menambah pin yang dapat dipasang pada Arduino Nano, pin-pin dari PCB tersebut dipasang *module* dan sensor untuk menginstal sistem kontrol dan pengamannya mesin miniatur Disk Mill.

b) Kontrol Mesin

Memasang *module-module* kontrol ke pin digital yang meliputi:

- Kontrol manual menggunakan 2 *push-up button* untuk *on* dan *off* mesin serta *Rotary Encoder* untuk mengatur limit ampere pada sistem.
- Kontrol dan monitoring menggunakan *module* bluetooth HC-05 dan dikendalikan lewat android menggunakan aplikasi buatan menggunakan *framework* Flutter. *Module* SIM8001 juga dapat dipakai untuk monitor mesin menggunakan SMS *gateway*.

c) Pengaman Mesin

Memasang sensor-sensor pengaman mesin ke pin analog PCB, sensor yang diinstal meliputi:

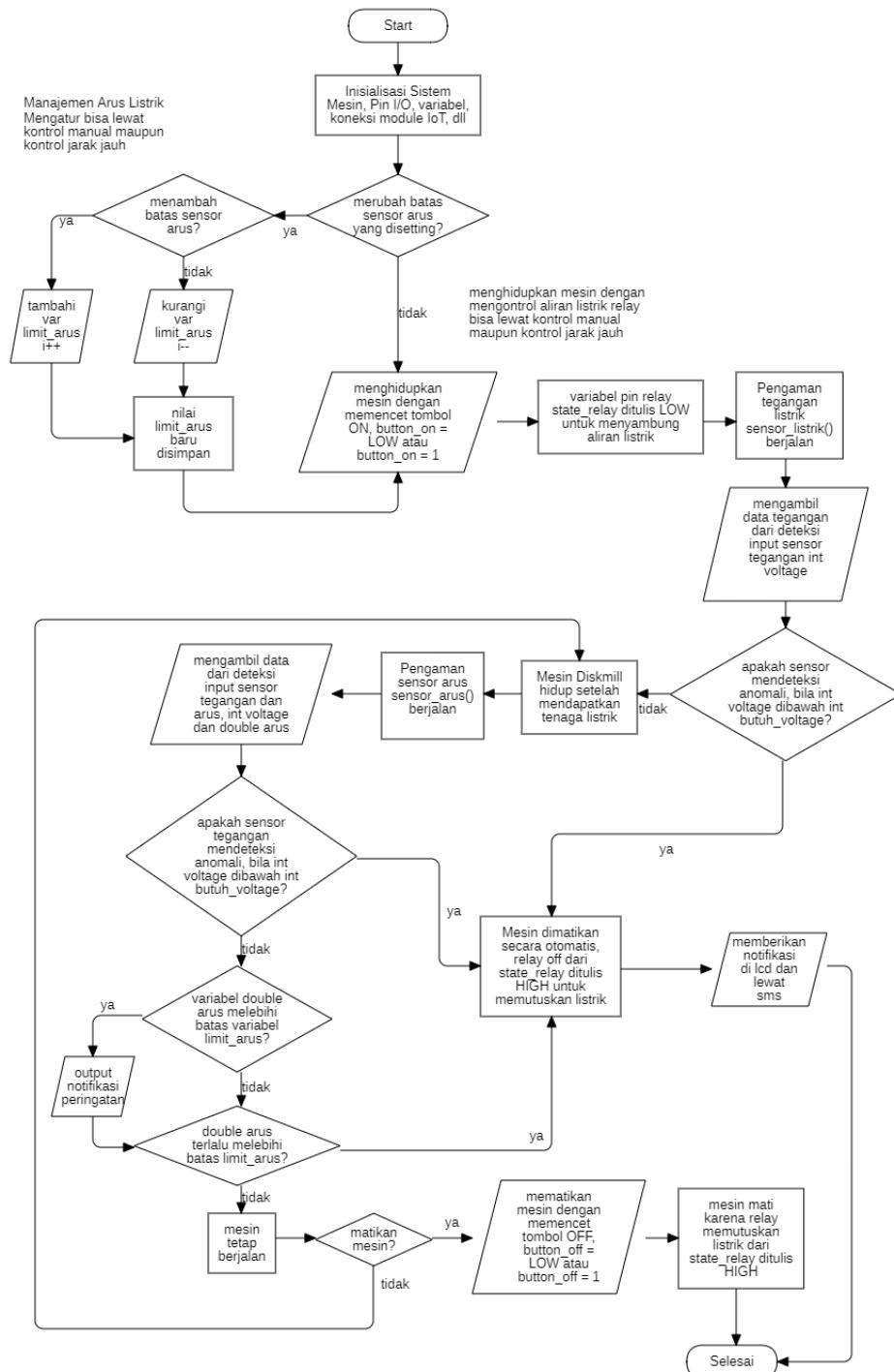
- Sensor tegangan menggunakan sensor tegangan listrik DC 0-25V yang akan dipasang pada kabel listrik yang tersambung ke mesin.
- Sensor arus pada perancangan ini akan menggunakan sensor ACS712 yang dapat mendeteksi arus listrik maksimal 30 ampere.

d) *Output* Sistem

- *Relay* digunakan untuk menyambung dan memutuskan aliran listrik ke mesin sebagai *output* dari data yang diterima sistem lewat kontrol.
- *Output* LCD mengeluarkan data-data pemberitahuan dari sistem untuk memberi pesan kepada pengguna mesin apakah mesin sudah on atau off dan sebagainya
- *Output* SMS berisi data peringatan yang dikirim bila terjadi kesalahan pada mesin sebagai fungsi utama menggunakan *module*

SIM800l yang disambung *Stepdown* LM2596 untuk mengamankan modul IoT tersebut dari kelebihan tenaga listrik.

#### 4. *Flowchart* Sistem IoT Mesin



**Gambar 3.4** Diagram *Flowchart Embedded System* Mesin Miniatur Disk Mill  
(sumber: penulis)

## **F. Arsitektur Aplikasi *Mobile***

Pada pengontrolan mesin miniatur disk mill menggunakan IoT, perlu untuk dikembangkan aplikasi *mobile* untuk dapat mengendalikan Arduino seperti pengontrolan mesin melewati *module* bluetooth yang dirancang pada *Embedded System* mesin miniatur. Di desain arsitektur aplikasi *mobile* dengan *activity diagram*, *entity relationship diagram* dan *mockup* antarmuka untuk memberikan gambaran pada pengembangan aplikasi IoT. Berikut ini desain-desain yang dibuat untuk memberikan gambaran aplikasi untuk memantau mesin.

### **1. Deskripsi Aplikasi**

Perangkat lunak yang dibuat untuk dapat mengendalikan mesin menggunakan teknologi IoT adalah Aplikasi yang bernama Kontrol dan Monitoring Mesin Disk Mill, merupakan aplikasi IoT berbasis *platform* perangkat *mobile* dibuat untuk dapat mengendalikan sistem mesin yang dirancang untuk dapat monitoring mesin melewati komunikasi bluetooth antara perangkat *mobile* dengan *module* bluetooth dan melalui SMS *gateway* yang dirancang di sistem tertanam arduino mesin. Mesin memiliki 3 fungsi utama untuk mengontrol atau mengoperasikan mesin, secara paralel aplikasi yang dikembangkan untuk mengoperasikan mesin lewat bluetooth juga harus memiliki fungsi yang sama dengan kontrol fisik mesin. Ketiga fungsi tersebut berupa fungsi untuk menghidupkan mesin, mematikan mesin, dan mengatur batas arus listrik untuk keamanan mesin. Aplikasi juga dilengkapi mode SMS sebagai fitur monitoring alternatif dan terakhir aplikasi membutuhkan fitur untuk mengetahui sejarah kerusakan mesin serta fitur untuk mencadangkan *log* sejarah kerusakan tersebut.

### **2. Kebutuhan Peralatan Pengembangan Aplikasi**

Spesifikasi minimal yang dibutuhkan Komputer atau Laptop untuk untuk dapat melakukan pengembangan aplikasi bisa dilihat pada tabel 3.6 berikut.

**Tabel 3.6** Spesifikasi Minimal Laptop/Komputer

Spesifikasi	Keterangan
Prosesor	Intel/AMD dengan clock 1.6 GHz
RAM	8 GB
Penyimpanan	10 GB (Aplikasi dan Emulator)
OS	Windows 10
Tambahan	Koneksi Internet untuk dapat mengunduh <i>plugin</i> dan alat-alat internal lain di dalam alat pengembangan yang dibutuhkan

Spesifikasi kebutuhan komputer dihitung dari kebutuhan alat-alat meliputi aplikasi pengembangan untuk koding, *software development kit* atau dalam bahasa indonesia kit pengembangan perangkat lunak dan emulator untuk menguji coba aplikasi yang dibuat.

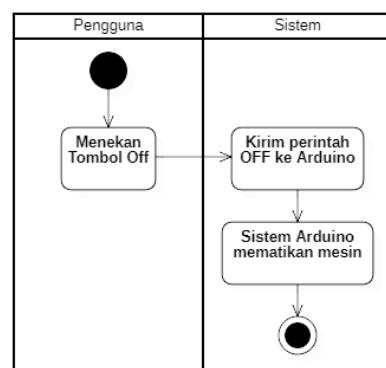
**Tabel 3.7** Kebutuhan Perangkat Lunak Pengembangan

No	Nama Perangkat Lunak
1	<b>VSCode</b>
2	<b>Flutter SDK</b>
3	<b>Android Studio</b>

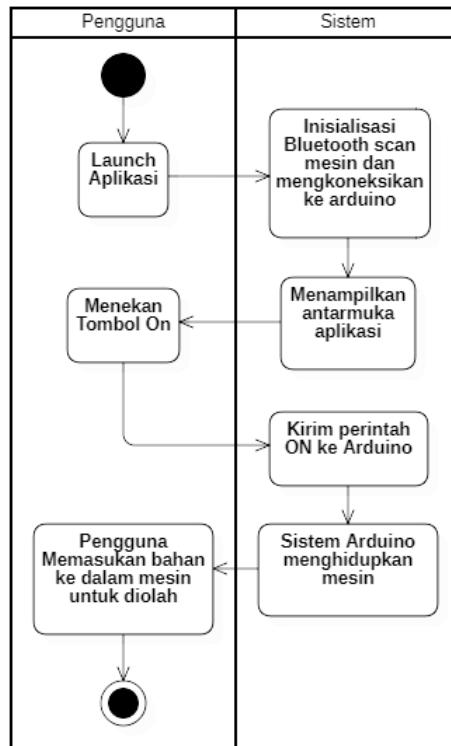
### 3. *Activity Diagram*

*Activity Diagram* adalah jenis diagram yang digunakan untuk memodelkan alur kerja atau proses sebuah sistem. Diagram menunjukkan aktivitas, keputusan, dan alur dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya. *Activity Diagram* pada pengembangan aplikasi IoT mesin miniatur disk mill meliputi 6 aktivitas berdasarkan fungsi yang akan dibuat di dalam aplikasi. Keenam desain dapat dilihat pada gambar-gambar diagram berikut.

