

LAPORAN TUGAS AKHIR 2

Safety dan Security untuk Monitoring Jarak Jauh Pada Mesin SCFE



Penyusun:

Kayyis Sirrdan Muttaqin (20524053)

Tiara Azhari Anstrong (20524199)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Safety dan Security untuk Monitoring Jarak Jauh Pada Mesin SCFE

Penyusun:

Kayyis Sirrdan Muttaqin (20524053)

Tiara Azhari Anstrong (20524199)

Yogyakarta, 03 Maret 2024

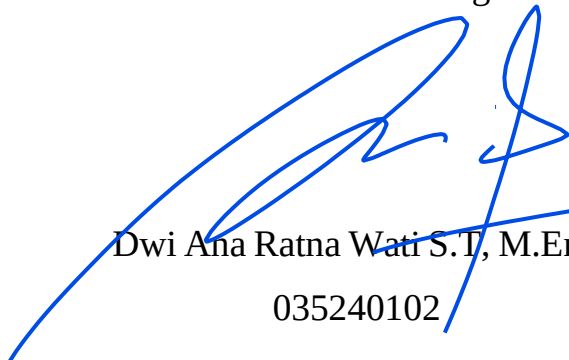
Dosen Pembimbing 1



Medilla Kusriyanto S.T, M.Eng

015240101

Dosen Pembimbing 2



Dwi Ana Ratna Wati S.T, M.Eng

035240102

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Safety dan Security untuk Monitoring Jarak Jauh Pada

Mesin SCFE

Disusun oleh:

Kayyis Sirrdan Muttaqin 20524053

Tiara Azhari Anstrong 20524199

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 26 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 1

: Dr. Eng. Hendra Setiawan, S.T., M.T.

Anggota Penguji 2

: PM. IR. DR. NASRUL HUMAIMI BIN MAHMOOD

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 6 Agustus 2024

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 02-Agustus-2024


KAYYIS SIRRDAN MUTTAQIN (20524053)


TIARA AZHARI ANSTRONG (20524199)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	3
DAFTAR ISI	5
DAFTAR GAMBAR	7
DAFTAR TABEL	9
RINGKASAN	10
BAB 1. PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah	11
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan	16
1.4 Batasan Masalah	17
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan	17
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	19
2.1 Studi Literatur dan Observasi	19
2.1.1 Kajian Terhadap Solusi-solusi Sejenis	19
2.2 Dasar Teori	23
2.2.1 <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i>	23
2.2.2 <i>Solenoid Door Lock</i>	24
2.2.3 Arduino Mega 2560	24
2.2.4 SIM900a	25
2.2.5 Keypad	26
2.2.6 Sensor Tekanan	26
2.2.7 RTC (<i>Real Time Clock</i>)	27
2.2.8 RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>)	27
2.2.9 <i>Buzzer</i>	28
2.3 Analisis <i>Stakeholder</i>	29
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	29
2.5 Spesifikasi Sistem	30
BAB 3. USULAN SOLUSI	31
3.1 Usulan Solusi 1	32
3.1.1 Desain Sistem 1	32
3.1.2 Rencana Anggaran Desain 1	39
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1	40
3.1.4 Pengukuran Performa	41
3.2 Usulan Solusi 2	42
3.2.1. Desain Sistem 2	42

3.2.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 2	50
3.2.3 Analisis Risiko Desain 2	51
3.2.4 Pengukuran Performa	52
3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	52
3.4 Gantt Chart	55
3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	57
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN	60
4.1 Hasil Rancangan Sistem	60
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	62
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS	65
5.1 Analisis Hasil	65
5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	65
5.1.1.1 <i>Sensor Pressure Transmitter</i>	66
5.1.1.2 Pengujian <i>Radio Frequency Identification (RFID) Reader</i>	71
5.1.1.3 Pengujian Keypad Matriks 4x4	73
5.1.1.4 Pengujian <i>Solenoid Door Lock, Buzzer</i> dan Lampu LED	75
5.1.1.5 Pengujian <i>Driver Relay</i>	78
5.1.1.6 Pengujian <i>Liquid Crystal Display (LCD) 20x4</i>	78
5.1.1.7 Pengujian SIM800L	80
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem	83
5.1.3 Pengalaman Pengguna	84
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	86
5.2 Dampak Implementasi Sistem	93
5.2.1. Aspek Teknologi/Inovasi	94
5.2.2. Aspek Sosial	94
5.2.3. Aspek Ekonomi	94
5.2.4. Aspek Lingkungan	94
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	95
6.1 Kesimpulan	95
6.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN – LAMPIRAN	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur kerja mesin SCFE	11
Gambar 2.1 Mesin SCFE	24
Gambar 2.2 <i>Solenoid Door Lock</i>	24
Gambar 2.3 <i>Mikrokontroler</i>	25
Gambar 2.4 SIM900a	26
Gambar 2.5 Keypad	26
Gambar 2.6 Sensor tekanan	27
Gambar 2.7 RTC DS3231	27
Gambar 2.8 RFID (<i>Radio Frequency Identification</i>)	28
Gambar 2.9 <i>Buzzer</i>	28
Gambar 3.1 Siklus <i>design thinking</i>	31
Gambar 3.2 Desain usulan 1	33
Gambar 3.3 Alur kerja	34
Gambar 3.4 Blok diagram	34
Gambar 3.5 Flowchart desain usulan 1 bagian <i>security</i>	36
Gambar 3.6 Flowchart desain usulan 1 bagian <i>safety</i>	37
Gambar 3.7 Rangkaian skematik	38
Gambar 3.8 Desain usulan 2	43
Gambar 3.9 Alur kerja	44
Gambar 3.10 Blok diagram	44
Gambar 3.11 Flowchart desain usulan 2 bagian <i>security</i>	46
Gambar 3.12 Flowchart desain usulan 2 bagian <i>safety</i>	47
Gambar 3.13 Rangkaian skematik	48
Gambar 4.1 Data pendukung komponen	60
Gambar 4.2 Bentuk 3D box penyimpanan komponen	61
Gambar 5.1 Tampilan kalibrasi sensor <i>pressure</i>	68
Gambar 5.2 Nilai parameter untuk menghitung tekanan	68
Gambar 5.3 Grafik hasil percobaan <i>pressure</i> 1 dan 2	69
Gambar 5.4 Pembacaan pada sensor <i>pressure</i>	70
Gambar 5.5 Ketika mencapai tekanan >1000 maka GSM akan menelpon	70
Gambar 5.6 Tampilan ketika GSM menelpon	71
Gambar 5.7 Ketika Card ID dan Tag RFID di tap	73
Gambar 5.8 Tampilan program untuk <i>scanning</i> keypad	74
Gambar 5.9 Tampilan pengujian keypad	75
Gambar 5.10 Ketika keypad ditekan	75
Gambar 5.11 Kondisi ketika <i>solenoid</i> tertutup dan terbuka	76

Gambar 5.12 Kondisi LED	77
Gambar 5.13 Tampilan riwayat di Micro SD	77
Gambar 5.14 Kondisi ketika relay bekerja dengan baik	78
Gambar 5.15 Tampilan <i>script</i> program LCD	79
Gambar 5.16 Hasil pengujian LCD	79
Gambar 5.17 Telepon yang masuk ketika batas sensor <i>pressure</i> >1000	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengguna	14
Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis	20
Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras SAFAME 1	38
Tabel 3.2 Rencana anggaran pengembangan sistem SAFAME 1	40
Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras SAFAME 2	48
Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem SAFAME 2	51
Tabel 3.5 Perbandingan usulan 1, dan usulan 2	53
Tabel 3.6 <i>Decision matrix analysis unweighted assessment</i>	55
Tabel 3.7 <i>Decision matrix analysis weighted assessment</i>	55
Tabel 3.8 <i>Gantt chart</i> pelaksanaan <i>capstone project</i> SAFAME	56
Tabel 3.9 Realisasi aktivitas pelaksanaan Tugas Akhir 1	57
Tabel 5.1 Hasil percobaan sensor <i>pressure</i>	69
Tabel 5.2 Data pengujian deteksi jarak <i>tag ID</i> terhadap <i>RFID reader</i>	72
Tabel 5.3 Waktu baca <i>RFID reader</i>	72
Tabel 5.4 Simulasi pengujian alat oleh <i>user</i>	76
Tabel 5.5 Pengujian respon <i>module</i> SIM800L terkait respon waktu	82
Tabel 5.6 Pengujian respon <i>module</i> SIM800L terkait <i>delay</i>	82
Tabel 5.7 Perbandingkan usulan dan hasil perancangan sistem	83
Tabel 5.8 Pengalaman pengguna	85
Tabel 5.9 Kesesuaian antara usulan dan realisasi <i>timeline</i> pengerjaan Tugas Akhir 2	86
Tabel 5.10 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi	87
Tabel 5.11 Realisasi aktivitas pelaksanaan Tugas Akhir 2	89

RINGKASAN

Supercritical Fluid Extraction (SCFE) adalah metode ekstraksi menggunakan fluida superkritis, seperti karbon dioksida (CO₂), untuk memisahkan komponen dari bahan mentah. Fluida superkritis berada pada suhu dan tekanan di atas titik kritis termodinamika, yang memberikan sifat unik kombinasi gas dan cair. SCFE sangat berguna dalam industri makanan, minuman, kimia, dan farmasi untuk menghasilkan ekstrak berkualitas tinggi dengan pengaturan yang cermat pada prosesnya.

Dengan kemajuan teknologi, keamanan mesin industri, termasuk mesin SCFE, menjadi krusial. Pencurian desain dan penduplikatan mesin merupakan ancaman signifikan. Untuk mengatasi ini, sistem keamanan dan pemantauan jarak jauh menggunakan teknologi seperti kamera, aplikasi *monitoring*, dan SIM800L sangat penting. Teknologi ini memungkinkan pemantauan *real-time*, deteksi dini terhadap risiko, dan pengambilan tindakan cepat untuk mencegah pencurian atau manipulasi mesin.

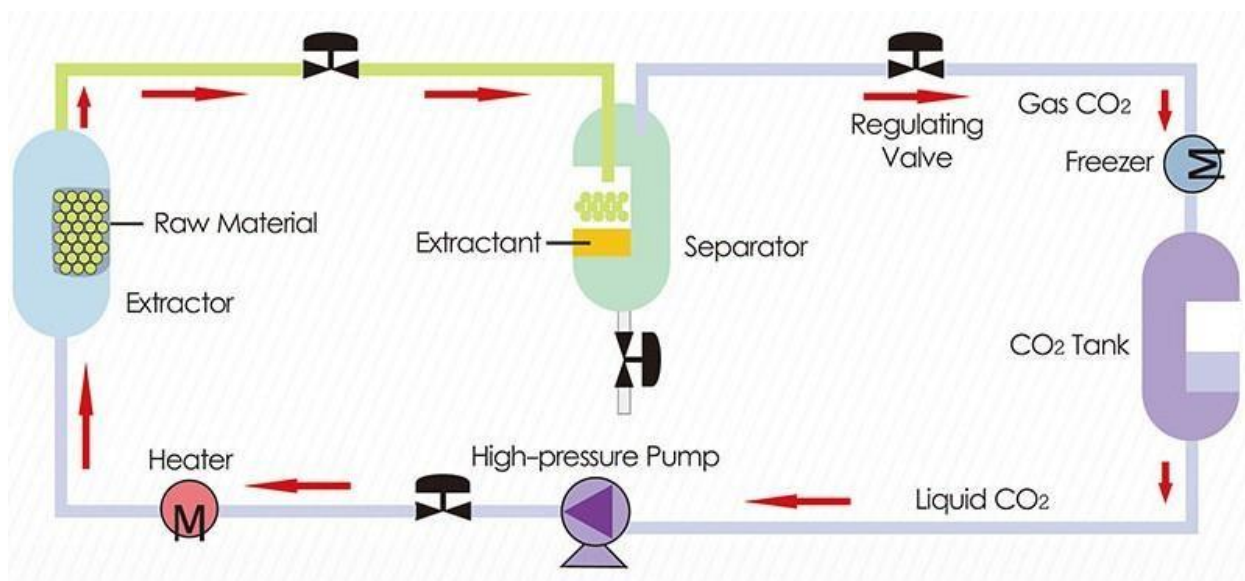
Desain keamanan pada mesin SCFE melibatkan penggunaan Arduino Mega 2560 sebagai *mikrokontroler*, sensor *pressure* untuk *safety* pada tabung - tabung, RFID, dan keypad untuk membuka akses pada sebuah pintu. Sistem ini fokus utama adalah pada keandalan, keamanan, antarmuka pengguna, biaya implementasi, serta kinerja jaringan. Analisis risiko dan tindakan pencegahan yang tepat sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan aman. Sistem keamanan berbasis SIM800L telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam keselamatan operasional dan efisiensi, memungkinkan pemantauan dan respons *real-time* terhadap kondisi abnormal atau bahaya potensial.

Implementasi teknologi ini mendukung operasi yang lebih berkelanjutan dengan meminimalkan risiko kebocoran atau kerusakan yang dapat menyebabkan polusi. *Monitoring* jarak jauh melalui komunikasi GSM memungkinkan operator untuk mengelola mesin dari lokasi berbeda, mengurangi kebutuhan intervensi manual, dan meningkatkan efisiensi operasional. Sistem kontrol akses yang aman menggunakan RFID dan keypad memastikan hanya personil yang berwenang dapat mengakses dan mengendalikan mesin. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional, dengan rata-rata waktu jeda pengiriman pesan oleh modul SIM800L adalah 8,057 detik, tergantung kekuatan sinyal GSM.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Supercritical Fluid Extraction (SCFE) adalah salah satu metode ekstraksi yang menjadi peran penting dalam berbagai industri, termasuk industri makanan, minuman, kimia, dan farmasi. Teknologi SCFE menggunakan zat superkritis sebagai agen ekstraksi untuk memisahkan komponen-komponen yang berbeda dari bahan mentah, seperti minyak esensial, senyawa aktif dalam obat-obatan, atau bahan kimia berharga lainnya. Proses ini memanfaatkan sifat unik dari fluida superkritis, di mana mereka dapat menggabungkan karakteristik gas dan cair dalam satu entitas. Pada dasarnya, fluida superkritis adalah zat yang berada pada suhu dan tekanan di atas titik kritis termodinamika, yang mana dapat menyebabkan memiliki kerapatan dan daya larut yang berbeda dibandingkan dengan gas atau sebuah cairan konvensional [1].



Gambar 1.1 Alur kerja mesin SCFE [1]

Dalam konteks ekstraksi, fluida superkritis seperti karbon dioksida (CO₂) sering digunakan karena sifat-sifatnya yang dapat berubah dengan diaturnya tekanan dan suhu. Mesin ini terdiri dari berbagai komponen penting seperti ruang ekstraksi, kontrol suhu, pompa tekanan tinggi, dan sistem pemisahan. Hasil dari proses SCFE adalah ekstrak yang mungkin mempunyai kualitas dan kemurnian yang tinggi, karena prosesnya dapat diatur dengan cermat.

Dalam era digital dan teknologi informasi yang semakin maju, mesin dan peralatan industri menjadi semakin canggih dan penting dalam berbagai sektor seperti manufaktur,

pertanian, konstruksi, dan banyak lainnya. Keberadaan dan kinerja mesin-mesin ini sering kali menjadi faktor kunci dalam produktivitas dan efisiensi operasional perusahaan. Perkembangan pesat di bidang teknologi informasi telah membawa implikasi yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan, termasuk bidang keamanan [3]. Dalam konteks industri dan manufaktur, teknologi telah memainkan peran yang semakin penting dalam menjaga keamanan dan menghindari potensi resiko seperti pencurian atau penduplikatan mesin. Sistem keamanan dan pemantauan jarak jauh merupakan sebuah inovasi penting dalam dunia industri modern, khususnya dalam mengamankan mesin dan peralatan industri. Mesin dan peralatan industri merupakan investasi besar bagi perusahaan dan memiliki peran krusial dalam operasional sehari-hari. Namun, keamanan dan keandalan mesin ini sering kali terancam oleh berbagai resiko, seperti pencurian dan penduplikatan mesin.

Pencurian desain mesin adalah kejadian yang sering terjadi di sejumlah industri. Mesin industri cenderung memiliki nilai ekonomi tinggi, menjadikannya target yang menarik bagi pencuri. Kejadian pencurian ini dapat berakibat pada gangguan produksi, penurunan produktivitas, dan kerugian finansial yang signifikan bagi pemilik mesin. Mesin SCFE adalah investasi mahal bagi perusahaan karena teknologi canggih yang digunakan, menjadikannya target pencurian dan penduplikatan. Industri farmasi, makanan, dan kimia menggunakan mesin SCFE untuk menghasilkan produk bernilai tinggi seperti ekstrak tanaman obat dan bahan aktif farmasi, yang sering kali memiliki nilai tinggi di pasar, mendorong upaya untuk menduplikasi teknologi ini. SCFE menggunakan teknologi canggih yang sulit dan mahal untuk dikembangkan. Desain inovatif dan efisiensi tinggi dari mesin SCFE membuatnya menarik bagi kompetitor yang mungkin tidak memiliki sumber daya untuk melakukan penelitian dan pengembangan (R&D) yang ekstensif. Perusahaan yang dapat menduplikasi mesin SCFE tanpa mengeluarkan biaya R&D yang signifikan dapat memperoleh keuntungan kompetitif dengan cepat. Selain itu, permintaan yang terus meningkat untuk produk-produk yang dihasilkan melalui SCFE karena kelebihanannya dalam hal kemurnian dan kualitas membuat teknologi ini sangat berharga dan, oleh karena itu, menarik untuk diduplikasi. Pasar yang berkembang pesat untuk produk alami dan organik semakin meningkatkan nilai dari teknologi SCFE, mendorong lebih banyak upaya untuk meniru teknologi ini. Oleh karena itu, perlu adanya solusi keamanan yang efektif untuk mengatasi pencurian dan penduplikatan mesin. Penggunaan sistem keamanan dan pemantauan jarak jauh memungkinkan pemilik mesin untuk memantau kondisi dan aktivitas mesin secara

real-time dari jarak jauh. Dengan akses cepat dan mudah terhadap data pemantauan, pemilik mesin dapat mendeteksi perilaku mencurigakan, mengambil tindakan cepat untuk mencegah pencurian, dan memastikan keamanan mesin tersebut.

Analisis risiko keamanan bertujuan untuk menentukan persyaratan keamanan sistem. Analisis risiko keamanan mengidentifikasi potensi masalah keamanan. Sebagai contoh, dalam keamanan, kelemahan dalam sistem dan bahaya disebut kerentanan dan ancaman, dalam keselamatan mereka disebut mekanisme kegagalan dalam bahaya, tetapi mereka dapat dianggap sama. Dalam contoh keamanan, tindakan pencegahan yang perlu dilakukan untuk mengatasi risiko adalah kontrol akses, dll. Dalam keselamatan, tindakan pencegahan tersebut adalah redundansi tindakan peralatan pelindung, perangkat pemantauan, dll. Lingkungan industri yang cerdas adalah salah satu bidang utama dimana komputasi pervasif dapat diaplikasikan secara efektif. Dalam hal ini, dua aspek krusial yang harus diatasi adalah keselamatan dan keamanan. Pemantauan dan pengawasan terhadap lingkungan industri yang cerdas melalui sistem ini membawa manfaat yang signifikan bagi pemilik perusahaan. Sistem pemantauan dan pengawasan jarak jauh menggunakan kamera yang terhubung ke suatu aplikasi yang dapat diakses oleh *user*. Teknologi ini memungkinkan pengawasan *real-time* dari berbagai aspek di lingkungan industri, memfasilitasi deteksi dini terhadap potensi risiko dan situasi darurat. Informasi yang terkumpul dapat memberikan wawasan yang mendalam, memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat [2].

Proses wawancara dengan stakeholder diawali dengan dosen pembimbing menghubungi mitra dari PT Inti Nabati, setelah mendapatkan narasumber yang akan di wawancara dan menentukan tanggal wawancara. Selanjutnya peneliti menyiapkan beberapa daftar pertanyaan untuk menentukan solusi dari permasalahan tersebut. Terdapat beberapa pertanyaan yang sudah peneliti siapkan dan respon dari PT Inti Nabati yang ditunjukkan pada Tabel 1.1. Wawancara tersebut dilakukan pada hari Sabtu, 23 September 2023 jam 15.00 - 17.00 WIB. Proses mengumpulkan informasi ini dilakukan secara menyeluruh agar dapat menjadi pendukung tim tugas akhir untuk merancang usulan solusi. Selain itu wawancara juga dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dan menentukan kebutuhan dari pengguna. Usulan solusi yang dirancang diharapkan dapat sesuai dengan kebutuhan pengguna serta memadai untuk diimplementasikan dengan batasan-batasan yang ada di lapangan.

Sistem yang ada saat ini belum sepenuhnya aman karena masih terjadi kebocoran pada tabung extractor dan separator. Oleh karena itu, mitra meminta kami untuk merancang alat yang mampu memonitor kebocoran pada tabung tersebut. Alat ini akan dilengkapi dengan sensor deteksi kebocoran berpresisi tinggi yang dapat mendeteksi gas atau cairan yang keluar dari tabung. Data dari sensor akan dikirim ke unit pengolahan data yang menganalisis informasi dan mendeteksi kebocoran. Jika terdeteksi kebocoran, sistem akan secara otomatis mengirim notifikasi kepada user untuk memastikan tindakan cepat dapat diambil. Dengan adanya alat ini, diharapkan risiko yang timbul akibat kebocoran dapat diminimalisir dan sistem dapat beroperasi dengan lebih aman dan efisien. Integrasi teknologi ini juga akan meningkatkan keandalan dan keselamatan proses, memberikan rasa aman bagi pengguna dan operator. Hasil dari wawancara yang dilakukan berupa pertanyaan serta tanggapan dari narasumber dapat diamati pada tabel berikut.

Tabel 1.1. Hasil survei antara pengembang dan pengguna

No	Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
1	Berapa jumlah mesin yang dimiliki di fasilitas industri ini dan apa jenis mesin yang paling dominan?	Saat melakukan wawancara dengan mitra, dikonfirmasi bahwa saat ini sudah terdapat 2 mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) di PT INTI NABATI.
2	Apakah di perusahaan ini pernah mengalami masalah kegagalan mesin atau penurunan kinerja yang signifikan? Apa yang menjadi penyebab utama dari masalah tersebut?	Saat melakukan wawancara, diperoleh informasi bahwa perusahaan tersebut pernah menghadapi kendala ketika mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) mengalami kebocoran pada tabungnya, yang mengakibatkan kegagalan operasional.
3	Bagaimana perusahaan melakukan pemeliharaan dan perawatan terhadap mesin-mesin industri ini?	Perusahaan rutin melakukan perawatan dan pemeliharaan pada mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) setiap minggu sekali. Evaluasi dilakukan tiap minggu untuk memastikan kinerja optimal mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE), mengingat mesin ini beroperasi selama 24 jam setiap harinya.

No	Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
4	Apa tindakan yang perusahaan ambil untuk memitigasi risiko kegagalan mesin atau <i>downtime</i> yang tidak terencana?	Dengan cara membuat sistem <i>monitoring</i> dari jarak jauh untuk melihat kondisi mesin sehingga dapat mengurangi kegagalan dalam mesin.
5	Sejauh mana teknologi memainkan peran dalam memantau dan mengoptimalkan kinerja mesin industri ini?	Teknologi belum memainkan peran dalam memantau dan mengoptimalkan kinerja mesin industri, khususnya mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE).
6	Parameter penting apa yang harus di monitor secara online dan <i>real-time</i> untuk mengurangi resiko kegagalan?	Dua parameter utama yang harus dimonitor secara terus-menerus adalah tekanan dan suhu.
7	Apakah kelembaban atau suhu lingkungan berpengaruh pada kinerja mesin?	Kelembaban dan suhu lingkungan memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap kinerja mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE).
8	Seberapa pentingnya pemantauan kondisi dan suhu mesin dalam mengoptimalkan efisiensi dan umur pakai mesin?	Sangat penting untuk mengoptimalkan efisiensi dan umur pakai mesin, khususnya dalam konteks mesin seperti <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE).
9	Apakah dalam mesin menggunakan sensor atau perangkat <i>monitoring</i> otomatis untuk memantau kinerja mesin?	Saat berbincang dengan mitra, diinformasikan bahwa mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) yang digunakan saat ini belum dilengkapi dengan sensor atau perangkat <i>monitoring</i> otomatis untuk memantau kinerja mesin secara <i>real-time</i> .
10	Sudahkah terpasang piranti elektronika untuk mengurangi kegagalan?	Berdasarkan informasi yang diberikan oleh mitra, dapat disimpulkan bahwa saat ini belum ada piranti elektronika yang terpasang untuk mengurangi potensi kegagalan pada mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE).
11	Apakah dalam mesin ini menggunakan sistem peringatan dini untuk mendeteksi potensi kegagalan atau masalah pada mesin?	Berdasarkan informasi yang diberikan oleh mitra, hingga saat ini mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) yang digunakan belum dilengkapi dengan sistem peringatan dini untuk mendeteksi potensi kegagalan atau masalah pada mesin.

No	Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
12	<i>Security</i> mesin apa yang nantinya akan dibutuhkan di mesin SCFE?	Kondisi mesin disini masih dalam pembuatan dan belum ada <i>security</i> -nya maka dibutuhkan <i>security</i> yaitu di bagian <i>body</i> mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) sehingga tidak ada yang menduplikasi dan <i>user</i> bisa memantau dari aplikasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa

1. Permasalahan utama terletak pada keamanan (*security*) dan keselamatan (*safety*) terkait potensi penduplikatan mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) yang belum terintegrasi dengan aplikasi. Kondisi ini mendorong kebutuhan untuk mengembangkan suatu aplikasi yang dapat memberikan informasi terkait aspek keamanan dan keselamatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Implementasi aplikasi ini diharapkan dapat memberikan kemudahan, kenyamanan dan keselamatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE), sehingga resiko penduplikatan dapat diminimalisir secara signifikan. Aplikasi ini diharapkan dapat menjadi solusi yang komprehensif untuk mengatasi tantangan keamanan dan keselamatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE).
2. Bagaimana memonitor kebocoran dan *safety* mesin secara *real-time*.