#### a) Mematikan mesin

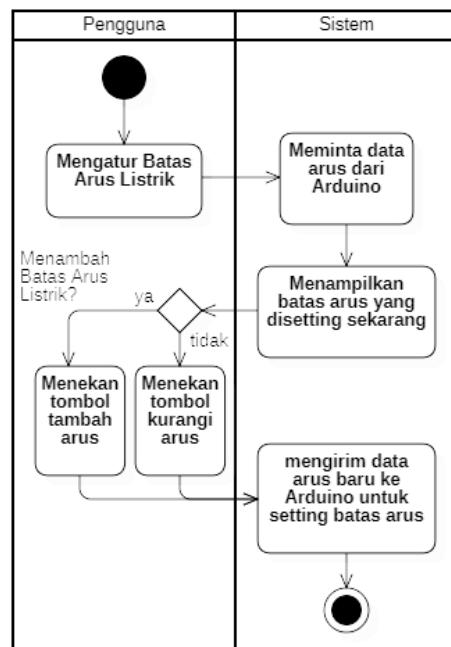
**Gambar 3.5** *Activity Diagram* Mematikan Mesin (sumber: penulis)

b) Menghidupkan mesin



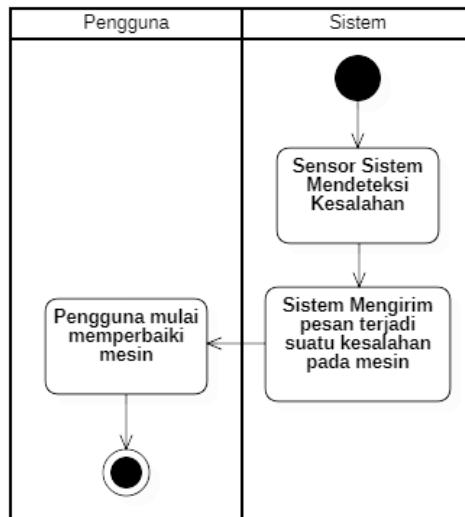
**Gambar 3.6** Activity Diagram Menghidupkan Mesin (sumber: penulis)

c) Manajemen arus listrik mesin



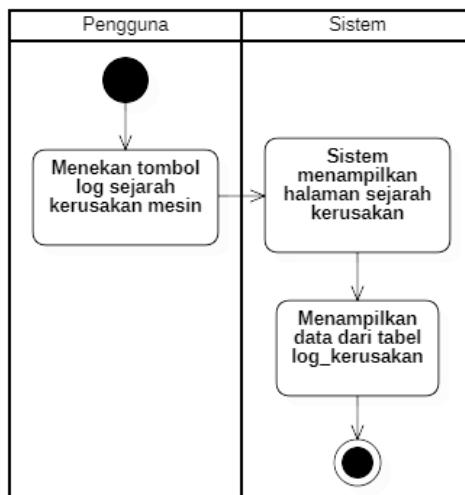
**Gambar 3.7** Activity Diagram Manajemen Arus Listrik Mesin (sumber: penulis)

d) Notifikasi Mesin



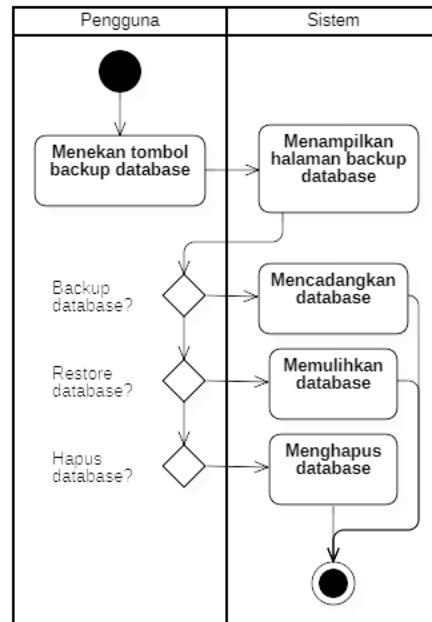
**Gambar 3.8** Activity Diagram Notifikasi Mesin (sumber: penulis)

e) Membaca sejarah kerusakan mesin



**Gambar 3.9** Activity Diagram Sejarah Kerusakan Mesin  
(sumber: penulis)

f) *Backup dan Restore* data sejarah kerusakan mesin



**Gambar 3.10** Activity Diagram *Backup dan Restore Database*  
(sumber: penulis)

#### 4. ER Diagram

ER diagram merupakan salah satu jenis diagram yang digunakan untuk memodelkan struktur *database* aplikasi. Diagram ini menggambarkan variabel dan tipe data sebuah tabel dalam *database* sistem serta hubungan asosiasi antar tabel. Dalam pengembangan aplikasi IoT untuk monitoring mesin miniatur diagram berikut ini menggambarkan struktur tabel untuk menyimpan sejarah kerusakan mesin pada aplikasi yang akan dibuat.

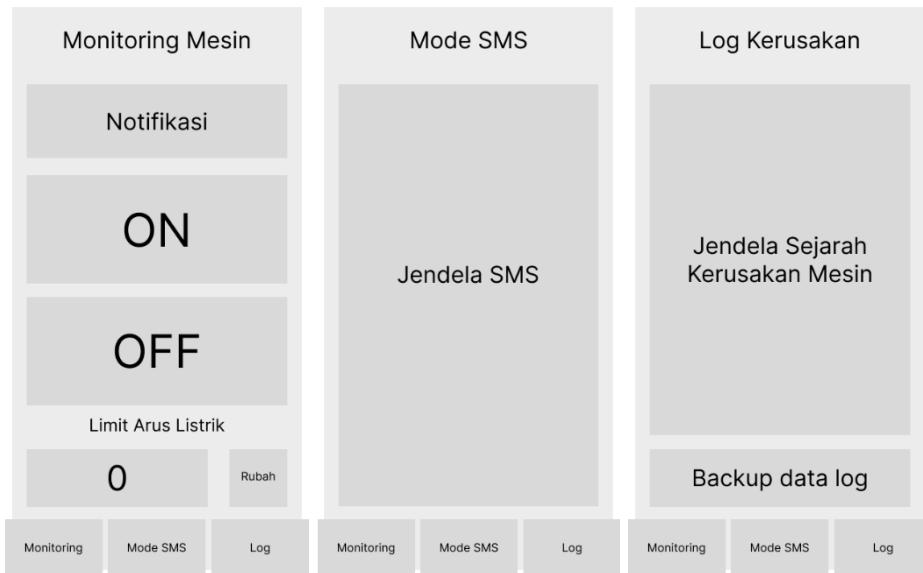
log_kerusakan		
PK	id deskripsi_error	int String date

**Gambar 3.11** ER Diagram Aplikasi IoT Mesin Miniatur Disk Mill  
(sumber: penulis)

#### 5. Mockup UI/UX Aplikasi Monitoring Mesin Miniatur Disk Mill

Selain kontrol manual sistem mesin miniatur Disk Mill yang akan dirancang juga menggunakan kontrol jarak jauh untuk mengendalikan mesin dan memantau mesin. Untuk menerapkannya diperlukan sebuah

aplikasi yang dikembangkan dan diinstal ke *smartphone* agar bisa melakukan pemantauan jarak jauh menggunakan bluetooth maupun sms. Berikut ini adalah gambar *mockup* tampilan UI/UX kontrol mesin yang akan dirancang untuk kontrol mesin menggunakan bluetooth.



**Gambar 3.12** Tampilan *Mockup* UI/UX Aplikasi untuk Monitoring Mesin Miniatur Disk Mill (sumber: penulis)

## G. Rencana Pengujian IoT dan Aplikasi Mesin Miniatur Disk Mill

Untuk menganalisis peforma dan data hasil pengujian dari perancangan sistem tertanam mesin miniatur, data pengujian sistem akan di dokumentasi dalam bentuk sebuah tabel pengujian. Tabel pengujian merupakan sebuah dokumen sistematis yang digunakan untuk mencatat, mengorganisasi dan mengevaluasi hasil uji fungsi dari perangkat arduino. Tabel ini berisi pengujian yang dirancang untuk memastikan setiap fungsi dan peforma pada proyek berbasis arduino bekerja sesuai yang diharapkan. Pengujian *Embedded System* mesin miniatur disk mill akan meliputi beberapa uji coba yang dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

### 1. Rencana Tabel Uji Coba Fungsi Mesin Diskmill

Dalam penelitian dan perancangan sistem IoT mesin miniatur disk mill. Mesin dirancang untuk menggunakan 3 kontrol yaitu kontrol manual, kontrol menggunakan bluetooth dengan aplikasi dan kontrol memakai SMS

*gateway*. Dan juga dirancang sensor untuk pengamanan mesin berupa sensor tegangan dan sensor arus yang menghasilkan data dari pembacaan aliran listrik untuk digunakan pengaman *phase failure* menggunakan *relay* dari pembacaan sensor tegangan dan sensor arus. Semua ini merupakan contoh-contoh fungsi yang akan dibuat pada perancangan sistem tertanam mesin miniatur yang perlu untuk dikumpulkan data hasil uji cobanya dan data tersebut akan dimasukan dalam tabel berikut ini.

**Tabel 3.8** Tabel Rencana Testing Uji Fungsi Sistem Tertanam

No	Fungsi	Hasil	Keterangan

## 2. Rencana Tabel Pengujian *Black Box* Aplikasi

Saat membuat aplikasi, diperlukan untuk melakukan uji coba fitur yang diprogram dan didokumentasi, apakah aplikasi beroperasi dengan baik menggunakan tabel. Tabel ini merupakan proses pengujian aplikasi tanpa mengetahui kode program didalam aplikasi. Berikut tabel pengujian *black box* yang akan digunakan untuk dokumentasi fitur aplikasi.

**Tabel 3.9** Tabel Rencana Pengujian Black Box

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Hasil pengujian	Keterangan

## 3. Rencana Tabel Pengujian Peforma Kontrol Bluetooth

Pengujian peforma kontrol IoT pada perangkat mesin miniatur Disk Mill menggunakan proses evaluasi dan verifikasi terhadap sistem IoT yang dirancang di mesin miniatur dari pengendalian mesin secara jarak jauh dalam perancangan sistem ini untuk dapat mengontrol mesin dari jarak jauh yaitu kontrol lewat bluetooth menggunakan aplikasi. Testing ini bertujuan untuk memastikan keandalan dan peforma sistem kontrol mesin miniatur Disk Mill menggunakan aplikasi. Tabel pengujian peforma kontrol jarak jauh yang akan digunakan pada sistem tertanam mesin miniatur disk mill

menggunakan perangkat IoT HC-05 Bluetooth dapat dilihat pada tabel 3.10 berikut:

**Tabel 3.10** Tabel Rencana Peforma Kontrol Mesin dengan Bluetooth

No	Jenis Perintah	Jarak	Respon sistem	Koneksi Putus	Delay	Hasil

#### 4. Rencana Tabel uji coba notifikasi melalui aplikasi

Perlu untuk melakukan uji coba respon notifikasi saat mengontrol mesin maupun melaporkan kesalahan pada mesin saat mendeteksi anomali. Fitur notifikasi yang mengirim pesan dari mesin ke aplikasi melewati bluetooth maupun sms *gateway* dan berapa lama rata-rata delay notifikasi yang dikirim ke aplikasi dapat dilihat pada tabel 3.11 dan tabel 3.12 berikut:

- a) Peforma notifikasi mesin menggunakan *SMS Gateway*

Bagaimana performa proses sistem saat notifikasi mesin miniatur disk mill menggunakan perangkat IoT SIM800L dengan *SMS Gateway*.