1.3 Tujuan

Sistem yang akan dirancang bertujuan untuk mengimplementasikan solusi keamanan dan keselamatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE).

1. Aplikasi ini akan memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan merespons situasi pencurian atau penduplikatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Data terkait insiden tersebut akan segera dikirimkan ke aplikasi khusus yang dapat diakses oleh *user*. Melalui aplikasi ini, informasi mengenai kejadian pencurian atau penduplikatan akan segera diinformasikan kepada pemilik mesin. Harapannya, aplikasi ini akan memberikan pengetahuan yang lebih cepat dan akurat kepada pemilik mesin, sehingga tindakan preventif dapat diambil dengan cepat guna mencegah terjadinya penduplikatan yang merugikan.

2. Membuat sebuah deteksi dini kebocoran mesin secara *real-time* dan *remote* agar diperoleh hasil yang maksimal.

1.4 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah atau batasan ruang lingkup permasalahan yang didapatkan yaitu diantaranya:

1. Aplikasi ini akan berfokus pada penggunaan teknologi guna mencegah kemungkinan adanya duplikasi pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dengan metode *login user*.
2. Aplikasi ini akan digunakan untuk memonitor mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) secara terus-menerus, memastikan operasionalnya dalam kondisi optimal, dan memberikan laporan yang tepat waktu dan deteksi kebocoran.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun batasan realistis keteknikan pada alat ini diantaranya:

1. Perangkat keras yang dirancang bersifat *portable*
Komponen *hardware* yang digunakan bersifat *portable* memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) kapanpun dibutuhkan. Selain itu, perangkat keras *portable* juga dapat memudahkan pengguna dalam merawat dan menjaga kondisi perangkat keras.
2. Sistem ini harus memiliki efisiensi yang tinggi
Menetapkan standar performa dan akurasi untuk memastikan bahwa sistem *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dapat mendeteksi perubahan kondisi mesin (kondisi *temperature*) atau peralatan dengan tingkat keandalan yang tinggi.
3. Aplikasi ini harus memiliki konektivitas yang stabil sebagai standar komunikasi
Aplikasi ini harus menjaga koneksi jaringan agar selalu stabil dan efisien dengan *smartphone* sehingga bisa memberikan informasi secara *real-time* dan respons yang cepat.
4. Memiliki standar keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja (K3)

Standar keteknikan yang digunakan pada alat *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE ini menggunakan standar K3 yang mengacu pada peraturan dan perundangan yang berlaku di Indonesia, yaitu:

- Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan
- Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 4 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja

Berdasarkan peraturan dan perundangan tersebut, standar K3 dalam mesin SCFE di Indonesia meliputi:

1. Penilaian risiko: Sebelum mengoperasikan mesin SCFE, harus dilakukan penilaian risiko untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko yang terkait dengan proses ekstraksi. Penilaian risiko harus dilakukan oleh tenaga ahli K3 yang kompeten.
2. Pengendalian bahaya: Berdasarkan penilaian risiko, harus diterapkan langkah-langkah pengendalian untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya dan risiko yang teridentifikasi.
3. Penggunaan alat pelindung diri (APD): Pekerja yang terlibat dalam pengoperasian mesin SCFE harus menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, seperti kacamata pelindung, sarung tangan tahan bahan kimia, dan pakaian pelindung.
4. Penanganan keadaan darurat: Prosedur penanganan keadaan darurat harus disiapkan dan dikomunikasikan kepada semua pekerja. Prosedur ini harus mencakup langkah-langkah untuk menghentikan kebocoran, mengevakuasi pekerja, dan menghubungi layanan darurat.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Proses observasi yang dilakukan ditujukan untuk memastikan bahwa rancangan sistem yang diusulkan telah sesuai terhadap batasan realistis yang ditetapkan, serta telah mampu untuk mengakomodasikan segala kebutuhan awal dari pengguna yang direalisasikan pada *prototyping*. Dalam usaha untuk memenuhi hal tersebut, dilakukan tahapan observasi yang diawali dengan studi literatur melalui pengumpulan berbagai macam informasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang. Melalui studi literatur yang dilakukan, dapat ditemukan beberapa pilihan solusi terbaik dari permasalahan yang telah dirumuskan bersama para *stakeholder* melalui tahapan survei secara langsung. Pada luaran dari proses observasi yang dilakukan terdapat dua hal utama, yaitu berbagai informasi solusi terbaik yang mampu diterapkan dan spesifikasi sistem yang dibutuhkan oleh pengguna.

2.1.1 Kajian Terhadap Solusi-solusi Sejenis

Observasi diawali dengan melakukan kajian terhadap solusi-solusi sejenis yang sudah pernah dilakukan melalui studi literatur. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan berbagai macam informasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang untuk menjadi solusi dari permasalahan yang telah dirumuskan bersama pengguna. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan berbagai solusi yang telah dirancang sebelumnya, sehingga mampu untuk menambah wawasan dalam merancang sistem untuk memecahkan permasalahan yang telah dirumuskan. Pada Tabel 2.1 dapat diamati beberapa informasi yang menjadi alternatif solusi yang sudah pernah dirancang untuk *safety* dan *security*.

Tabel 2.1 Hasil studi literatur solusi sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
<i>Safety and Security of Remote Monitoring and Control of intelligent Home Environments</i> [2]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa pendekatan yang mengintegrasikan keamanan dan keselamatan dengan penerapan teknologi yang lebih sederhana dengan penggunaan ponsel seluler sebagai satu-satunya akses untuk memantau dan mengontrol lingkungan rumah yang cerdas.	Hasil: Mencakup konsep utama lingkungan rumah pintar, manfaat yang dihadirkan, penekanan pada keamanan dan keselamatan, demonstrasi sistem. Kelebihan: Pengguna dapat mengontrol perangkat elektronik dari jarak jauh, serta memantau aktivitas di rumah dari mana saja. Kekurangan: Penulis tidak memberi tahu kepada pembaca apakah ada batasan pada jenis perangkat yang dapat dikontrol atau diakses dari jarak jauh.
Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan ESP 32 CAM [3]	Penulis menciptakan sistem keamanan rumah berbasis Telegram menggunakan ESP 32 CAM dan dilengkapi dengan sensor <i>Pasif Infrared</i> (PIR) untuk mendeteksi orang di dalam rumah saat sistem diaktifkan.	Hasil: Saat sensor mendeteksi adanya pergerakan, maka sensor akan menginputkan logika <i>HIGH</i> ke <i>controller</i> , selanjutnya <i>controller</i> akan mengolah data tersebut untuk mengaktifkan <i>webcam</i> guna pengambilan gambar dan mengirimkan data gambar yang diambil ke <i>web server</i> melalui komunikasi <i>wifi</i> . Kelebihan: Dapat memudahkan pemilik untuk mengontrol rumah ketika bepergian. Kekurangan: Masih menggunakan perangkat <i>desktop</i> dan hanya dilengkapi sensor <i>Pasif Infrared</i> (PIR).

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Akses Kamera CCTV Dari Jarak Jauh Untuk <i>Monitoring</i> Keamanan Dengan Penerapan PSS [4]	Usulan solusi yang penulis tawarkan berfokus pada penerapan teknologi CCTV dan pengembangan sistem <i>monitoring</i> yang lebih canggih untuk meningkatkan keamanan dan pemantauan di berbagai wilayah.	<p>Hasil: Dengan menerapkan pengawasan menggunakan <i>monitoring</i> CCTV maka keamanan ruangan dapat terjaga dengan baik.</p> <p>Kelebihan: Terletak pada inovasi dalam merancang jaringan CCTV yang dapat diakses dari mana saja melalui aplikasi PSS (<i>Pro Surveillance System</i>). Tanpa harus berada di tempat DVR, teknologi ini memungkinkan pemantauan dalam akses ke sistem CCTV dengan fleksibilitas tinggi.</p> <p>Kekurangan: Ketergantungan pada koneksi internet dapat menjadi hambatan jika koneksi tidak stabil atau terputus.</p>
Pengoptimalan Perawatan dan Pengujian Sistem <i>Safety Device</i> pada Mesin Induk Mitsubishi di Tb. MBS 2000 1 PT. Alusteel Engineering Indonesia [5]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa keamanan dan kinerja optimal <i>main engine</i> pada kapal <i>Tug Boat</i> .	<p>Hasil: Penelitian ini menunjukkan pengujian <i>safety device</i> melalui tahapan mulai dari pengujian <i>fresh water temperature</i>, pengujian <i>oil pressure</i>, pengujian <i>oil leaking</i>, pengujian <i>over speed</i>.</p> <p>Kelebihan: Adanya pendekatan sistematis dan komprehensif dalam memastikan keamanan dan keselamatan diesel <i>main engine</i> pada kapal <i>Tug Boat</i> sebelum beroperasi.</p> <p>Kekurangan: Pada penelitian ini masih fokus pada perawatan dan pengujian lebih condong pada <i>safety device</i>, namun belum mencakup secara rinci aspek-aspek perawatan dan pengecekan komponen mesin lainnya yang juga krusial.</p>

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Perancangan Sistem <i>Monitoring</i> Jarak Jauh dan Perancangan Kebijakan <i>Maintenance</i> Mesin <i>Automatic Filling</i> Menggunakan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) pada PT. Sanbe Farma [6]	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu perancangan kebijakan <i>preventive maintenance</i> menggunakan metode <i>reliability centered maintenance</i> (RCM). Selain itu peneliti juga merancang sistem <i>Internet of Things</i> (IoT) pada mesin <i>Automatic Filling</i> R125 Shinva	Hasil: Implementasi sistem <i>Internet of Things</i> (IoT) pada mesin <i>Automatic Filling</i> R125 Shinva untuk <i>memonitor</i> kondisi komponen kritis secara jarak jauh melalui jaringan internet. Kelebihan: Integrasi solusi yang komprehensif dan efektif untuk mengatasi masalah frekuensi kerusakan tinggi pada mesin <i>Automatic Filling</i> R125 Shinva di PT Sanbe Farma. Kekurangan: Kurangnya analisis mendalam terkait dampak implementasi sistem alat <i>monitoring</i> jarak jauh pada infrastruktur dan operasional harian pabrik.
Studi Kinetika Proses <i>Atmospheric Pressure Acid Leaching</i> (APAL) Bijih Laterit Limonit Menggunakan Larutan Asam Nitrat Konsentrasi Rendah [13]	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu difokuskan pada studi kinetika proses <i>Atmospheric Pressure Acid Leaching</i> (APAL) bijih laterit dengan menggunakan jenis asam lain, yaitu asam nitrat pada konsentrasi rendah.	Hasil: Simulasi terhadap model <i>shrinking core</i> menunjukkan ketidakcocokan terhadap data percobaan (dengan persamaan <i>linier</i> tanpa <i>intercept</i>) Kelebihan: Penelitian ini berhasil mengidentifikasi faktor suhu sebagai pengaruh signifikan terhadap perolehan <i>nikel</i> dalam proses <i>leaching</i> bijih laterit. Kekurangan: Pada penelitian ini terdapat kekurangan yaitu ketidakcocokan hasil simulasi terhadap data eksperimental. Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa model <i>shrinking core</i> tidak cocok untuk proses ini karena tahapan pengendali proses tidak hanya satu tahapan saja.

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Rancang Bangun Kendali Suhu dan Tekanan Pada Ekstraktor Soxhlet Terintegrasi Pembatas Waktu Ekstraksi Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 16 [14]	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu mengintegrasikan sistem kendali suhu dan tekanan pada soxhlet ekstraktor sehingga diperoleh sistem ekstraktor yang terintegrasi dengan pembatas waktu ekstraksi menggunakan mikrokontroler ATmega 16.	Hasil: Sistem kendali suhu, tekanan dan waktu ekstraksi dapat berjalan sesuai dengan perancangan awal. Kelebihan: Kemudahan buat pengguna, dengan adanya keypad untuk memasukkan data suhu, tekanan, dan waktu ekstraksi membuat sistem ini lebih mudah digunakan dan memberikan kontrol yang lebih baik kepada pengguna. Kekurangan: Belum terintegrasi dengan sistem <i>Internet of Things</i> .

2.2 Dasar Teori (sensor tekanan)

2.2.1 Supercritical Fluid Extraction (SCFE)

Mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) untuk memproduksi minyak atsiri, minyak atsiri adalah cairan dari ekstrak tumbuhan yang diyakini bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Dalam dunia medis, minyak atsiri biasa digunakan dalam pengobatan aromaterapi. Mesin *Supercritical Fluid Extraction* adalah mesin ekstraksi berteknologi tinggi yang dimana berfungsi sebagai pengeksrak untuk berbagai bahan tanaman hasil perkebunan dengan menggunakan gas karbondioksida (CO₂) sebagai pelarut. Mesin ini, juga menggunakan tekanan tinggi dan suhu tertentu untuk mencapai titik kritis dari pelarutnya. Tujuannya agar diperoleh hasil yang benar-benar sama dengan bahan aslinya tanpa kontaminasi air dan panas. manfaat mesin SCFE ini untuk mengambil saripati hampir semua bahan baku yang mengandung hidrokarbon dengan hasil yang sama persis dengan sifat asli dari bahan baku yang diproses [7].



Gambar 2.1 Mesin SCFE [7]

2.2.2 Solenoid Door Lock

Solenoid Door Lock adalah salah satu *solenoid* yang difungsikan khusus sebagai *solenoid* untuk pengunci pintu elektronik. *Solenoid* ini mempunyai dua sistem kerja, yaitu *Normally Close* (NC) dan *Normally Open* (NO). Perbedaannya adalah jika cara kerja *solenoid* NC apabila diberi tegangan, maka *solenoid* NO adalah kebalikannya dari *solenoid* NC. Biasanya kebanyakan *Solenoid Door Lock* membutuhkan *input* tegangan kerja 12V DC tetapi ada juga *Solenoid Door Lock* yang hanya membutuhkan *input* tegangan *output* dari pin IC digital. *Relay* digunakan untuk mengontrol pasokan daya ke *solenoid*, sehingga dapat mengunci atau membuka pintu sesuai dengan kebutuhan. *Solenoid Door Lock* adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengunci pintu secara elektronik, dengan dua mode kerja (NC dan NO), dan biasanya memerlukan tegangan 12V DC, tetapi beberapa jenis dapat beroperasi dengan 5V DC, dan penggunaannya memerlukan *power supply* dan *relay* untuk mengontrolnya [8].



Gambar 2.2 Solenoid Door Lock [8]

2.2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 sebuah papan *mikrokontroler* versi tertinggi dari pabrikan Arduino. Jadi Arduino Mega ini mempunyai pin *Input/Output* yang banyak dan kapasitas *memory* yang paling besar diantara versi Arduino lainnya. Selain *Hardware*-nya yang bersifat *open source*, *software* yang digunakan untuk menanamkan *coding* juga bersifat *open source* yaitu Arduino

IDE. Oleh karena itu Arduino IDE ini dapat digunakan untuk memprogram *mikrokontroler* lainnya yang tidak diproduksi oleh Arduino seperti NodeMCU, Wemos D1, dan lain lain. *Mikrokontroler* adalah sebuah rangkaian terpadu (“*chip*”) yang berisi memori (untuk menyimpan program), *processor* (untuk mengolah program) dan pin *input/output* (dihubungkan dengan sensor dan aktuator). *Mikrokontroler* adalah sebuah sistem *microprocessor* lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip* yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara yang khusus. *Mikrokontroler* merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. *Mikrokontroler* merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan *mikrokontroler* [9].



Gambar 2.3 *Mikrokontroler* [9]

2.2.4 SIM900a

Modul SIM900a GSM/GPRS Minimum System Module adalah konfigurasi paling dasar yang digunakan untuk mengoperasikan modul SIM900 dari ITEAD Studio. SIM900 sendiri adalah modul GSM/GPRS *Quad Channel*, yang mendukung berbagai frekuensi, termasuk 850/900/1800/1900 MHz, serta memiliki kemampuan GPRS *mobile station class B*. Dalam konteks ini, “Class B” mengindikasikan bahwa modul ini mampu terhubung ke layanan GSM seperti telepon dan SMS, serta layanan GPRS secara bersamaan. Untuk mengoperasikan modul ini, dibutuhkan sumber tegangan antara 4,5 hingga 5,5 volt dengan arus sekitar 500mA. Modul ini menggunakan komunikasi UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) untuk berinteraksi dengan *controller*, dan dapat dikendalikan melalui perintah-perintah *AT Command* yang sesuai, seperti GSM 07,07, 07,05, dan *SIMCOM Enhanced AT Commands* [10].



Gambar 2.4 SIM900a [10]

2.2.5 Keypad

Keypad 4x4 terdiri dari 16 saklar yang tersusun dalam bentuk matriks dengan tujuan untuk menghemat jumlah jalur I/O yang digunakan. Tanpa menggunakan matriks, akan dibutuhkan 16 jalur *input* terpisah untuk menghubungkan setiap saklar, tetapi dengan menggunakan matriks, kita hanya memerlukan 8 jalur (4 jalur *input* dan 4 jalur *output*). Penggunaan keypad 4x4 dengan metode *scanning* melibatkan tiga tahap utama. Pertama, tiap baris (atau kolom) diberikan sinyal logika 0 (0V) secara bergiliran. Pada tahap ini, satu baris diberi sinyal logika 0, dan yang lainnya diberi sinyal logika 1. Kemudian, pada tahap kedua, semua kolom diberi sinyal logika 1, sedangkan baris-baris yang telah diberi sinyal logika 0 pada tahap pertama diuji untuk melihat apakah ada yang menghasilkan sinyal logika 0. Apabila ada salah satu baris yang terbaca sebagai sinyal logika 0, hal ini menandakan bahwa saklar pada baris tersebut sedang ditekan. [11]



Gambar 2.5 Keypad [11]

2.2.6 Sensor Tekanan

Sensor tekanan, atau yang dikenal dengan *sensor pressure*, berfungsi sebagai pembaca nilai tekanan dari cairan maupun materi gas. Komponen sensor ini cukup luas digunakan baik pada alat elektronik, otomotif maupun dunia industri [12]. Sensor tekanan adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tekanan suatu zat. Tekanan adalah satuan fisika untuk menyatakan

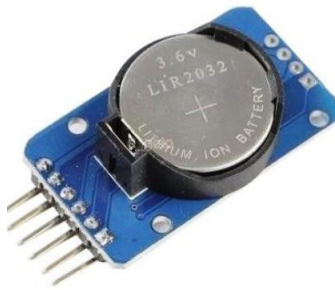
gaya per satuan luas. Satuan tekanan sering digunakan untuk mengukur kekuatan dari suatu cairan atau gas. Sensor tekanan bekerja dengan mengubah tekanan menjadi sinyal listrik. Sinyal listrik ini kemudian dapat diukur dan diinterpretasikan untuk menentukan nilai tekanan [12].



Gambar 2.6 Sensor tekanan [12]

2.2.7 RTC (*Real Time Clock*)

RTC (*Real Time Clock*) adalah jam elektronik yang berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. *Chip* RTC sering dijumpai pada *motherboard* PC (biasanya terletak dekat *chip* BIOS). Semua komputer menggunakan RTC karena berfungsi menyimpan informasi jam terkini dari komputer yang bersangkutan. RTC dilengkapi dengan baterai sebagai penyuplai daya pada *chip*, sehingga jam akan tetap *up-to-date* walaupun komputer dimatikan. RTC dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (*timer*) karena menggunakan osilator kristal [15].



Gambar 2.7 RTC DS3231 [15]

2.2.8 RFID (*Radio Frequency Identification*)

Radio Frequency Identification (RFID) adalah perangkat telekomunikasi yang menggunakan gelombang radio untuk bertukar data antara pembaca (*reader*) dan tag elektronik yang ditempelkan pada suatu objek tertentu. Teknologi komunikasi data antara pembaca RFID dan tag elektronik (RFID tag) dalam sistem ini bersifat tanpa kontak, *real-time*, dan nirkabel. Identifikasi data pada tag RFID dilakukan melalui propagasi frekuensi radio melalui udara dalam

jangkauan tertentu, sesuai dengan fitur yang dimiliki oleh setiap modul RFID (terdiri dari pembaca RFID dan tag RFID) yang digunakan. Biasanya, data unik pada tag RFID disimpan atau tertanam dalam kartu *chip*, sehingga kondisi lingkungan seperti debu, kotoran, atau suhu udara tidak mengurangi kualitas komunikasi data yang berlangsung.

Fitur-fitur yang melekat dalam teknologi RFID memberikan keunggulan yang jelas dibandingkan dengan sistem identifikasi lain seperti *barcode* dan kartu magnetik. Namun, keunggulan relatif RFID bergantung pada pemanfaatan teknologi identifikasi tertentu. Teknologi ini telah diterapkan dalam berbagai aplikasi yang berkaitan dengan identifikasi objek dalam penelitian sebelumnya, seperti akses pintu, *login* komputer, menyalakan sepeda motor, dan mengontrol peralatan kantor seperti lampu dan komputer [16].



Gambar 2.8 RFID (*Radio Frequency Identification*) [16]

2.2.9 Buzzer

Buzzer elektronika adalah sebuah komponen elektronika yang dapat menghasilkan suara berupa gelombang bunyi. *Buzzer* elektronika akan menghasilkan getaran suara ketika diberikan sejumlah tegangan listrik dengan taraf tertentu sesuai dengan spesifikasi bentuk dan ukuran *buzzer* elektronika itu sendiri. Prinsip kerja *buzzer* ini didasarkan pada osilasi getaran di dalamnya, yang terjadi secara cepat ketika diberikan tegangan listrik, menghasilkan suara yang dapat digunakan sebagai indikator atau sinyal dalam berbagai aplikasi elektronika [17].



Gambar 2.9 Buzzer [17]

2.3 Analisis Stakeholder

Stakeholder yaitu PT. Inti Nabati Global Ekstraksi. Sistem estimasi *safety* dan *security* dibuat berlandaskan masalah yang ada di PT Inti Nabati. Perusahaan sebagai mitra yang memberikan informasi terkait *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) yang ada disekitar area perusahaan tersebut dan juga sebagai penyedia modal utama untuk pembuatan proyek.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

Aspek luar yang dapat mempengaruhi *Safety* dan *Security* untuk *Monitoring Jarak Jauh* pada Mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) sebagai berikut:

1. Aspek Ekonomi: Faktor ini sangat penting dalam perancangan sistem *Safety* dan *Security* untuk *Monitoring Jarak Jauh* pada Mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Rancangan biaya untuk pelaksanaan seluruh proyek menjadi parameter yang menentukan desain yang akan dirancang. Desain perlu dirancang sesuai dengan anggaran biaya yang telah ditetapkan. Harga yang ditawarkan dari pengembangan alat ini akan menyesuaikan kebutuhan yang memang diperlukan sehingga tidak terlalu berlebihan untuk harga yang ditawarkan, sehingga tidak memberatkan para pelaku industri pemilik mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Harga yang ditawarkan rencananya tidak lebih dari Rp 2.000.000,-.
2. Aspek Sosial: Sistem ini dapat mengedukasi karyawan di PT. INTI NABATI terkait *safety* dan *security* terkait dengan resiko pencurian *design* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Selain itu, desain ini dirancang untuk kebutuhan karyawan dan *stakeholder* itu sendiri.
3. Aspek Teknis: Faktor ini berkaitan dengan teknis terkait dengan sistem *Safety* dan *Security* untuk *Monitoring Jarak Jauh* pada Mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Seperti keandalan (bagaimana membaca dan mengenali siapa yang membuka tabung), daya tahan, dan kemudahan bagi pemilik mesin SCFE (pemilihan *mikrokontroler*). Sistem harus dirancang dengan fitur-fitur yang *user friendly* untuk memudahkan pemilik mesin melakukan penggunaan sistem secara efisien.

4. Aspek Lingkungan: Perancangan sistem ini harus mempertimbangkan dampak lingkungan dari penggunaan sistem yang akan dibuat. Desain dan perancangan sistem ini tidak merusak lingkungan sekitar dan ramah lingkungan.

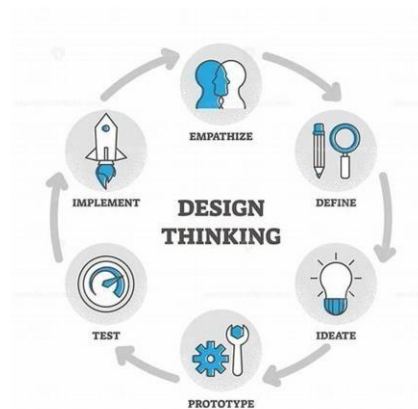
2.5 Spesifikasi Sistem

Pada spesifikasi sistem *safety* dan *security* ini dapat *monitoring* jarak jauh untuk mencegah pencurian atau penduplikatan mesin serta merespons keadaan darurat dapat beragam tergantung pada aplikasi dan kebutuhan spesifik. Adapun contoh - contohnya sebagai berikut :

- Pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dilengkapi dengan *security* yang berfungsi untuk mencegah potensi tindakan penduplikatan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE).
- Pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dilengkapi dengan pengamanan penduplikatan mesin dengan *user login*.
- Pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dilengkapi dengan sistem *monitoring* untuk memantau kebocoran pada tabung mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) serta mencegah terjadinya penduplikatan mesin.
- Pada dimensi alat ini dapat dilengkapi dengan sebuah box yang dimana isi dalam box tersebut terdapat alat ukur yang nantinya bekerja pada sebuah sistem *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE).
- Alat ini memiliki ukuran dimensi dengan ukuran panjang 12,5 cm x lebar 8,5 cm x tinggi 5 cm.
- Alat ini dapat terhubung pada Arduino Mega 2560 sebagai sumber daya utamanya dengan menggunakan adaptor Hi-Link ini dapat mengubah tegangan dari AC 220V menjadi DC 12V.
- Tekanan pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) sebelum terdeteksi kebocoran ≤ 210 bar. Kebocoran pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) akan terdeteksi saat tekanan ≥ 210 bar.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Penyelesaian masalah dilakukan menggunakan pendekatan *design thinking*. *Design thinking* secara umum dapat diartikan sebagai konsep berpikir dalam mengobservasi ide. *Lockwood* mengutarakan bahwa konsep *design thinking* merupakan teknik yang sangat dasar bagi individu yang dipakai sebagai pusat proses inovasi melalui pengamatan, kolaborasi, belajar cepat, visualisasi ide, *prototyping* konsep, serta analisis yang sangat dibutuhkan pada inovasi dan strategi. *Design thinking* secara umum dapat diartikan sebagai konsep berpikir dalam mengobservasi suatu ide. Metode ini terdiri dari enam tahap yakni *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, *test* dan *implement*. Tahapan-tahapan tersebut seperti siklus yang didalamnya dapat terjadi perubahan, perbaikan, maupun penambahan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi dan batasan masalah sistem. Deskripsi penggunaan metode tersebut untuk penyelesaian masalah sebagai berikut.