**Tabel 3.11** Tabel Rencana Peforma Notifikasi Mesin dengan *SMS Gateway*

No	Jenis Notifikasi	Respon sistem	Balasan SMS	Delay	Hasil

- b) Peforma notifikasi mesin menggunakan Bluetooth

Bagaimana performa proses sistem saat notifikasi mesin miniatur disk mill menggunakan perangkat IoT HC-05 Bluetooth.

**Tabel 3.12** Tabel Rencana Uji Coba Notifikasi Aplikasi Bluetooth

No	Jenis Notifikasi	Notifikasi dikirim	Delay	Hasil

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Foto Hasil Perancangan Mesin Miniatur**

Berikut gambar dibawah merupakan foto hasil perancangan mesin miniatur disk mill dengan komponen IoT arduino.



**Gambar 4.1** Foto Hasil Perancangan Monitoring Mesin Miniatur Diskmill  
(sumber: penulis)

Didalam mesin terutama pada kotak mesin di bagian kiri pada gambar 4.2 berupa hasil perancangan sistem IoT mesin miniatur dengan komponen IoT yang terdiri dari kontrol fisik beserta antarmuka lcd, *module* komunikasi gsm dan bluetooth untuk komunikasi antara mesin dengan aplikasi android, sensor arus dan sensor tegangan untuk mendeteksi saluran listrik yang mengalir ke mesin, *relay* untuk menyambung aliran listrik, serta *stepdown* LM dan resistor untuk menghambat tegangan dan sinyal *module* komunikasi sesuai spesifikasi. Hasil perancangan komponen-komponen untuk sistem IoT dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



**Gambar 4.2** Foto Hasil Rancangan Sistem IoT di Dalam Mesin Miniatur  
(sumber: penulis)

## B. Pengembangan Sistem IoT Mesin

Untuk melakukan pengembangan sistem IoT untuk mesin miniatur, dibutuhkan *library* pihak ketiga dalam proses pengembangan sistem. Tabel 4.1 dibawah berupa daftar *library* yang dipakai untuk proses pengembangan sistem IoT mesin.

**Tabel 4.1** Daftar *Library* yang Dipakai Untuk Sistem

No	Nama Library
1.	ACS712.h
2.	LiquidCrystal_I2C.h
3	SoftwareSerial.h
4	EncoderStepCounter.h

Saat mesin mendeteksi kesalahan pada arus listrik maupun tegangannya, dibuatkan kode program kontrol otomatis untuk mematikan mesin dan memberi notifikasi *error* ke perangkat android. Pada pemrograman notifikasi untuk *module* Bluetooth diprogram dengan kondisi IF pada pengiriman notifikasi *error* untuk mencegah pengiriman notifikasi berulang-ulang, program notifikasi *error* mesin serta foto *module* bluetooth yang diprogram dapat dilihat pada gambar 4.3 dan sintaks berikut ini.



**Gambar 4.3** Foto *Module* Bluetooth HC-05 Yang Dirancang Di Mesin Miniatur  
(sumber: penulis)

```
//phase failure dan pengiriman data kerusakan ke
//aplikasi flutter
if (error_tegangan == true || error_arus == true)
{ //kondisi pengaman
  digitalWrite(pin_relay, HIGH);
  if (error_tegangan == true) {
    mesin_normal = false;
```

```

    // bluetooth.println("Error Tegangan Listrik
(ERR_T)");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("ERR Tegangan      ");
    if (kirim_error_flutter_satukali == true) { //bugfix
looping kirim error ke database flutter tanpa henti
        bluetooth.write("e1"); //e1 = error 1 tegangan
        kirimSMS("Tegangan listrik mesin bermasalah,
segera diperbaiki.");
        delay(1000); //delay untuk proses sms
        kirim_error_flutter_satukali = false;
    }
    // deteksi_pengaman();
} else if (error_arus == true) {
    mesin_normal = false;
    // bluetooth.println("Error Arus Listrik (ERR_A)");
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("ERR Arus      ");
    if (kirim_error_flutter_satukali == true) {
        bluetooth.write("e2"); //e2 = error 2 arus listrik
        kirimSMS("Arus listrik melebihi batas maksimum
yang diizinkan.");
        delay(1000); //delay untuk proses sms
        kirim_error_flutter_satukali = false;
    }
    // deteksi_pengaman();
}
deteksi_pengaman(); //sensor terus mendekksi meskipun
mesin dimatikan untuk memberitahu pengguna
}

```

Untuk dapat mengirim sms ke android dibuatkan *function* yang dinamakan kirimSMS(), sintaks tersebut digunakan untuk mengirimkan pesan sms saat kondisi *error* mesin terjadi dengan mengeksekusi perintah AT yang dapat dilihat pada kode berikut beserta foto *module gsm* yang dibingkai kuning pada gambar 4.4.



**Gambar 4.4** Foto Module GSM untuk Fitur SMS *Gateway* pada Mesin  
(sumber: penulis)

```

void kirimSMS(String pesan) {
    Serial.println("AT+CMGF=1"); //konfigurasi mode teks
    delay(100);
    Serial.println("AT+CMGS=\\"+6281252848960\\\"");
    //setting nomor penerima sms
    delay(100);
    Serial.println(pesan); //isi pesan notifikasi
    delay(100);
    Serial.write(26); //eksekusi kirim sms
}

```

Selanjutnya agar sensor pengaman mesin dapat mendeteksi tegangan dan arus listrik serta kondisi terjadinya kesalahan saat pembacaan sensor dibuatkan sebuah fungsi sintaks yang dinamakan deteksi\_pengaman(), fungsi sintaks tersebut digunakan untuk mendeteksi saluran listrik yang tersambung dan mengalir ke mesin setiap kali mesin dijalankan.

```

void deteksi_pengaman() {
    float volt_req_mati = 0.4;
    arus = constrain((sensor_arus.getCurrentDC() + 0.22),
    0, 40); //bugfix dengan constrain mencegah value arus
    dari noise bilangan decimal negatif
    adc_val = analogRead(VOLTAGE_IN_PIN);
    adc_volt = (adc_val * ref_volt) / 1024.0;
    in_volt = adc_volt / (R2/(R1+R2));
    // Serial.println(String("Masukan Listrik = ") +
    in_volt + String("V"));
    // Serial.println(String("Arus Mengalir = ") + arus
    + String("A"));
    // Serial.println(String("V:") + in_volt + String("A:")
    + arus + String(" 1A:") + limit_arus); // untuk
    debug
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(in_volt + String("V"));
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print(arus + String("A"));
    if (in_volt < butuh_tegangan) { //phase-failure jika
    ada anomali listrik diputus.
        error_tegangan = true;
    }
    if (arus > limit_arus) { //masalah bila value arus
    keluar negatif dianggap lebih dari batasnya - sudah
    diperbaiki
        error_arus = true;
    }
    if (arus >= (limit_arus * toleransi_arus) && arus <
    limit_arus) { //peringatan arus listrik 80%
        notif_toleransi = true;
    } else {
        notif_toleransi = false;
    }
}

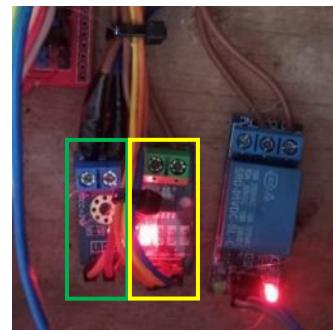
```

```

        }
        delay(500); //delay untuk stabilisasi sensor
    }
}

```

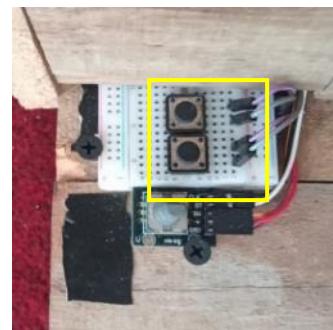
Komponen *module* IoT sensor arus dan sensor tegangan yang diprogram pada mesin dapat dilihat pada gambar 4.5. Di dalam foto, komponen sensor tegangan berupa komponen yang dibingkai hijau di sebelah kiri dan sensor arus yang dibingkai kuning di sebelah kanan.



**Gambar 4.5** Foto Module Sensor Pengaman Arus Dan Tegangan Listrik

(sumber: penulis)

Untuk dapat menghidupkan dan mematikan mesin, salah satu kontrol yang diprogram pada miniatur mesin adalah kontrol fisik yang dirancang dengan dua tombol analog yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



**Gambar 4.6** Foto Tombol Kontrol Fisik Mesin Miniatur (sumber: penulis)

Sintaks yang diprogram untuk membuat kontrol fisik dengan dua tombol analog tersebut diprogram dengan sintaks berikut.

```

//BAGIAN KONTROL FISIK, logic antarmuka mesin memakai
button analog
state_button_on = digitalRead(pin_button_on);
state_button_off = digitalRead(pin_button_off);

```

```

if (mesin_normal == true) {
    if (state_button_off == LOW && state_relay == LOW)
    { // tombol off normal
        digitalWrite(pin_relay, HIGH);
        counter_button_sw = 0; // bugfix saat counter sw
        lebih dari 0 saat off mesin
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin off      ");
        if (kirim_notifikasi_off == true) { //percobaan
            untuk mengurangi bug interferensi sinyal
            bluetooth.write("n0");
            kirim_notifikasi_off = false;
        }
        kirim_notifikasi_on = true;
        // bluetooth.println("Mesin Dimatikan.");
    } else if (state_button_on == LOW && state_relay == HIGH) { // tombol on
        digitalWrite(pin_relay, LOW);
        show_A_once = true; //bugfix switch Rotary Encoder
        counter_button_sw = 0; // reset counter setting
        bugfix
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin on      ");
        if (kirim_notifikasi_on == true) {
            bluetooth.write("n1");
            kirim_notifikasi_on = false;
        }
        kirim_notifikasi_off = true;
        // bluetooth.println("Mesin Menyala.");
    }
}

```

### C. Pengembangan Aplikasi Mesin

Untuk dapat menyimpan data sejarah kerusakan mesin diperlukan untuk memodifikasi konfigurasi aplikasi yang dikembangkan lewat berkas *AndroidManifest.xml* didalam proyek aplikasi menggunakan *framework Flutter* untuk dapat menggunakan fitur *database* dan mendapatkan notifikasi sms dari mesin.

```

<uses-permission
    android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>
<uses-permission
    android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE"/
>
<uses-permission
    android:name="android.permission.MANAGE_EXTERNAL_STORAGE"
/>