Gambar 3.1 Siklus *Design Thinking*

Pada bab ini penulis sudah mencapai tahapan *prototype*, yaitu menganalisis komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat sistem *Safety* dan *Security* Mesin untuk *Monitoring* Jarak Jauh pada Mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Dalam tahap *prototype* memerlukan perancangan desain *prototype* untuk menganalisis komponen yang digunakan tepat guna untuk menyelesaikan permasalahan. Pada bagian ini akan membahas beberapa usulan desain sistem. Terdapat 2 usulan desain sistem terbaik yang diperoleh melalui studi literatur hingga *survey*, sehingga didapatkan usulan desain terbaik dengan memenuhi spesifikasi sistem

serta kebutuhan dari pengguna. Pada usulan desain juga akan dijelaskan bagaimana spesifikasi dari setiap usulan baik secara desain, fungsi, rencana anggaran, hingga analisa resiko yang dapat dijadikan pertimbangan dari setiap solusi yang dipilih.

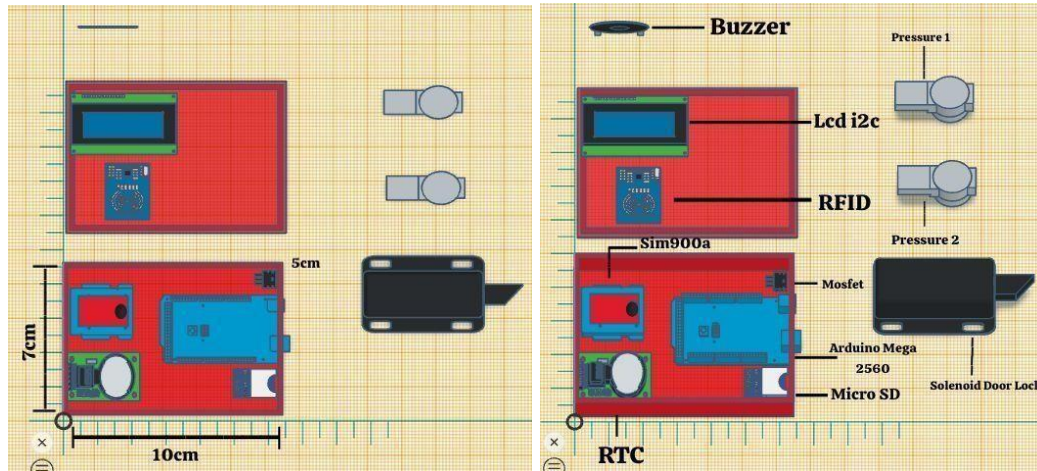
3.1 Usulan Solusi 1

Usulan solusi 1 adalah sistem *monitoring safety* dan *security* mesin SCFE untuk menghindari pencurian atau penduplikatan mesin yang terintegrasi sistem *Internet of Things* atau IoT yaitu terhubung melalui jaringan GSM dengan menggunakan teknologi RFID untuk mencegah pencurian dan penduplikatan mesin. Melalui layar LCD I2C akan memberikan pemantauan langsung yang informatif bagi pemilik mesin SCFE dan aplikasi yang dapat diakses oleh pemilik mesin SCFE yang akan memberikan kemudahan *monitoring* dari jarak jauh.

3.1.1 Desain Sistem 1

Sistem pada usulan 1 akan diberi nama SAFAME sebagai metode dalam *monitoring safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) secara *real-time*. SAFAME dirancang dengan mengedepankan kemudahan agar pengguna dapat mengoperasikannya tanpa keahlian khusus. Dalam penerapannya sistem diharapkan mampu *memonitoring safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) secara *real-time*. Ide usulan 1 akan berfokus pada kemudahan dalam *memonitoring* terkait *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* secara kontinu.

Desain usulan 1 memiliki 2 komponen utama yang akan digunakan berupa *Radio Frequency Identification* (RFID) dan *Real-Time Clock* (RTC). Setiap komponen yang digunakan merupakan komponen dasar yang digunakan untuk melakukan *monitoring* terkait *safety* dan *security* pada mesin SCFE dengan efisiensi waktu dan akurasi hasil. Secara keseluruhan desain *prototype* yang dibangun pada usulan 1 memiliki ukuran panjang 10 cm x lebar 7 cm x tinggi 5 cm. Pemilihan mini box sebagai *casing* pada *prototype* yang dibangun dikarenakan mini box yang mudah didapatkan serta desain yang lebih mudah untuk direalisasikan, lalu harga yang tidak terlalu mahal dengan tetap menerapkan standar keteknikan yang dipegang sebagai acuan.

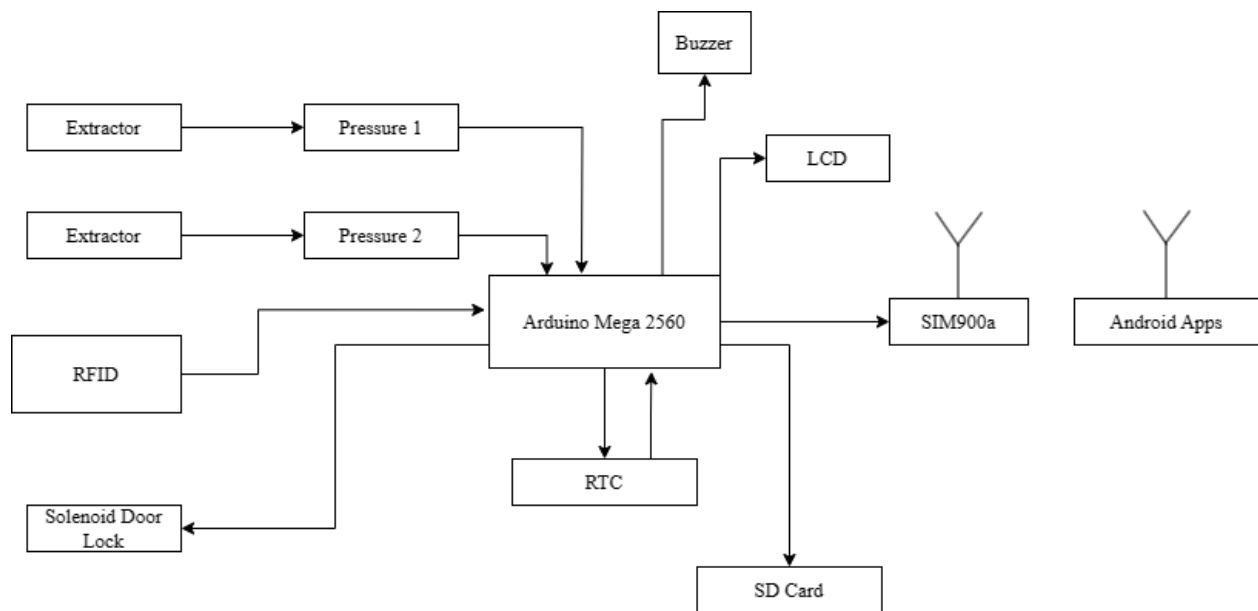


Gambar 3.2 Desain usulan 1

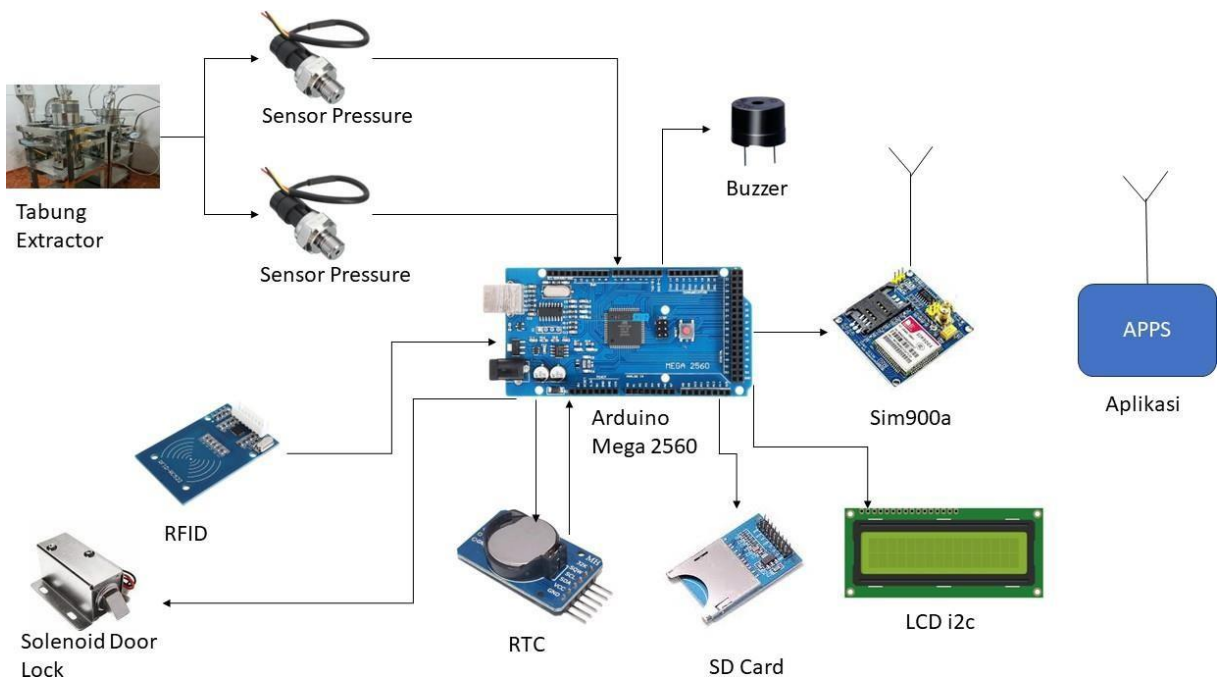
Usulan 1 memiliki alur kerja seperti pada Gambar 3.3, fokus *safety* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) terletak pada deteksi kebocoran pada kedua ekstraktor. Ketika terjadi kebocoran, sistem dengan cepat mengaktifkan *buzzer* sebagai tanda keadaan darurat. Informasi kebocoran ini segera dihubungkan ke Arduino Mega 2560, yang berfungsi sebagai pusat kontrol, untuk mengirimkan notifikasi langsung melalui SIM900a ke pengguna atau operator. Respons yang cepat terhadap kebocoran ini menjadi kunci dalam memastikan keamanan operasional SCFE.

Sementara itu, *security* pada mesin SCFE ditingkatkan dengan adanya sistem RFID yang terintegrasi dengan *solenoid door lock*. RFID digunakan untuk memberikan akses pada perangkat *solenoid door lock*. Ketika kartu yang sesuai dipindai, *solenoid door lock* membuka cup mesin SCFE yang diizinkan. Informasi terkait akses ini dikirimkan dari RFID ke Arduino Mega 2560 dan SIM900a, memberikan notifikasi kepada pengguna tentang aktivitas akses yang terjadi.

Arduino Mega 2560 berperan tidak hanya sebagai pusat kontrol, tetapi juga sebagai penyimpan data RTC yang terus-menerus merekam dan menyimpan informasi siapa yang mengakses mesin serta kejadian akses. Data ini disimpan pada *SD Card* yang terhubung ke Arduino Mega 2560. Melalui koneksi RTC dengan Arduino Mega 2560, informasi ini kemudian dikirimkan ke pengguna melalui SIM900a. Pengguna mendapatkan informasi terperinci tentang aktivitas akses, kejadian kebocoran mesin, serta rekaman waktu kegiatan, memastikan *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) terjaga dengan cermat dan efisien.