```

```

<!-- menyediakan layanan konfigurasi untuk API minimal
level 30 dan keatas -->
<queries>
<!-- jika aplikasi cek untuk bantuan sms -->
<intent>
    <action android:name="android.intent.action.VIEW" />
    <data android:scheme="sms" />
</intent>
<!-- jika aplikasi cek untuk bantuan telepon -->
<intent>
    <action android:name="android.intent.action.VIEW" />
    <data android:scheme="tel" />
</intent>
<!-- jika aplikasi cek untuk bantuan menggunakan browser
smartphone -->
<intent>
    <action
    android:name="android.support.customtabs.action.CustomTab
sService" />
</intent>
</queries>

```

Paket pihak ketiga yang dibutuhkan dalam pengembangan aplikasi monitoring mesin sebagai berikut.

```

flutter_bluetooth_serial: ^0.4.0
intl: ^0.19.0
path_provider: ^2.0.15
permission_handler: ^10.4.5
sqflite: ^2.3.2
url_launcher: ^6.3.0

```

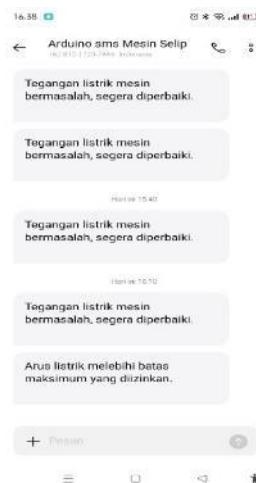
sintaks diatas merupakan daftar paket yang digunakan pada pengembangan aplikasi yang harus di install lewat modifikasi berkas `pubspec.yaml`. Setiap paket memiliki kegunaan masing-masing pada pengembangan aplikasi monitoring mesin. Paket `flutter_bluetooth_serial` digunakan untuk komunikasi Bluetooth antara aplikasi android dengan mesin, paket `intl` berfungsi untuk penggunaan format tanggal untuk dapat memproduksi sejarah notifikasi kerusakan, paket `path_provider` berfungsi untuk mencari berkas didalam android untuk manajemen data, paket `permission_handler` digunakan untuk mengatur izin penggunaan aplikasi, `sqflite` dipakai untuk membuat api pengolahan `database` aplikasi, dan `url_launcher` berfungsi untuk membuat dukungan sms aplikasi.

Gambar-gambar berikut ini merupakan hasil tangkapan layar aplikasi kontrol dan monitoring yang dikembangkan, pertama mulai dari halaman kontrol untuk mengontrol mesin miniatur disk mill menggunakan Bluetooth yang dapat dilihat pada gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Halaman Kontrol Bluetooth (sumber: penulis)

Yang kedua hasil pengembangan halaman SMS untuk dapat melihat pesan notifikasi kerusakan yang terjadi dikirim dari mesin bisa dilihat di gambar 4.8 dibawah.



**Gambar 4.8** Halaman Notifikasi SMS (sumber: penulis)

Ketiga, hasil pengembangan halaman sejarah kerusakan yang dialami mesin dengan pengiriman notifikasi lewat komunikasi bluetooth untuk mengetahui kerusakan mesin yang telah terjadi beserta pengelolaan

pemulihan basis datanya, hasil halaman Sejarah dapat dilihat pada tangkapan layar di gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Halaman Sejarah Kerusakan (sumber: penulis)

#### D. Hasil Pengujian Mesin Miniatur Monitoring

Setelah proses pengembangan, diperlukan untuk menguji coba sistem yang sudah dibuat untuk penelitian peforma dan kelayakan fungsi mesin miniatur disk mill.

##### 1. Hasil Pengujian Fungsi Sistem IoT Mesin Miniatur Disk Mill

Pada pengembangan sistem IoT di mesin dapat dilihat pada tabel 4.2 hasil pengembangan pada masing-masing *module* yang di install ke mesin miniatur disk mill.

**Tabel 4.2** Tabel Hasil Pengujian Fungsi Sistem IoT Mesin

No	Fungsi	Hasil	Keterangan
1	Tombol On	Berfungsi	
2	Tombol Off	Berfungsi	
3	Pemutar <i>Encoder</i> <i>Setting Ampere</i>	Berfungsi	
4	Kontrol Bluetooth	Berfungsi	Digunakan dengan aplikasi <i>mobile</i>
5	Notifikasi SMS	Berfungsi	Perlu beberapa saat sekitar lebih dari 10 detik untuk aktif normal
6	<i>Relay</i> Sambungan Listrik	Berfungsi	
7	Sensor Tegangan	Berfungsi	
8	Sensor Arus	Berfungsi	
9	LCD Display	Berfungsi	

## 2. Hasil Pengujian *Black Box* Aplikasi *Mobile*

Untuk pengujian aplikasi *mobile* monitoring mesin miniatur digunakan metode *black box* untuk uji coba fitur aplikasi, tabel 4.3 menjelaskan dengan detail uji coba aplikasi yang sudah dilakukan.

**Tabel 4.3** Tabel Hasil Pengujian Aplikasi Monitoring

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Hasil pengujian	Keterangan
1	Tombol Bluetooth	Menekan tombol switch Bluetooth	Bluetooth diaktifkan dan dapat mencari perangkat bluetooth	Saat mengaktifkan bluetooth di dalam aplikasi selalu perlu izin aktivasi
2	Tombol Cari	Menekan tombol cari lalu menekan HC-05	Aplikasi android tersambung dengan mesin	
3	Tombol On	Menekan tombol on setelah tersambung dengan mesin	Mesin menyala dan memberi notifikasi ke aplikasi	Terdapat <i>bug</i> notifikasi karena interferensi sinyal dari dinamo mesin yang menyala
4	Tombol Off	Menekan tombol off setelah tersambung dengan mesin	Mesin berhenti dan memberi notifikasi ke aplikasi	
5	Tambah Arus	Menekan tombol tambah arus setelah tersambung dengan mesin	Mesin merubah pengaturan batas arus listrik mesin dan memberikan notifikasi	
6	Kurangi Arus	Menekan tombol kurangi arus setelah tersambung dengan mesin	Mesin merubah pengaturan batas arus listrik mesin dan memberikan notifikasi	
7	Tombol SMS	Menekan tombol navigasi sms	Masuk ke halaman sms	
8	Tombol Sejarah Kerusakan	Menekan tombol navigasi <i>history</i>	Masuk ke halaman sejarah kerusakan	
9	Backup dan Restore database	Menekan tombol <i>backup</i> , kemudian menekan <i>hapus</i> lalu tekan <i>restore database</i>	Pemulihan <i>database</i> sejarah kerusakan mesin dapat dikelola	Pada pemakaian pertama aplikasi akan diminta izin aplikasi dari android

10	Setel waktu	Mengatur setelan waktu di halaman sejarah	Aplikasi menampilkan sejarah kerusakan pada waktu yang ditentukan
----	-------------	---	---

### 3. Hasil Pengujian Peforma Kontrol Bluetooth

Pada pengujian hasil peforma kontrol mesin menggunakan aplikasi dilakukan uji coba untuk mengetahui respon sistem mesin ke aplikasi dengan jarak yang berbeda untuk menentukan kelayakan kontrol mesin menggunakan komunikasi Bluetooth dengan melakukan perintah untuk menjalankan mesin, mengatur batas arus. Hasil uji coba peforma kontrol lewat komunikasi bluetooth dapat dilihat pada gambar grafik 4.10 dan secara detail pada tabel 4.4 dibawah ini.



**Gambar 4.10** Grafik Peforma Kontrol dengan Bluetooth (sumber: penulis)

**Tabel 4.4** Tabel Hasil Peforma Kontrol Mesin dengan Bluetooth

No	Jenis Perintah	Jarak (meter)	Respon sistem	Koneksi Putus	Delay (detik)	Hasil
1	Menjalankan Mesin	1	Ya	Tidak	0,2	Berfungsi
2	Mengatur Batas Arus	1	Ya	Tidak	0,2	Berfungsi
3	Menjalankan Mesin	5	Ya	Tidak	0,2	Berfungsi
4	Mengatur Batas Arus	5	Ya	Tidak	0,2	Berfungsi
5	Menjalankan Mesin	10	Ya	Tidak	0,3	Berfungsi
6	Mengatur Batas Arus	10	Ya	Tidak	0,27	Berfungsi

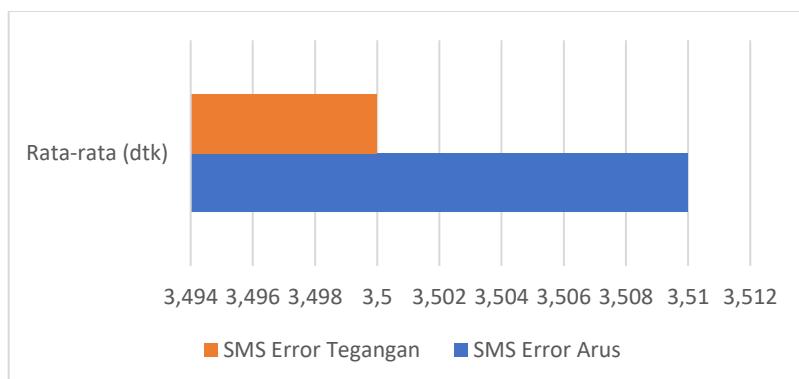
7	Menjalankan Mesin	15	Ya	Tidak	0,39	Berfungsi
8	Mengatur Batas Arus	15	Ya	Tidak	0,4	Berfungsi
9	Menjalankan Mesin	20	Ya	Ya	0,5	Putus-putus
10	Mengatur Batas Arus	20	Ya	Ya	0,5	Putus-putus
11	Menjalankan Mesin	25	Ya	Ya	0,7	Putus-putus
12	Mengatur Batas Arus	25	Ya	Ya	1	Putus-putus
13	Menjalankan Mesin	28	Tidak	Ya	Putus	Tidak Berfungsi
14	Mengatur Batas Arus	28	Tidak	Ya	Putus	Tidak Berfungsi

#### 4. Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi

Uji coba selanjutnya adalah pengujian notifikasi saat terjadi anomali listrik pada mesin miniatur. Pengujian peforma notifikasi terdiri dari dua metode yaitu SMS *Gateway* dan Bluetooth sebagai berikut:

a) Peforma Notifikasi SMS *Gateway*

Hasil peforma respon dan balasan sms yang dikirim oleh mesin ke android dengan rata-rata 0,5 detik dalam jaringan telepon stabil menggunakan sms *gateway* yang dapat dilihat pada gambar 4.11 dan tabel 4.5.



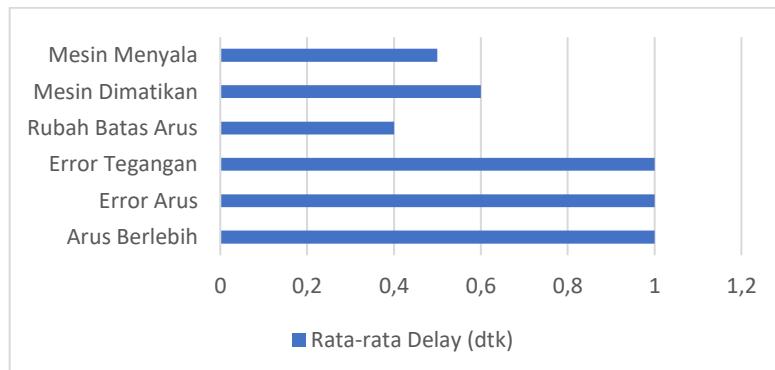
**Gambar 4.11** Grafik Hasil Pengujian Notifikasi dengan SMS *Gateway*  
(sumber: penulis)

**Tabel 4.5** Tabel Hasil Pengujian Peforma Notifikasi dengan SMS *Gateway*

No	Jenis Notifikasi	Respon sistem	Balasan SMS	Delay rata-rata (detik)	Hasil
1	Notifikasi SMS <i>Error Tegangan</i>	Ya	Ya	3,5	Berfungsi
2	Notifikasi SMS <i>Error Arus</i>	Ya	Ya	3,51	Berfungsi

b) Peforma Notifikasi Bluetooth

Hasil pengujian mengirim notifikasi lewat Bluetooth dari mesin ke aplikasi android. Diketahui setelah mesin dinyalakan terdapat *delay* yang diprogram untuk starter mesin selama 3 detik. Waktu yang dihitung merupakan detik setelah *starter* dengan rata-rata delay 1 detik yang dapat dilihat pada gambar grafik 4.12 dan tabel 4.6.



**Gambar 4.12** Grafik Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi dengan Bluetooth  
(sumber: penulis)

**Tabel 4.6** Tabel Hasil Pengujian Notifikasi ke Aplikasi dengan Bluetooth

No	Jenis Notifikasi	Notifikasi dikirim	Delay (detik)	Hasil
1	Mesin Menyala	Ya	0,5	Berfungsi dengan <i>bug</i> karena getaran mesin
2	Mesin Dimatikan	Ya	0,6	Berfungsi
3	Rubah Batas Arus	Ya	0,4	Berfungsi
4	Error Tegangan	Ya	1	Berfungsi dan masuk ke <i>database</i>
5	Error Arus	Ya	1	Berfungsi dan masuk ke <i>database</i>
6	Arus Berlebih	Ya	1	Berfungsi dengan <i>bug</i> karena getaran mesin

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapatkan dari pengembangan sistem IoT untuk monitoring mesin miniatur disk mill, mesin miniatur bisa digunakan seolah-olah menyerupakan mesin miniatur disk mill yang asli dari perancangan sistem IoT kontrol dan dapat dimonitor saat terjadi kesalahan pada saluran listrik yang mengalir ke mesin miniatur untuk keamanan mesin dari penggunaan sensor-sensor pengaman yang diprogram. Aplikasi *mobile* yang dikembangkan dapat mengontrol mesin miniatur dan mendapatkan notifikasi peringatan dari mesin dan dapat menyimpan data waktu kerusakan yang terjadi untuk monitoring mesin miniatur.

#### **B. Saran**

Adapun saran yang diberikan oleh penulis untuk pengembangan selanjutnya maupun riset sistem IoT terkait, penulis menyarankan untuk:

1. Merancang komunikasi untuk menggunakan integrasi aplikasi messenger seperti WhatsApp untuk riset selanjutnya.
2. Untuk *module* komunikasi terutama *module* GSM sebaiknya disolder langsung untuk menghindari *bug* komunikasi jaringan.
3. Merancang sistem masukan debit untuk menentukan bahan yang masuk ke mesin dengan membaca besar arus listrik yang mengalir, semakin besar arus listrik mesin naik maka katup mesin semakin menutup.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arduino (2018). "What is Arduino?". <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arduino (2024). "Arduino Nano Datasheet". <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000005-datasheet.pdf>
- Anantama, A., Apriyantina, A., Samsugi, S., & Rossi, F. (2020). ALAT PANTAU JUMLAH PEMAKAIAN DAYA LISTRIK PADA ALAT ELEKTRONIK BERBASIS ARDUINO UNO. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.712>
- Arafat, A. (2016). SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Technologia : Jurnal Ilmiah*, 7(4). <https://doi.org/10.31602/tji.v7i4.661>
- Ardiansyah, I. R., & Iskandar, J. (2024). *Sistem Monitoring Volume Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan Bermotor Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Sensor Ultrasonik HY-SRF05 (Studi Kasus Pada Perusahaan Travel Narashansha Transportation)*. 1(1).
- Electronicshub (2024), "Interfacing Voltage Sensor with Arduino – Measure up to 25V using Arduino". <https://www.electronicshub.org/interfacing-voltage-sensor-with-arduino/>
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishing.
- Handsontec, "1 Channel 5V Optical Isolated Relay Module Datasheet". <https://handsontec.com/dataspecs/relay/1Ch-relay.pdf>
- Handayani, Y. S., & Kurniawan, A. (2020). Rancang Bangun Prototipe Pengendali Pintu Air Berbasis SMS (Short Message Service) Untuk Pengairan Sawah Menggunakan Arduino. *JURNAL AMPLIFIER: JURNAL ILMIAH BIDANG TEKNIK ELEKTRO DAN KOMPUTER*, 10(2), 34–41. <https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15330>
- Madhar, M. (2018). Rancang Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Kebakaran Dengan Fitur Gps Berbasis Website. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/jati/article/download/1692/1467>
- Mursalin, S. B., & Sunardi, H. (2020). *Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy*. 11(01).
- Raswindo, A., & Faoji, A. (2021). *UJI KAPASITAS MESIN PENEPUNG DISK MILL TIPE FFC 15 MENGGUNAKAN PULLY 7 INCHI*. <http://eprints.poltekegal.ac.id/701/1/jurnal%20agus%20raswindo.pdf>

- Rofii, A., Gunawan, S., & Mustaqim, A. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM PENGAMAN PINTU GUDANG BERBASIS*. 6(2).
- Rosmiati, R., Nirsal, N., & Renaldi, A. (2021). PROTOTYPE KIPAS ANGIN OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR SUHU DHT22, ULTRASONIK HC-SR04, DAN BLUETOOTH HC-05 BERBASIS MIKROKONTROLER. *D'computare: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 11(2), 50–56.  
<https://doi.org/10.30605/dcomputare.v11i2.20>
- Santoso, S., Surjawan, D. J., & Handoyo, E. D. (2020). Pengembangan Sistem Informasi Tukar Barang Untuk Pemanfaatan Barang Tidak Terpakai dengan Flutter Framework. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 6(3).  
<https://doi.org/10.28932/jutisi.v6i3.3071>

## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran 1: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 1



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan May or Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

#### KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

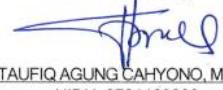
Nama Mahasiswa	: Jati Prakoso
NPM	: 21161562064
Program Studi	: Informatika
Judul Tugas Akhir	: Rancang Bangun <i>Embedded System</i> Untuk Pengembangan Kontrol dan Pengaman Mesin Disk Mill Untuk Monitoring Keamanan Mesin Menggunakan <i>Internet-of-Things</i> Berbasis Arduino dan Flutter
Dosen Pembimbing	: Taufiq Agung Cahyono, M.Kom

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf Pembimbing
1	29 September	bimbingan mencari topik judul		
2	30 September	bimbingan topik judul		
3	10 Oktober	menyusun skripsi bab 1		
4	23 Oktober	menyusun skripsi bab 2		



Tulungagung, 23 Desember 2024

Dosen Pembimbing

  
TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom  
NIDN. 0731109303

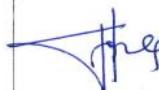
## Lampiran 2: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 2



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan May or Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa	: Jati Prakoso
NPM	: 21161562064
Program Studi	: Informatika
Judul Tugas Akhir	: Rancang Bangun <i>Embedded System</i> Untuk Pengembangan Kontrol dan Pengaman Mesin Disk Mill Untuk Monitoring Keamanan Mesin Menggunakan <i>Internet-of-Things</i> Berbasis Arduino dan Flutter
Dosen Pembimbing	: Taufiq Agung Cahyono, M.Kom

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf Pembimbing
5	28 Oktober	revisi bab 1 dan bab 2		
6	18 November	bimbingan bab 3 dan bimbingan sistem embedded dan software aplikasi		
7	19 November	revisi bab 3		
8	22 November	revisi ulang untuk menambahkan aplikasi mobile dan bimbingan struktural aplikasi		



Tulungagung, 23 Desember 2024  
Dosen Pembimbing

TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom  
NIDN. 0731109303

### Lampiran 3: Kartu Bimbingan Seminar Proposal 3



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan May or Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

#### KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Jati Prakoso  
 NPM : 21161562064  
 Program Studi : Informatika  
 Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Embedded System* Untuk Pengembangan Kontrol dan Pengaman Mesin Disk Mill Untuk Monitoring Keamanan Mesin Menggunakan *Internet-of-Things* Berbasis Arduino dan Flutter  
 Dosen Pembimbing : Taufiq Agung Cahyono, M.Kom

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf Pembimbing
9	29 November	revisi desain aplikasi IoT dan S4PL		
10	2 desember	bimbingan perancangan mesin		
11	12 desember	revisi proposal untuk diteruskan dengan mesin dan fitur tambahan aplikasi		
12				



Tulungagung, 23 Desember 2024  
Dosen Pembimbing

  
TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom  
NIDN. 0731109303

## Lampiran 4: Kartu Bimbingan Skripsi 1

Universitas Bhinneka PGRI

<https://smart.ubhi.ac.id/~siakadu/print/?c=NAmZyUmqGiqKCWb2...>

YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa JATI PRAKOSO  
NPM 21161562064  
Program Studi INFORMATIKA  
Judul Tugas Akhir PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR MESIN DISKMILL BERBASIS IOT  
Dosen Pembimbing TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf Pembimbing
1	24/4/2025	laporan progress skripsi dan bimbingan pengembangan proyek		
2	29/4/2025	fitur Proses sistem.		
3	29/4/2025	Implementasi Sensor 10T.		
4	06/5/2025	Bimbingan Penulisan bab IV & V		



Ketua Program Studi  
JOKO ISKANDAR, M.Kom  
NIDN. 0715028002

Tulungagung, 24 April 2025  
Dosen Pembimbing

TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.  
NIDN. 0731109303

## Lampiran 5: Kartu Bimbingan Skripsi 2

Universitas Bhinneka PGRI

<https://smart.ubhi.ac.id/~siakadu/print/?c=NAmZyUmqGiqKCWb2...>

YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa JATI PRAKOSO  
NPM 21161562064  
Program Studi INFORMATIKA  
Judul Tugas Akhir PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR MESIN DISKMILL  
BERBASIS IOT  
Dosen Pembimbing TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Catatan Dosen Pembimbing	Paraf Pembimbing
5	15/5/2025	Pemulihan bab II.		
6	15/5/2025	Problem Solving bug Snes galau.		
7				
8				