Gambar 3.3 Alur kerja



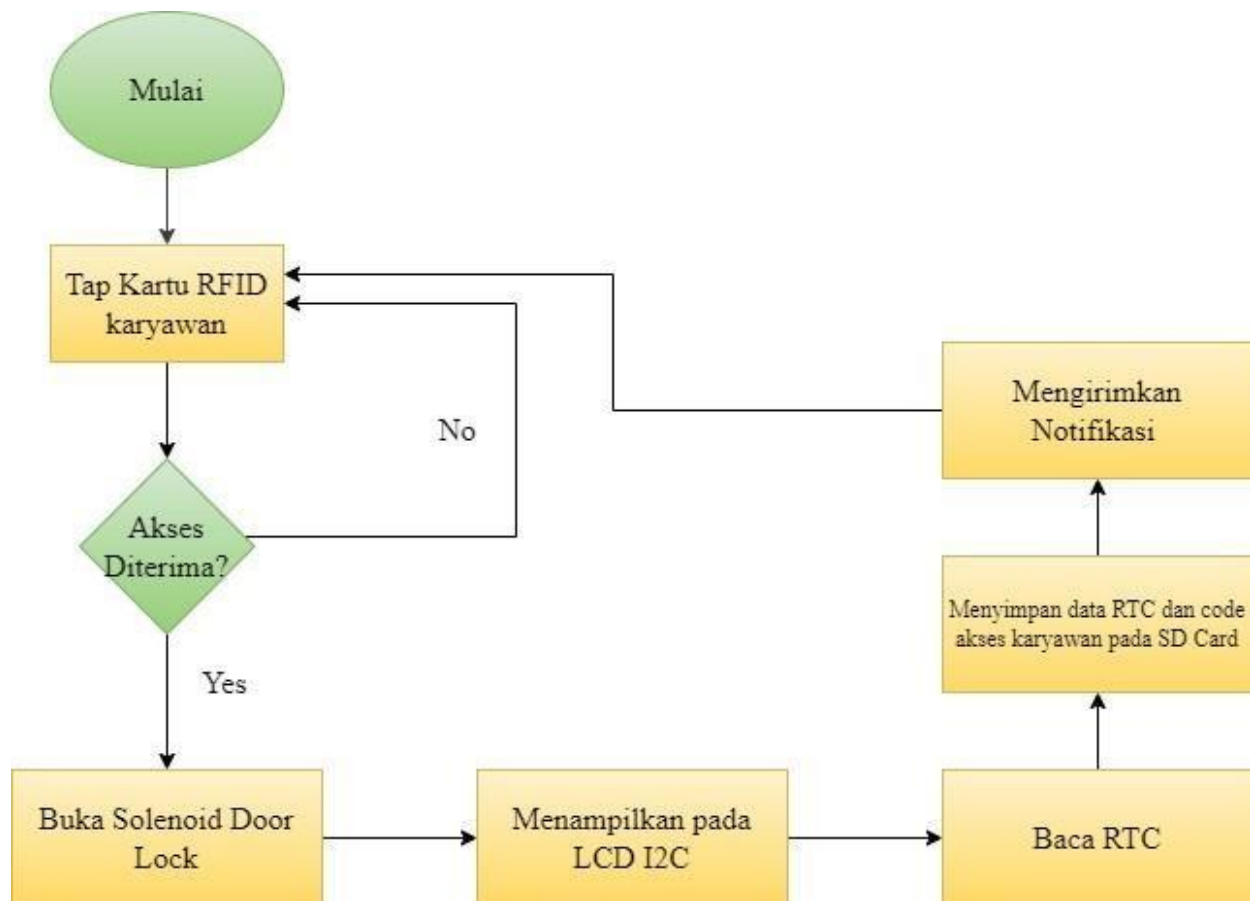
Gambar 3.4 Blok diagram

Arduino Mega 2560 adalah papan *mikrokontroler* yang dapat digunakan untuk membuat berbagai perangkat elektronik, termasuk sistem keamanan pintu otomatis. Alur kerja Arduino

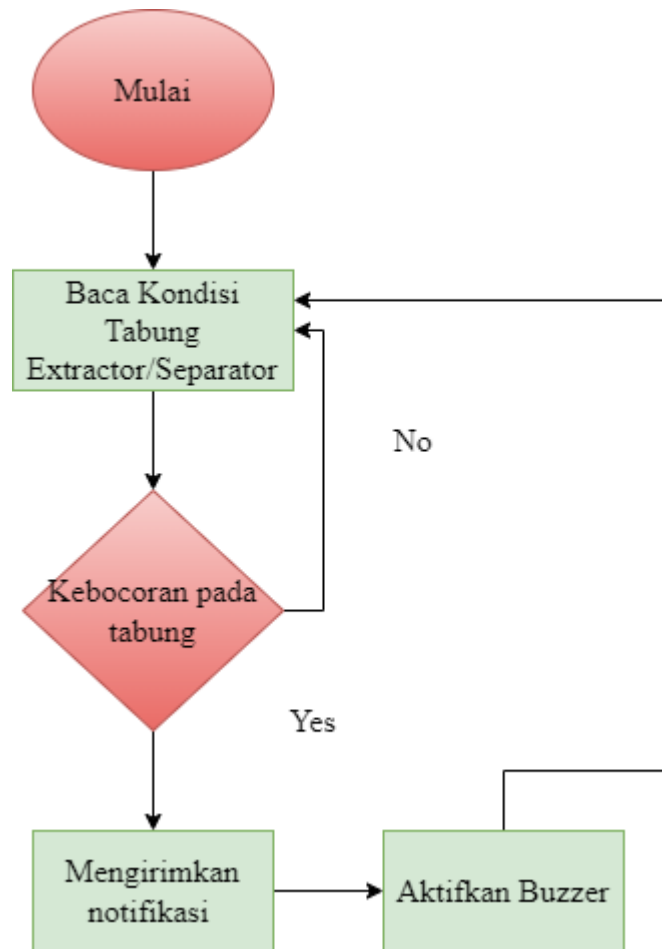
Mega 2560 dalam sistem ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap. Proses dimulai dengan inisialisasi Arduino Mega 2560 dan koneksi semua perangkat keras. Ini termasuk pengaturan pin *input* dan *output*, serta konfigurasi perangkat keras lainnya, seperti SIM900a dan LCD I2C. Setelah perangkat keras diinisialisasi, Arduino Mega 2560 akan menunggu *input* dari RFID. Saat ada *input* dari RFID, Arduino Mega 2560 akan membaca dan menyimpan data tersebut untuk diproses. Bila data yang diterima dari RFID diperiksa, jika sesuai dengan kondisi tertentu (misalnya, code yang benar), Arduino Mega 2560 akan memberikan instruksi kepada SIM900a untuk mengirim pesan atau panggilan ke pengguna. Sambil menunggu *input* dari RFID, Arduino Mega 2560 juga secara teratur memantau status *solenoid door lock*. Jika ada perubahan status, Arduino Mega 2560 akan menampilkan informasi ini pada LCD I2C dan jika ada perintah untuk membuka atau mengunci pintu, maka Arduino Mega 2560 akan mengirimkan sinyal yang tepat ke *solenoid door lock*. Arduino Mega 2560 dapat mengirimkan sinyal ke *solenoid door lock* untuk membuka atau mengunci pintu. Sinyal ini dikirim melalui *pin output* yang terhubung ke *solenoid door lock*.

Arduino Mega 2560 dapat menampilkan informasi penting pada LCD I2C, seperti *code* yang benar, status pintu, dan pesan kesalahan. Informasi ini dapat digunakan untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang status sistem keamanan. Arduino Mega 2560 akan terus bekerja dalam siklus ini hingga dimatikan. *code* atau data akses yang benar adalah *code* yang digunakan untuk membuka pintu. *code* ini dapat disimpan dalam memori Arduino Mega 2560 atau diinputkan oleh pengguna melalui RFID, pesan kesalahan ditampilkan jika terjadi kesalahan, seperti *code* yang salah atau kegagalan komunikasi dengan SIM900a. Hal ini membuat Arduino Mega 2560 dapat menjadi komponen penting dalam sistem keamanan pintu otomatis. Dengan mengikuti alur kerja yang dijelaskan di atas, diharapkan dapat membuat sistem keamanan pintu otomatis yang aman dan efektif. Proses dimulai dengan inisialisasi alur kerja sistem data dapat dimulai dengan inisialisasi dari kedua ekstraktor. Kedua ekstraktor ini siap untuk mengambil data dari sumbernya masing-masing. Ekstraktor mengekstrak data dari sumbernya, seperti sensor atau *database*. Ekstraktor menggunakan algoritma tertentu untuk mengekstrak data tersebut, seperti algoritma kompresi untuk mengurangi ukuran data atau algoritma dekompresi untuk mengembalikan data ke format aslinya. Setelah ekstraktor selesai memproses data, data tersebut diteruskan ke *pressure*.

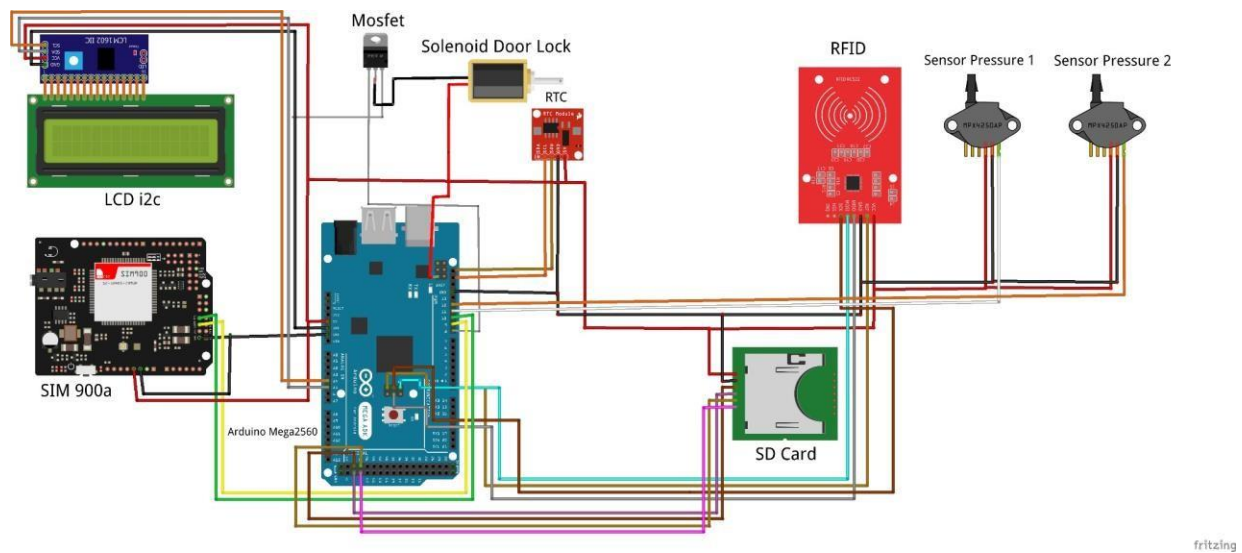
Pressure adalah komponen yang memproses data dari ekstraktor. *Pressure* menggunakan algoritma tertentu untuk memproses data tersebut, seperti algoritma analisis untuk menganalisis data atau algoritma pembelajaran mesin untuk mempelajari pola dari data. Data yang telah diproses oleh *pressure* diteruskan ke Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 adalah komponen yang menerapkan logika dan instruksi yang diperlukan sesuai dengan data yang diterima. Logika dan instruksi ini dapat berupa tindakan yang dilakukan oleh sistem, seperti membuka pintu atau mengirimkan pesan ke pengguna. Selain diteruskan ke Arduino Mega 2560, data juga dialihkan ke SIM900a. SIM900a adalah komponen yang mengirimkan data ke pengguna. Data yang dikirim ke pengguna dapat berupa informasi, seperti suhu ruangan, atau respons, seperti pesan pemberitahuan. Proses ini berjalan terus sampai sistem dihentikan atau proses aliran data berakhir.



Gambar 3.5 Flowchart desain usulan 1 bagian *security*



Gambar 3.6 Flowchart desain usulan 1 bagian *safety*



Gambar 3.7 Rangkaian skematik

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.1 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras SAFAME 1

No	Nama Alat	Keterangan
1	Arduino Mega 2560	Arduino Mega 2560 berfungsi untuk membuat <i>project</i> yang kapasitas ruang dalam tempat rangkaiannya besar. Kapasitas memori yang lebih besar membuat arduino ini cocok untuk <i>project</i> yang menggunakan banyak modul sekaligus. Dengan kemampuan komputasi yang luas dan banyaknya pin <i>input/output</i> , Arduino Mega 2560 dapat digunakan untuk mengatur dan mengontrol sejumlah besar sensor dan aktuator dalam mesin SCFE.
2	LCD I2C	Penggunaan layar LCD dengan komunikasi I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>) memiliki peran penting dalam meningkatkan antarmuka pengguna dan pemantauan dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE). Layar LCD I2C memungkinkan untuk menampilkan informasi yang relevan secara langsung yang terkait dengan proses ekstraksi superkritis.
3	Sim900a	Penggunaan SIM900a memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan mesin SCFE melalui jaringan GSM. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat memantau dan mengontrol mesin secara efisien dari jarak jauh melalui pesan teks atau panggilan telepon, memungkinkan pemantauan <i>real-time</i> dan respons cepat terhadap kondisi operasional atau perubahan yang diperlukan pada proses ekstraksi.