JOKO ISKANDAR, M.Kom  
NIDN. 0715028002

Tulungagung, 24 April 2025  
Dosen Pembimbing

  
TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.  
NIDN. 0731109303

## Lampiran 6: Lembar Pengajuan Judul Tugas Akhir



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan May or Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### FORMULIR PENGAJUAN JUDUL TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Jati Prakoso  
 NPM : 21161562064  
 Program Studi : Informatika  
 Semester / Tahun Akademik : Semester 7, 2024/2025  
 No. HP : 081252848960

No	Rencana Judul Tugas Akhir	Jenis Penelitian
1	RANCANG BANGUN <i>EMBEDDED SYSTEM</i> UNTUK PENGEMBANGAN KONTROL DAN PENGAMAN MESIN DISK MILL UNTUK MONITORING KEAMANAN MESIN MENGGUNAKAN <i>INTERNET-OF-THINGS</i> BERBASIS ARDUINO DAN FLUTTER	Pengembangan Non-Kependidikan
2		
3		

Disetujui  
Dosen Pembimbing

TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom  
NIDN. 0731109303

Tulungagung, 23 Desember 2024

  
JATI PRAKOSO  
NPM. 21161562064

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



JOKO ISKANDAR, M.Kom  
NIDN. 0715028002

## Lampiran 7: Surat Izin Observasi



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos: 66221  
Telepon: (0355) 321426, Surel: [fst.ubhi@gmail.com](mailto:fst.ubhi@gmail.com), Laman: [fst.ubhi.ac.id](http://fst.ubhi.ac.id)

Tulungagung, 21 Oktober 2024

Nomor : 531/SPm/FST/UBhi/X/2024

Lampiran : -

Hal : Permohonan Mengadakan Survey / Penelitian

Kepada Yth. PT. Karya Tepat Santoso

di

Tempat

Dengan hormat,

Dalam rangka menyelesaikan studi di Universitas Bhinneka PGRI, maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyusun Skripsi sebagai satu syarat menyelesaikan Program Sarjana. Dengan ini mohon Bapak/Ibu untuk mengijinkan kepada:

Nama	:	Jati Prakoso
NPM	:	21161562064
Program Studi	:	Informatika
Fakultas	:	Sains dan Teknologi

Kami memohon kepada Bapak/Ibu untuk mengijinkan survey/observasi awal penelitian mahasiswa tersebut diatas pada tanggal 25 Oktober 2024 s.d 02 November 2024. Demikian surat permohonan ini kami buat atas kerjasama yang baik kami ucapan terimakasih.

Dekan,  
  
**Vertika Panggayuh, M.Pd.**  
NIDN. 0715049101

## Lampiran 8: Surat Balasan Observasi



No : KTS001/XI/2024

Lampiran : -

Hal : Izin Survey / Penelitian

Kepada Yth,

Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Bhineka PGRI  
Jl. Mayor Sujadi Timur No. 7  
Tulungagung, Jawa Timur

Dengan Hormat,

Kami perwakilan dari PT. Karya Tepat Santoso, memberikan izin kepada :

Nama	: Jati Prakoso
NPM	: 21161562064
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Sains & Teknologi

Untuk melakukan survey / observasi awal untuk penelitian skripsi.  
Demikian surat ini kami buat atas perhatiannya kami ucapan terimakasih.

PT. KARYA TEPAT SANTOSO

Kediri, 19 November 2024



Mela Indrawati

## Lampiran 9: Surat Izin Penelitian



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7, Tulungagung Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426 | Surel: informatikaubhipgri@gmail.com | Laman: inft.ac.id

### FORMULIR IZIN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Joko Iskandar, M.Kom.  
NIDN : 0715028002  
Jabatan : Ketua Program Studi Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa, mahasiswa berikut:

Nama Mahasiswa : Jati Prakoso  
NPM : 21161562064  
Program Studi : Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Tanggal pelaksanaan : 24 Februari 2025 - 23 Maret 2025  
Tempat pelaksanaan : Tanpa Instansi  
Alamat : Tanpa Instansi  
Tujuan kegiatan : Sebagai syarat untuk penyusunan skripsi/tugas akhir

Dalam rangka menyelesaikan studi di Universitas Bhinneka PGRI, maka mahasiswa tersebut di atas diwajibkan untuk melakukan survey/observasi/penelitian. Formulir ini dibuat untuk mendapatkan Surat Permohonan Izin Penelitian untuk Skripsi/Tugas Akhir dari Fakultas Sains dan Teknologi. Demikian formulir ini kami berikan untuk dapat ditindaklanjuti dan apabila terdapat kekeliruan akan diperbaiki sebagaimana mestinya

Tulungagung, 25 Februari 2025



## Lampiran 10: Balasan Surat Izin Penelitian



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI  
PRODI INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos: 66221  
Telepon: (0335) 321426, Surel: [informatikaubhpgri@gmail.com](mailto:informatikaubhpgri@gmail.com), Laman: [www.inft.ubh.ac.id](http://www.inft.ubh.ac.id)



### SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : JOKO ISKANDAR, M.Kom.

NIDN : 0715028002

Jabatan : Ketua Program Studi Informatika

Dengan ini menyatakan bahwa, mahasiswa berikut:

Nama : JATI PRAKOSO

NPM : 21161562064

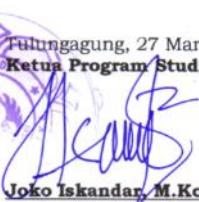
Fakultas : Sains dan Teknologi

Program Studi : Informatika

Judul : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MESIN  
DISK MILL BERBASIS IOT

telah melaksanakan penelitian dengan judul di atas sebagai syarat untuk penyusunan tugas akhir pada Prodi Informatika Fakultas Sains dan Teknologi pada bulan 24 Februari 2025 sampai dengan 23 Maret 2025.

Demikian surat keterangan ini kami berikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Tulungagung, 27 Maret 2025  
Ketua Program Studi Informatika  
  
Joko Iskandar, M.Kom.  
NIDN. 0715028002

## Lampiran 11: Lembar Revisi Seminar Proposal 1



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

Jalan May or Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kod Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### LEMBAR REVISI SEMINAR PROPOSAL

Nama Mahasiswa : Jati Prakoso  
NPM : 21161562064  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Embedded System* Untuk Pengembangan Kontrol dan Pengaman Mesin Disk Mill Untuk Monitoring Keamanan Mesin Menggunakan *Internet-of-Things* Berbasis Arduino dan Flutter

BAB	CATATAN REVISI
BAB 1	<i>Perbaiki judul!</i>
BAB 2	
BAB 3	
LAIN-LAIN	

Tulungagung, 08 Januari 2025  
Penilai Seminar Proposal,

TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.  
NIDN. 0731109303

## Lampiran 12: Lembar Revisi Seminar Proposal 2



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### LEMBAR REVISI SEMINAR PROPOSAL

Nama Mahasiswa : Jati Prakoso  
NPM : 21161562064  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Embedded System* Untuk Pengembangan Kontrol dan Pengaman Mesin Disk Mill Untuk Monitoring Keamanan Mesin Menggunakan *Internet-of-Things* Berbasis Arduino dan Flutter

BAB	CATATAN REVISI
BAB 1	
BAB 2	
BAB 3	
LAIN-LAIN	

Tulungagung, 08 Januari 2025  
Penilai Seminar Proposal,

YAYAK KARTIKA SARI, M.Kom.  
NIDN. 0715109302

### Lampiran 13: Lembar Revisi Skripsi 1



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

#### LEMBAR REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : JATI PRAKOSO  
NPM : 21161562064  
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR MESIN  
DISKMILL BERBASIS IOT

BAB	CATATAN REVISI
BAB 1	..... .....
BAB 2	..... .....
BAB 3	..... .....
BAB 4	..... .....
BAB 5	..... .....
LAIN-LAIN	..... .....

Tulungagung, 26 Mei 2025  
\*Pengaji 1/Pengaji 2,

TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.  
NIDN. 0731109303

\*) Coret yang tidak perlu

## Lampiran 14: Lembar Revisi Skripsi 2



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

### LEMBAR REVISI UJIAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : JATI PRAKOSO  
NPM : 21161562064  
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR MESIN  
DISKMILL BERBASIS IOT

BAB	CATATAN REVISI
BAB 1	<i>Sistematis</i>
BAB 2	
BAB 3	
BAB 4	
BAB 5	
LAIN-LAIN	

Tulungagung, 26 Mei 2025

\*Pengaji 1/Pengaji 2,

YAYAK KARTIKA SARI, M.Kom.

NIDN. 0715109302

\*) Coret yang tidak perlu

## Lampiran 15: Berita Acara



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**

Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos 66221  
Telepon: (0355) 321 426, Surel: info@ubhi.ac.id, Laman: ubhi.ac.id

**BERITA ACARA**  
**PELAKSANAAN UJIAN TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP\***  
**TAHUN AKADEMIK 2024/2025**

Pada hari ini, Senin tanggal 26 bulan Mei tahun 2025 telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir Semester Gasal/Genap\* Tahun Akademik 2024/2025 Universitas Bhinneka PGRI dari pukul 12.00 sampai dengan pukul 17.00.

Program Studi : Informatika  
 Fakultas : Sains dan Teknologi  
 Ruang : R.110  
 Nama : JATI PRAKOSO  
 NPM : 21161562064  
 Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MINIATUR MESIN  
 DISKMILL BERBASIS IOT

Catatan selama pelaksanaan ujian Tugas Akhir:

---



---



---

No	Penguji	Nama	Tanda Tangan
1	Penguji 1	TAUFIQ AGUNG CAHYONO, M.Kom.	
2	Penguji 2	YAYAK KARTIKA SARI, M.Kom.	
3	Mahasiswa	JATI PRAKOSO	

### Lampiran 16: Kartu Audiensi Seminar Proposal



YAYASAN PEMBINA LEMBAGA PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI  
PERSATUAN GURU REPUBLIK INDONESIA (PGRI) TULUNGAGUNG  
**UNIVERSITAS BHINNEKA PGRI**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Jalan Mayor Sujadi Timur Nomor 7 Tulungagung, Kode Pos: 66221  
Telepon: (0355) 321426, Surel: [fst@ubhi.ac.id](mailto:fst@ubhi.ac.id) [fst.ubhi@gmail.com](mailto:fst.ubhi@gmail.com), Laman: [www.fst.ubhi.ac.id](http://www.fst.ubhi.ac.id)

#### DAFTAR HADIR AUDIENSI SEMINAR PROPOSAL

Nama : Jati Prakoso  
NPM : 21161562064  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Program Studi : Informatika  
Pembimbing : Taufiq Agung Cahyono, M.Kom.