No	Nama Alat	Keterangan
4	<i>Radio Frequency Identification (RFID)</i>	RFID adalah singkatan dari <i>Radio Frequency Identification</i> , yakni perangkat elektronik yang digunakan untuk mengambil data dan mengidentifikasi data menggunakan <i>magnetic card</i> atau <i>barcode</i> . RFID merupakan perangkat keras yang digunakan sebagai sistem keamanan untuk mengontrol akses ke mesin SCFE.
5	<i>Sensor Pressure</i>	Sensor tekanan memiliki peranan vital dalam operasi mesin <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i> . Dalam konteks ini, sensor tekanan membantu dalam pemantauan dan pengendalian tekanan superkritik yang kritis dalam proses ekstraksi. Sensor tekanan yang terpasang dengan tepat pada mesin SCFE dapat memberikan informasi yang akurat mengenai tekanan dalam sistem secara <i>real-time</i> .
6	Mosfet	Penggunaan MOSFET (<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>) dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i> memberikan kontribusi penting dalam mengendalikan daya dan mengatur aliran energi dalam sistem. MOSFET berfungsi sebagai saklar atau pengendali arus listrik yang dapat diatur secara presisi.
7	<i>Real-Time Clock (RTC)</i>	<i>Real-Time Clock (RTC)</i> memiliki kegunaan yang penting dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i> . RTC memberikan kemampuan untuk menyediakan waktu yang akurat dan teratur dalam pengoperasian mesin.
8	<i>Solenoid Door Lock</i>	<i>Solenoid Door Lock</i> berfungsi sebagai mekanisme keamanan yang mengontrol akses ke area tertentu pada mesin SCFE. Penggunaan <i>Solenoid Door Lock</i> memastikan bahwa hanya dengan izin yang tepat, melalui penggunaan <i>code</i> atau kunci yang diotorisasi, seseorang dapat membuka pintu atau mengakses area tersebut.
9	<i>Secure Digital (SD) Card</i>	Penggunaan <i>Secure Digital (SD) Card</i> dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i> dapat memberikan manfaat signifikan dalam pemantauan, penyimpanan, dan transfer data. <i>SD Card</i> digunakan sebagai media penyimpanan yang dapat diandalkan untuk merekam data penting terkait operasi mesin SCFE, seperti parameter proses, catatan eksperimental, atau konfigurasi pengaturan.
10	<i>Buzzer</i>	<i>Buzzer</i> memiliki peran penting dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction (SCFE)</i> sebagai alat pemberi notifikasi atau peringatan. Dalam konteks ini, <i>buzzer</i> digunakan untuk memberikan sinyal audio yang jelas dan langsung kepada pengguna atau operator terkait dengan kondisi kritis atau perubahan penting dalam proses ekstraksi.

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Pembuatan rancangan anggaran belanja dibutuhkan sebagai tahap persiapan sebelum memasuki tahap *prototype*, tahap penentuan alat dan bahan yang akan digunakan telah melalui survey dan pertimbangan melalui kajian yang dilakukan melalui studi literatur dan diskusi bersama *stakeholder* untuk dapat menghasilkan alat *safety* dan *security* mesin untuk *monitoring* jarak jauh

guna pemilik mesin untuk menghindari pencurian atau penduplikatan mesin serta *emergency* yang sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 3.2 Rencana anggaran pengembangan sistem SAFAME 1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Arduino Mega 2560	Pcs	Rp 1.000.000,-	1	Rp 1.000.000,-
2	LCD I2C	Pcs	Rp 27.000,-	1	Rp 27.000,-
3	Adaptor 5V	Pcs	Rp 45.000,-	1	Rp 45.000,-
4	Sim900a	Pcs	Rp 105.000,-	1	Rp 105.000,-
5	RFID	Pcs	Rp 40.000,-	1	Rp 40.000,-
6	Kabel	Meter	Rp 35.000,-	1	Rp 35.000,-
7	Sensor <i>Pressure</i>	Pcs	Rp 178.000,-	2	Rp 356.000,-
8	Modul <i>Micro SD</i>	Pcs	Rp 12.900,-	1	Rp 12.900,-
9	<i>Real Time Clock</i>	Pcs	Rp 35.000	1	Rp 35.000
10	Mosfet	Pcs	Rp 15.000	1	Rp 15.000,-
11	Mini Box Panel	Pcs	Rp 85.000,-	1	Rp 85.000,-
12	<i>Buzzer DC (3V - 12V)</i>	Pcs	Rp 7.500,-	1	Rp 7.500,-
Total Belanja					Rp 1.763.400

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Pada desain 1 memiliki beberapa analisis resiko yang telah dipertimbangkan terlebih dahulu, sehingga analisis yang dilakukan mampu dipahami sebelum dilakukan pembuatan alat, beberapa analisis resiko sebagai berikut:

- Desain 1 akan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai *mikrokontroler* yang akan melakukan kendali pada sistem ini. Dengan kondisi tersebut, sistem harus mengutamakan keamanan dalam *maintenance* karena memiliki *wiring* yang lebih rumit sehingga *error* pada sistem dapat terjadi.

- Desain sistem 1 merupakan sistem *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE. Usulan desain 1 memiliki kelemahan yaitu tidak terdapat *input* keypad, situasi ini menimbulkan kendala ketika pekerja lupa membawa atau kehilangan kartu RFID mereka, sehingga menghambat akses yang diperlukan untuk membuka pintu ekstraktor pada mesin SCFE.
- Dengan usulan yang diberikan, maka akan memiliki anggaran yang lebih besar sebagai biaya komponen yang dibutuhkan untuk menerapkan perangkat instrumentasi kendali dengan kualitas yang lebih baik. Dengan desain rancangan usulan 1 biaya yang dibutuhkan untuk membangun *prototype* sebesar Rp 1.763.400,-. Biaya pada tahap *prototype* tentunya akan membengkak pada saat alat telah mencapai tahap komersial, hal ini terjadi sebagai dampak dari penyesuaian bahan dengan jangka pakai alat yang lebih lama dengan analisis perawatan yang minim untuk menjaga kualitas kerja alat.
- Terdapat kemungkinan *error* yang akan mempengaruhi sistem kerja, dengan kondisi ini kecil kemungkinan untuk *user* mampu memecahkan permasalahan yang dapat terjadi di perangkat *hardware* maupun *software*, sehingga dibutuhkan peneliti yang membangun sistem untuk dapat memecahkan permasalahan.

3.1.4 Pengukuran Performa

Untuk mengukur performa dari desain alat atau sistem, ada beberapa parameter dan metode yang dapat digunakan yaitu :

1. Keandalan: Performa sistem dapat diukur dari sudut pandang keandalan. Berapa sering sistem mengalami kegagalan atau masalah teknis? Ini dapat diukur dengan menghitung waktu rata-rata antara kegagalan atau perbaikan yang diperlukan.
2. Keamanan: Performa dalam aspek keamanan adalah hal yang kritis, terutama jika sistem ini digunakan. Keamanan sistem dapat diukur dengan mengidentifikasi dan menguji lapisan keamanan yang ada, serta melihat sejauh mana sistem tahan terhadap serangan siber atau akses yang tidak sah.
3. Antarmuka Pengguna: Pengalaman pengguna dan respons antarmuka pengguna, seperti media Telegram, dapat diukur melalui pengukuran waktu respon, kejelasan informasi yang ditampilkan, dan tingkat kepuasan pengguna.

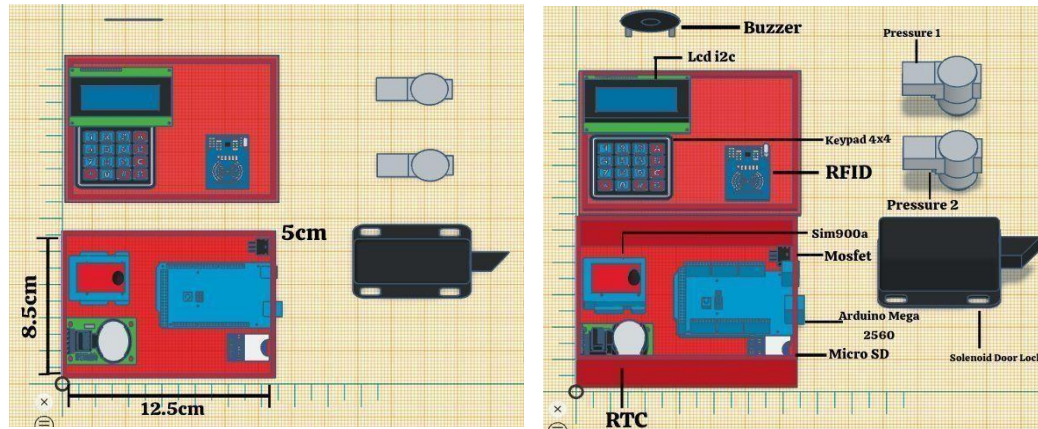
4. Biaya Implementasi dan Operasi: Dalam aspek ekonomi, performa juga dapat diukur dengan menganalisis biaya implementasi sistem, biaya perawatan, dan dampaknya pada harga jual kepada masyarakat yang ingin menggunakan sistem tersebut.
5. Ketersediaan dan Kinerja Jaringan: Jika sistem bergantung pada jaringan, performa jaringan seperti kecepatan koneksi, ketersediaan, dan latensi juga perlu dievaluasi.

3.2 Usulan Solusi 2

Usulan solusi 2 adalah sistem *monitoring safety* dan *security* mesin SCFE untuk menghindari pencurian atau penduplikatan mesin yang terintegrasi sistem *Internet of Things* atau IoT yaitu menggunakan jaringan GSM dengan menampilkan di layar LCD I2C dan aplikasi yang dapat diakses oleh pemilik mesin SCFE yang diberi nama dengan SAFAME. SAFAME juga dilengkapi dengan fitur keamanan ganda melalui teknologi RFID dan keypad yang akan memberikan perlindungan tambahan untuk mencegah pencurian atau upaya penduplikatan mesin.

3.2.1 Desain Sistem 2

Sistem pada usulan 2 akan diberi nama SAFAME sebagai sistem *monitoring safety* dan *security* mesin SCFE secara *real-time*. SAFAME dirancang dengan mengedepankan kemudahan agar pengguna dapat mengoperasikannya tanpa keahlian khusus. Dalam penerapannya sistem diharapkan mampu melakukan *monitoring* secara otomatis terkait *safety* dan *security* pada mesin SCFE. Ide usulan 2 akan berfokus pada *monitoring safety* dan *security* pada mesin SCFE secara *real-time*. Desain usulan 2 memiliki beberapa komponen yang akan digunakan seperti *mikrokontroler*, SIM900a, sensor *pressure*, mosfet, RFID, RTC, *micro SD*, *solenoid door lock*, *buzzer*, LCD I2C, keypad 4 x 4. Setiap komponen yang digunakan akan memiliki kegunaannya masing-masing guna menunjang sistem SAFAME untuk mampu melakukan *monitoring safety* dan *security* terhadap mesin SCFE dengan tujuan yang telah dirumuskan. SAFAME dibangun dengan mengacu pada spesifikasi untuk memperoleh hasil alat yang efisien secara waktu dan akurasi secara hasil yang dapat dipertanggung jawabkan. Secara keseluruhan desain *prototype* yang dibangun pada usulan 2 memiliki ukuran panjang 12,5 cm x lebar 8,5 cm x tinggi 5 cm. Pemilihan mini box sebagai *casing* dari *prototype* usulan 2 dikarenakan desain yang dapat di *custom* dengan jumlah satuan, lalu harga yang tidak terlalu mahal dengan tetap menerapkan standar keteknikan yang dipegang sebagai acuan.