No	Penyaji	Judul	Hari / Tanggal	Tanda Tangan Dosen Penilai
1	Amartya Bambang Husuma	Pembangunan Sistem E-Catering Berbasis Web Terintegrasi Websoft-app Catering Pada Usaha Katering Kecamatan Desa Ngantong	Kamis, 16/11/2024	
2	Fajar Fernandi	Pengembangan Sistem Monitoring kualitas Atm Secara Real-time Untuk mendukung kesiap siap atm tawar berbasis Internet of things	Senin, 09/12/2024	
3	Salma Salsabila Dwinta	Evaluasi dan Rekomendasi Perbaikan Pada Pengembangan aplikasi Pencari kopi jimat/menggunakan Sistem Maturity Model	Jumat, 13/12/2024	
4	Wahyu Wildie Sanputra	Rancangan bangun sistem Absensi Pospas takson menggunakan Rondo Frequency Identification Studi kasus SMK Katolik Santo Thomas Aquino Tulungagung	Selasa, 19/01/2025	

Tulungagung, 19 Mei 2025  
Pendaftar,

Jati Prakoso  
NPM. 21161562064

**Lampiran 17: Dokumentasi Wawancara**

### Lampiran 18: Lembar Hasil Wawancara 1

FORM WAWANCARA KARYAWAN PT KARYA TEPAT SANTOSO													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Hari / Tanggal</td> <td style="width: 50%;">Sabtu 126-10-2024</td> <td rowspan="4" style="width: 25%; text-align: center; vertical-align: middle;">   <b>PT. KARYA TEPAT SANTOSO</b>  <small>GURAH - KEDIRI</small> </td> </tr> <tr> <td>Narasumber</td> <td>Muhammad Eva Sefikwun</td> </tr> <tr> <td>Pekerjaan</td> <td>Admin</td> </tr> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Kediri</td> </tr> </table>	Hari / Tanggal	Sabtu 126-10-2024	 <b>PT. KARYA TEPAT SANTOSO</b> <small>GURAH - KEDIRI</small>	Narasumber	Muhammad Eva Sefikwun	Pekerjaan	Admin	Lokasi	Kediri	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: right; padding: 5px;">TTD</td> <td style="width: 50%; text-align: left; padding: 5px;">Muhammad Eva S</td> </tr> </table>	TTD	Muhammad Eva S	<p><b>Pertanyaan:</b> Apa saja fungsi utama yang diperlukan untuk mengontrol mesin diskmill?</p> <p><b>Jawaban:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pneumatic Cylinder untuk input</li> <li>2. Control Ampere</li> <li>3. Phase Failure</li> <li>4. Star Delta</li> </ol> <p><b>Pertanyaan:</b> Menurut anda pengaman apa saja yang dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan mesin diskmill?</p> <p><b>Jawaban:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pneumatic Cylinder untuk menekukkan jumlah debit bahan masuk</li> <li>2. Control Ampere untuk membatasi beban motor</li> <li>3. Phase Failure untuk mencegah kerusakan motor tiga phase apabila ada salah satu phase yang</li> </ol> <p><b>Pertanyaan:</b> Jika terjadi kesalahan pada mesin bagaimana pendapat anda jika mesin memiliki fitur peringatan secara otomatis?</p> <p><b>Jawaban:</b> tidak ada atau kurang fitur yang untuk mencegah kerusakan harus ada fitur peringatan secara otomatis</p> <p><b>Pertanyaan:</b> Misal jika kesalahan telah terjadi, bagaimana pendapat anda jika mesin dapat otomatis melaporkan peringatan ke handphone lewat internet?</p> <p><b>Jawaban:</b></p> <p>Banyak manfaat fitur otomatis tersebut guna efisiensi biaya operasional mesin</p>
Hari / Tanggal	Sabtu 126-10-2024	 <b>PT. KARYA TEPAT SANTOSO</b> <small>GURAH - KEDIRI</small>											
Narasumber	Muhammad Eva Sefikwun												
Pekerjaan	Admin												
Lokasi	Kediri												
TTD	Muhammad Eva S												

## Lampiran 19: Lembar Hasil Wawancara 2

### FORM WAWANCARA KARYAWAN PT KARYA TEPAT SANTOSO

Hari / Tanggal	Sabtu /26 -10- 2024	TTD
Narasumber	Ahmad Rizal J.Yusni	
Pekerjaan	Mekanikal drafter & CNC Programming	KTS PT KARYA TEPAT SANTOSO URAH - KEDIRI
Lokasi	Kediri	Ach Rizal J.Yusni

Pertanyaan: Apa saja fungsi utama yang diperlukan untuk mengontrol mesin diskmill?	Jawaban: - Pneumatic cylinder untuk input - control Amperie - phase failure - 5 tara delta
Pertanyaan: Menurut anda pengaman apa saja yang dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan mesin diskmill?	Jawaban: - pneumatic Cylinder untuk menahan jumlah debri bahan masuk - Control amperie untuk membatasi bahan - Phase fluid digunakan untuk mencegah kerusakan major
Pertanyaan: Jika terjadi kesalahan pada mesin bagaimana pendapat anda jika mesin memiliki fitur peringatan secara otomatis?	Jawaban: Sangat bagus karena dapat mencegah kerusakan lohn yg kemungkinan dapat terjadi
Pertanyaan: Misal jika kesalahan telah terjadi, bagaimana pendapat anda jika mesin dapat otomatis melaporkan peringatan ke handphone lewat internet?	Jawaban: Menurut Saya jika mesin dapat otomatis melaporkan peringatan ke handpone Sangatlah bagus agar dapat meminimalisir kerusakan beruntun akibat kerusakan yg tidak terdeteksi / terlambat pengamanan

## Lampiran 20: Lembar Hasil Wawancara 3

### FORM WAWANCARA KARYAWAN PT KARYA TEPAT SANTOSO

Hari / Tanggal	Sabtu / 26 - 10 - 2024	TTD
Narasumber	Krisna Agung Prasetyo	
Pekerjaan	Teknisi Listrik	 PT. KARYA TEPAT SANTOSO Krisna Agung Prasetyo
Lokasi	Kediri	

<b>Pertanyaan:</b> Apa saja fungsi utama yang diperlukan untuk mengontrol mesin diskmill?	<b>Jawaban:</b> 1. Pneumatic Cylinder untuk Input 2. Control Ampere 3. Phase Failure 4. Star Delta
<b>Pertanyaan:</b> Menurut anda pengaman apa saja yang dibutuhkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan mesin diskmill?	<b>Jawaban:</b> 1. Pneumatic Cylinder untuk menentukan jumlah debit bahan masuk 2. Control Ampere untuk membatasi beban motor 3. Phase Failure untuk mencegah kerusakan motor tiga fasa apabila ada salah satu phase yang tidak ada
<b>Pertanyaan:</b> Jika terjadi kesalahan pada mesin bagaimana pendapat anda jika mesin memiliki fitur peringatan secara otomatis?	<b>Jawaban:</b> Menurut Saya Bagus karena Setiap mesin harus ada fitur peringatan otomatis
<b>Pertanyaan:</b> Misal jika kesalahan telah terjadi, bagaimana pendapat anda jika mesin dapat otomatis melaporkan peringatan ke handphone lewat internet?	<b>Jawaban:</b> Menurut Saya mungkin bisa diterapkan guna efisiensi waktu dan biaya juga bisa memudahkan teknisi

### Lampiran 21: *Source Code Sistem IoT Monitoring Miniatur Disk Mill*

```

//library arduino
#include <AC712.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <EncoderStepCounter.h>

//pin module arduino
int pin_button_on = 10; //pin button
int pin_button_off = 11;
SoftwareSerial bluetooth(2, 3); //pin bluetooth: RX, TX
#define CLK 4 //pin Rotary Encoder putaran CLK dan DT
#define DT 5
EncoderStepCounter REncoder(CLK, DT);
#define SW 6 //pin tombol Rotary Encoder
int pin_relay = 7; //Pin untuk relay
// int pin_button_mode = 8; //pin untuk ganti mode komunikasi
// SoftwareSerial sms_gateway(9, 8); //pin SIM800L: 0/RX -> TX,
// 1/TX -> RX -digantikan menggunakan hardware serial
#define VOLTAGE_IN_PIN A0 //pin sensor tegangan
ACS712 sensor_arus(ACS712_30A, A1); //pin sensor arus
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //setting module lcd i2c

// Variable untuk storing incoming value seperti state module
int state_button_on; //state interface button on dan off
int state_button_off;
int state_relay = HIGH; //state relay
int state_button_mode; // state button ganti mode komunikasi
char incoming_value; //state char masukan bluetooth
// String incoming_value; //state String masukan bluetooth - rusak
float adc_volt = 0.0; //float variabel adc
float in_volt = 0.0; //float input voltage
float R1 = 30000.0; //nilai resistor R1
float R2 = 7500.0; //dan R2 divider sensor tegangan dc
float ref_volt = 5.0; //referensi sensor voltage sensor tegangan
int adc_val = 0; //integer value adc untuk baca listrik
float arus = 0.0; //value arus listrik
int state_button_sw; //state button SW Rotary Encoder
int counter_button_sw = 0; //counter sw encoder
float counterA = 20.0; //counter ampere encoder
// int countdownTime = 0; //timer
// signed char state_rotary_last = 0;
// bool error_pengaman; //boolean pengaman

// nilai boolean sensor
bool error_tegangan = false;
float butuh_tegangan = 6.0;
bool error_arus = false;
float limit_arus = 20.0;
bool notif_toleransi = false;
float toleransi_arus = 0.7;
bool mesin_normal = true; //variabel untuk menghentikan user
menyalakan mesin saat ada kerusakan mesin

```

```

bool delay_starter_pengaman = true; //delay sensor untuk
lonjakan listrik awal
// boolean untuk pengecekan pertama dan setting
// bool sensor_loop = true;
bool show_A_once = true;
bool kirim_error_flutter_satukali = true;
bool kirim_notifikasi_on = true;
bool kirim_notifikasi_on_toleransi = false;
bool kirim_notifikasi_off = true;
// bool modeSMS = false;
// bool rubah_BT_run = false;
// bool rubah_SMS_run = false;

void setup() {
    // Sets the data rate in bits per second (baud)
    Serial.begin(9600); //untuk transmisi module gsm sim8001
    // sms_gateway.begin(9600); //untuk debug testing module gsm
    bluetooth.begin(9600); //untuk transmisi data bluetooth
    lcd.begin(); //setup module lcd
    lcd.backlight();
    lcd.print(" Menyiapkan... ");
    pinMode(pin_relay, OUTPUT); //set pin relay ke output
    digitalWrite(pin_relay, HIGH); //inisialisasi relay ke HIGH
    (off/mati)
    pinMode(pin_button_on, INPUT_PULLUP); //button on
    pinMode(pin_button_off, INPUT_PULLUP); //button off
    sensor_arus.calibrate(); //kalibrasi sensor arus
    REncoder.begin(); //input Rotary Encoder
    pinMode(SW, INPUT_PULLUP); //button encoder
    delay(2000); //delay untuk aktivasi module sim8001 normal
    Serial.println("AT"); //tes handshake koneksi module
    // updateSerialSIM(); //untuk debug module sim8001
    delay(100);
    lcd.clear();
    lcd.print(" Mesin DiskMill ");
}

void loop() {
    // Put your main code here, to run repeatedly:
    //BAGIAN ANTARMUKA LCD, ROTARY ENCODER, INISIALISASI PENGAMAN,
    KIRIM DATA ERROR
    // lcd.clear();
    if (state_relay == HIGH) {
        delay_starter_pengaman = true;
        // bluetooth.write("n0"); //n0 = mati
        state_button_sw = digitalRead(SW); //function untuk update
        counter encoder
        if (state_button_sw == LOW) {
            counter_button_sw++;
            // Serial.println(counter_button_sw); //untuk debug
            delay(200);
        }
        if (counter_button_sw == 1) { //setting Ampere analog
            if (show_A_once == true) { //kode print LCD ini membuat
                fungsi encoder ngebug tanpa IF untuk interaksi awal dengan user
                lcd.setCursor(0, 1);
            }
        }
    }
}

```

```

        lcd.print(String("LimitA: ") + counterA + String("A"));
        // Serial.println(counterA); // untuk debugging
        show_A_once = false;
    }
    REncoder.tick();
    signed char state_rotary_A = REncoder.getPosition();
    if (state_rotary_A != 0) {
        counterA = counterA + state_rotary_A;
        counterA = constrain(counterA, 0, 30);
        REncoder.reset();
        lcd.setCursor(0, 1); //interface update di LCD
        lcd.print(String("LimitA: ") + counterA + String("A"));
        // Serial.println(counterA); //untuk debug keluaran
    }
} else if (counter_button_sw == 2) { //kembali ke awal
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("          ");
    counter_button_sw = 0;
    show_A_once = true;
}
} else if (state_relay == LOW) {
    // bluetooth.write("n1"); //n1 = hidup
    if (delay_starter_pengaman == true) {
        delay(3000);
        delay_starter_pengaman = false;
    }
    deteksi_pengaman();
    // notifikasi jika arus listrik 80% saat mesin menyala
    if (notif_toleransi == true) {
        bluetooth.write("n2");
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.println("Arus Berlebih!  ");
        kirim_notifikasi_on_toleransi = true;
    } else if (notif_toleransi == false &&
    kirim_notifikasi_on_toleransi == true) {
        bluetooth.write("n1");
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.println("Mesin on          ");
        kirim_notifikasi_on_toleransi = false;
    }
    // else {
    //     bluetooth.println("Mesin Menyala.");
    // }
    // // reset untuk fungsi error
    // kirim_error_flutter_satukali = true;
    // function untuk update counter encoder
    state_button_sw = digitalRead(SW);
    // tombol alih timer ke ampere
    if (state_button_sw == LOW) {
        counter_button_sw++;
        // Serial.println(counter_button_sw);
        delay(200);
    }
    if (counter_button_sw == 1) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.println(String("ON | V:") + in_volt);
    }
}

```

```

    } else if (counter_button_sw == 2) {
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.println("ON | A:") + arus);
    } else if (counter_button_sw == 3) {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin on      ");
        counter_button_sw = 0;
    }
}
//phase failure dan pengiriman data kerusakan ke aplikasi
flutter
if (error_tegangan == true || error_arus == true) { //kondisi
pengaman
    digitalWrite(pin_relay, HIGH);
    if (error_tegangan == true) {
        mesin_normal = false;
        // bluetooth.println("Error Tegangan Listrik (ERR_T)");
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("ERR Tegangan      ");
        if (kirim_error_flutter_satukali == true) { //bugfix
looping kirim error ke database flutter tanpa henti
            bluetooth.write("e1"); //e1 = error 1 tegangan
            kirimSMS("Tegangan listrik mesin bermasalah, segera
diperbaiki.");
            delay(1000); //delay untuk proses sms
            kirim_error_flutter_satukali = false;
        }
        // deteksi_pengaman();
    } else if (error_arus == true) {
        mesin_normal = false;
        // bluetooth.println("Error Arus Listrik (ERR_A)");
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("ERR Arus      ");
        if (kirim_error_flutter_satukali == true) {
            bluetooth.write("e2"); //e2 = error 2 arus listrik
            kirimSMS("Arus listrik melebihi batas maksimum yang
diizinkan.");
            delay(1000); //delay untuk proses sms
            kirim_error_flutter_satukali = false;
        }
        // deteksi_pengaman();
    }
    deteksi_pengaman(); //sensor terus mendeksi meskipun mesin
dimatikan untuk memberitahu pengguna
}
//BAGIAN KONTROL BLUETOOTH
state_relay = digitalRead(pin_relay);
limit_arus = counterA; //memasukan data limit arus baru ke
variabel
if (mesin_normal == true && bluetooth.available() > 0)
{ //jika tersambung bluetooth perintah dibawah berjalan
    incoming_value = bluetooth.read(); //baca the transmisi data
dari bluetooth lalu store ke variable
    // Serial.println(incoming_value); //print Value
    incoming_value di serial monitor untuk debug
}

```

```

    //cek apakah value incoming_value dengan IF ELSE untuk
    komunikasi bluetooth
    if (incoming_value == '0' && state_relay == LOW) {
        digitalWrite(pin_relay, HIGH); // If value is 0, turn OFF
        the device
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin off      ");
        if (kirim_notifikasi_off == true) {
            bluetooth.write("n0");
            kirim_notifikasi_off = false;
        }
        // bluetooth.println("Mesin Dimatikan.");
        // incoming_value = ''; // bugfix reset transmisi untuk
        tidak kirim pesan ke flutter terus menerus
        kirim_notifikasi_on = true;
        delay(300); //diberi delay untuk stabilisasi transmisi
    } else if (incoming_value == '1' && state_relay == HIGH) {
        digitalWrite(pin_relay, LOW); // If value is 1, turn ON
        the device
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin on      ");
        if (kirim_notifikasi_on == true) {
            bluetooth.write("n1");
            kirim_notifikasi_on = false;
        }
        // bluetooth.println("Mesin Menyala.");
        // incoming_value = ''; // bugfix reset transmisi untuk
        tidak kirim pesan ke flutter terus menerus
        show_A_once = true; //bugfix lcd mesin
        kirim_notifikasi_off = true;
        delay(300);
    } else if (incoming_value == 'a' && state_relay == HIGH)
    { //tambahi limit_arus
        counterA = counterA + 1;
        counterA = constrain(counterA, 0, 30);
        lcd.setCursor(0, 1); //interface update di LCD
        lcd.print(String("LimitA: ") + counterA + String("A"));
        // Serial.println(limit_arus); //untuk debug
        bluetooth.println(String("Batas Arus: ") + floor(counterA)
+ String("V")); //percobaan kirim data pesan ke flutter versi 4
        // incoming_value = ''; // bugfix reset transmisi untuk
        tidak kirim pesan ke flutter terus menerus
        delay(300);
    } else if (incoming_value == 'b' && state_relay == HIGH)
    { //tambahi limit_arus
        counterA = counterA - 1;
        counterA = constrain(counterA, 0, 30);
        lcd.setCursor(0, 1); //interface update di LCD
        lcd.print(String("LimitA: ") + counterA + String("A"));
        // Serial.println(limit_arus); //untuk debug
        bluetooth.println(String("Batas Arus: ") + floor(counterA)
+ String("V")); //percobaan kirim data pesan ke flutter versi 4
        incoming_value = ""; // bugfix reset transmisi untuk tidak
        kirim pesan ke flutter terus menerus
    }
}

```

```

        delay(300);
    } else if (incoming_value == 'x' && state_relay == HIGH)
{ //tombol alih mode sms tidak jadi dipakai karena pindah
memakai hardware serial
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Mengaktifkan SMS");
    bluetooth.println("Mengaktifkan Mode SMS");
    delay(300);
    // rubah_SMS_run = true;
    // incoming_value == ' ';
    // modeSMS = true;
}
//BAGIAN KONTROL FISIK, logic antarmuka mesin memakai button
analog
state_button_on = digitalRead(pin_button_on);
state_button_off = digitalRead(pin_button_off);
if (mesin_normal == true) {
    if (state_button_off == LOW && state_relay == LOW) { //tombol off normal
        digitalWrite(pin_relay, HIGH);
        counter_button_sw = 0; // bugfix saat counter sw lebih
dari 0 saat off mesin
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin off      ");
        if (kirim_notifikasi_off == true) { //percobaan untuk
mengurangi bug interferensi sinyal
            bluetooth.write("n0");
            kirim_notifikasi_off = false;
        }
        kirim_notifikasi_on = true;
        // bluetooth.println("Mesin Dimatikan.");
    } else if (state_button_on == LOW && state_relay == HIGH)
{ // tombol on
        digitalWrite(pin_relay, LOW);
        show_A_once = true; //bugfix switch Rotary Encoder
        counter_button_sw = 0; // reset counter setting bugfix
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0, 0);
        lcd.print("Mesin on      ");
        if (kirim_notifikasi_on == true) {
            bluetooth.write("n1");
            kirim_notifikasi_on = false;
        }
        kirim_notifikasi_off = true;
        // bluetooth.println("Mesin Menyala.");
    }
    delay(1); //delay untuk stabilisasi loop
}
void deteksi_pengaman() {
    float volt_req_mati = 0.4;
}

```

```

    arus = constrain((sensor_arus.getCurrentDC() + 0.22), 0, 40);
    //bugfix dengan constrain mencegah value arus dari noise
    bilangan decimal negatif
    adc_val = analogRead(VOLTAGE_IN_PIN);
    adc_volt = (adc_val * ref_volt) / 1024.0;
    in_volt = adc_volt / (R2/(R1+R2));
    // Serial.println(String("Masukan Listrik = ") + in_volt +
    String("V"));
    // Serial.println(String("Arus Mengalir = ") + arus +
    String("A"));
    // Serial.println(String("V:") + in_volt + String(" A:") +
    arus + String(" 1A:") + limit_arus); // untuk debug
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(in_volt + String("V"));
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print(arus + String("A"));
    if (in_volt < butuh_tegangan) { //phase-failure jika ada
    anomali listrik diputus.
        error_tegangan = true;
    }
    if (arus > limit_arus) { //masalah bila value arus keluar
    negatif dianggap lebih dari batasnya - sudah diperbaiki
        error_arus = true;
    }
    if (arus >= (limit_arus * toleransi_arus) && arus <
    limit_arus) { //peringatan arus listrik 80%
        notif_toleransi = true;
    } else {
        notif_toleransi = false;
    }
    delay(500); //delay untuk stabilisasi sensor
}
void kirimSMS(String pesan) {
    Serial.println("AT+CMGF=1"); //konfigurasi mode teks
    delay(100);
    Serial.println("AT+CMGS=\"+6281252848960\""); //setting nomor
    penerima sms
    delay(100);
    Serial.println(pesan); //isi pesan notifikasi
    delay(100);
    Serial.write(26); //eksekusi kirim sms
}
// //untuk debugging sim800l, hapus atau dikomen setelah/jika
tidak digunakan
// void updateSerialsSIM() {
//     delay(50);
//     while (Serial.available()) {
//         sms_gateway.write(Serial.read());
//     }
//     while (sms_gateway.available()) {
//         Serial.write(sms_gateway.read());
//     }
// }

```