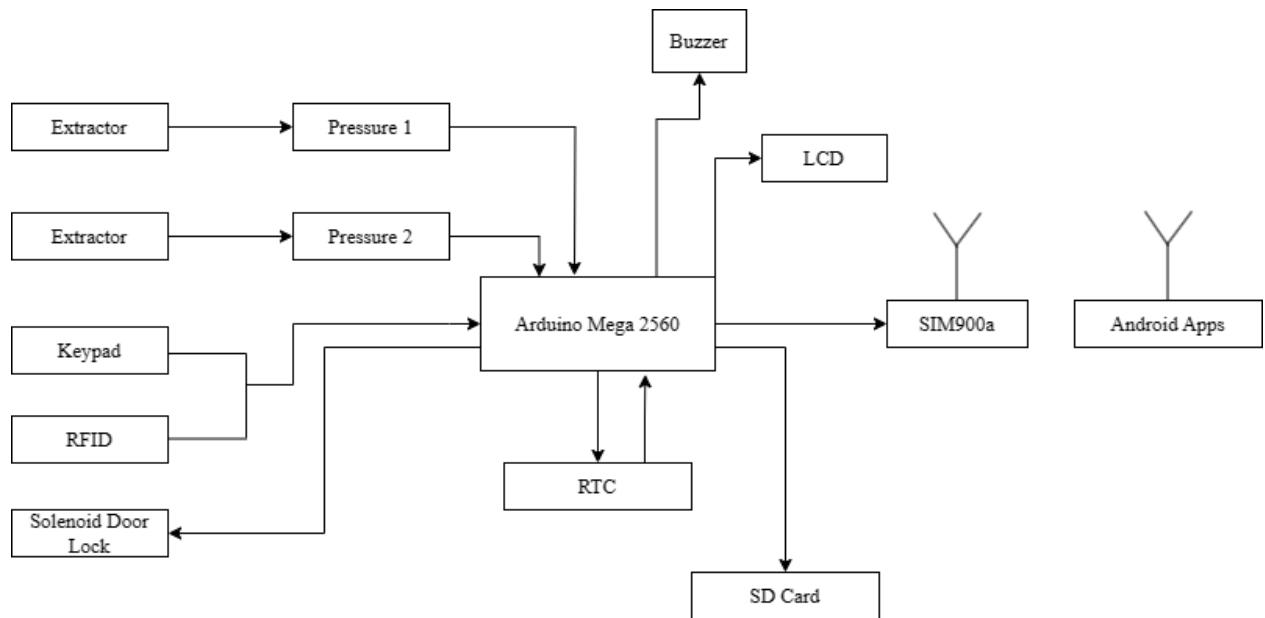


Gambar 3.8 Desain usulan 2

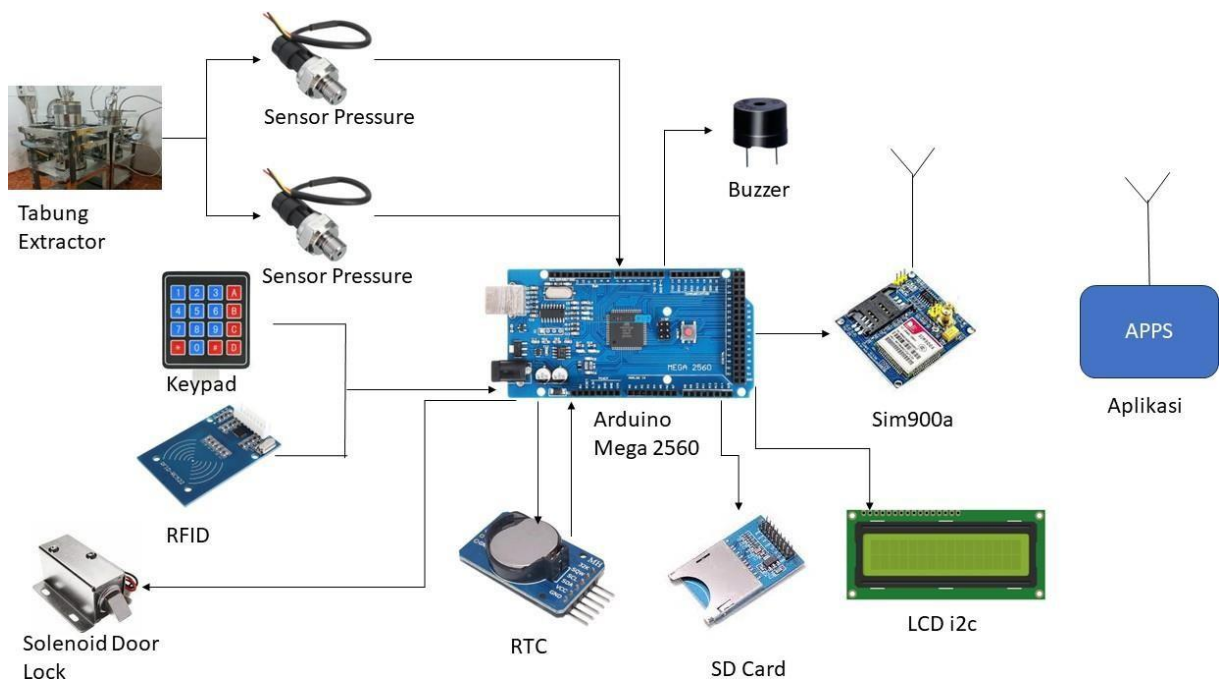
Usulan 2 memiliki alur kerja seperti pada Gambar 3.9, *safety* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) terletak pada deteksi kebocoran pada kedua ekstraktor yang masing-masing ekstraktor memiliki *pressure*. Saat terjadi kebocoran, *buzzer* segera memberi peringatan yang terhubung ke Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 kemudian mengirimkan notifikasi melalui SIM900a kepada pengguna terkait situasi darurat tersebut, memastikan respons cepat terhadap kondisi kritis pada mesin SCFE.

Sementara itu, *security* mesin SCFE ditingkatkan dengan menggunakan 2 *input*, yaitu keypad dan RFID. Ketika RFID terotentikasi, *solenoid door lock* akan terbuka, memberikan akses. Jika akses menggunakan RFID berhasil, informasi akan dikirimkan dari RFID ke Arduino Mega 2560 dan SIM900a, memberikan notifikasi kepada pengguna tentang akses yang terjadi. Kelebihannya terletak pada fleksibilitas, dimana akses yang mendesak tanpa RFID dapat diakomodasi melalui penggunaan keypad sebagai alternatif untuk membuka *solenoid door lock*.

Arduino Mega 2560 memiliki peran penting dalam menyimpan dan merekam data akses melalui RTC secara terus-menerus. Informasi ini disimpan pada SD Card yang terhubung ke Arduino Mega 2560, kemudian dikirimkan ke pengguna melalui SIM900a. Rekaman waktu kegiatan, serta data akses, memberikan informasi terperinci kepada pengguna terkait akses mesin, memastikan *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) tetap terjaga dengan baik. Dalam usulan 2 yang diberikan memiliki kelebihan dalam efisiensi penggunaan, dengan usulan yang lebih sederhana, biaya yang dibutuhkan untuk membangun sistem usulan 2 ini lebih murah dengan perangkat yang jauh lebih sederhana.



Gambar 3.9 Alur kerja



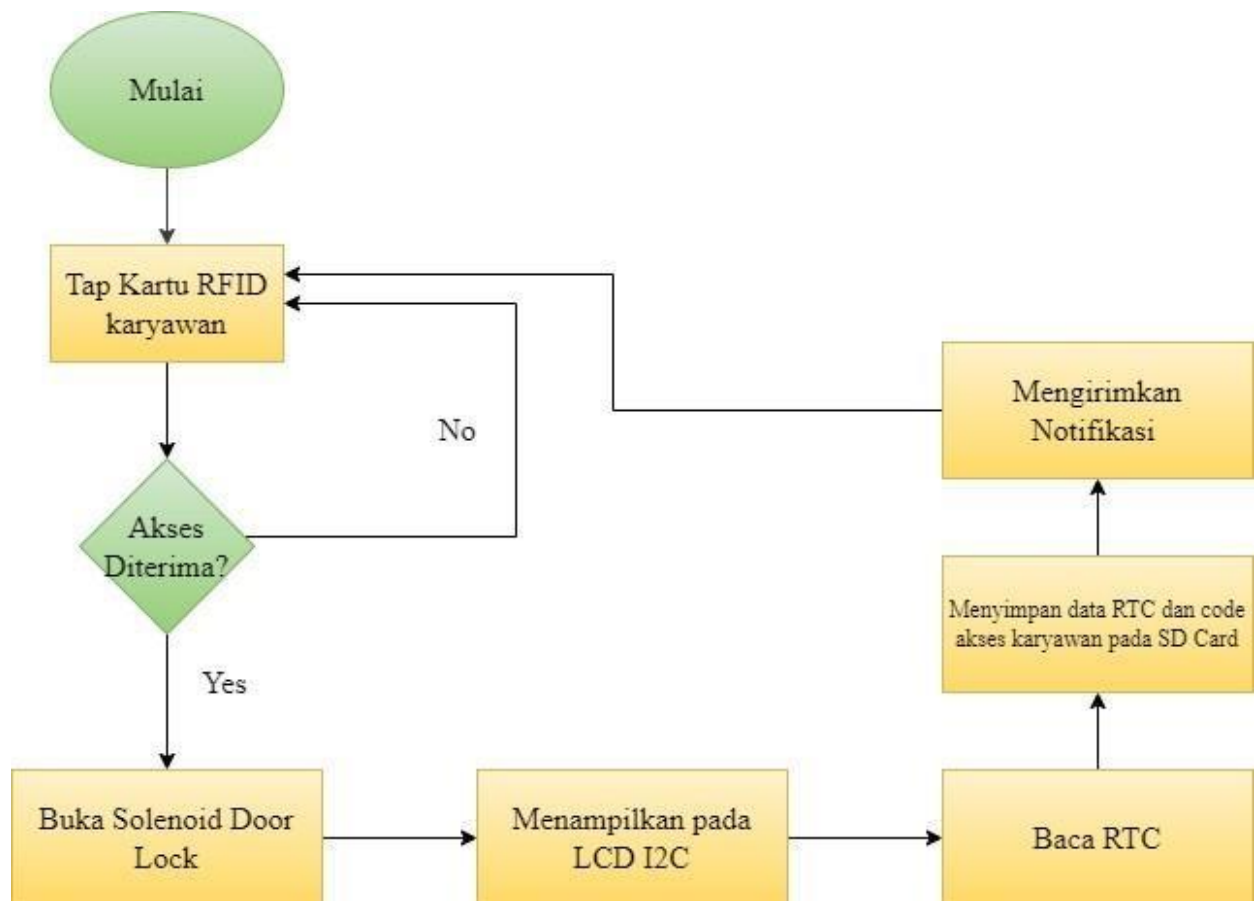
Gambar 3.10 Blok diagram

Arduino Mega 2056 adalah papan *mikrokontroler* yang dapat digunakan untuk membuat berbagai perangkat elektronik, termasuk sistem keamanan pintu otomatis. Alur kerja Arduino Mega 2560 dalam sistem ini dapat dibagi menjadi beberapa tahap. Proses dimulai dengan

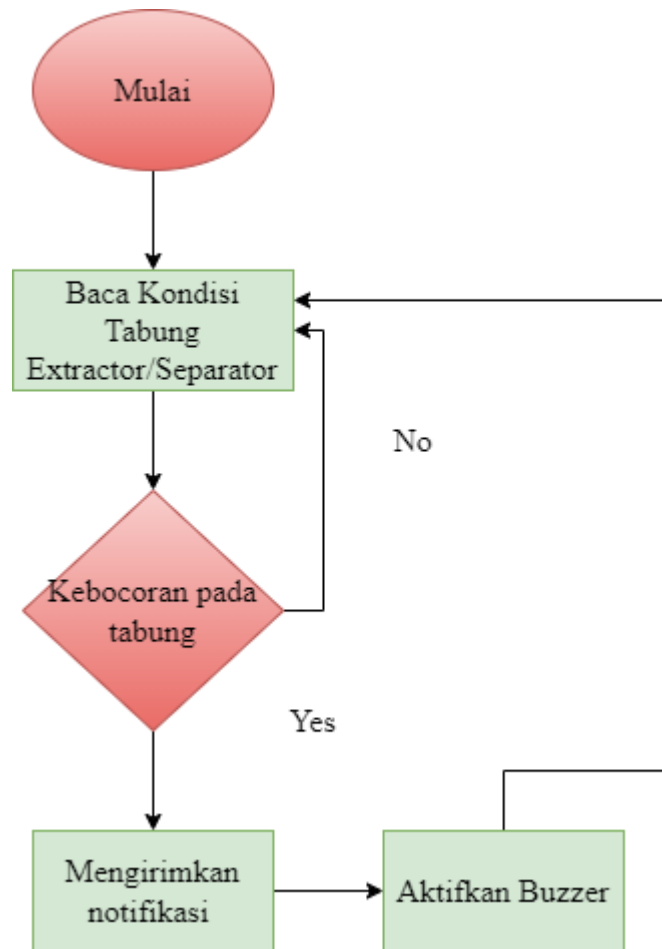
inisialisasi Arduino Mega 2560 dan koneksi semua perangkat keras. Ini termasuk pengaturan pin *input* dan *output*, serta konfigurasi perangkat keras lainnya, seperti SIM900a dan LCD. Lalu Setelah perangkat keras diinisialisasi, Arduino Mega 2560 akan menunggu *input* dari RFID & keypad. Saat ada *input* dari RFID & keypad, Arduino Mega 2560 akan membaca dan menyimpan data tersebut untuk diproses. Bila data yang diterima dari RFID & keypad diperiksa, jika sesuai dengan kondisi tertentu (misalnya, *code* yang benar), Arduino Mega 2056 akan memberikan instruksi kepada SIM900a untuk mengirim pesan atau panggilan ke pengguna. Sambil menunggu *input* dari RFID & keypad, Arduino Mega 2560 juga secara teratur memantau status *solenoid door lock*. Jika ada perubahan status, Arduino Mega 2560 akan menampilkan informasi ini pada LCD I2C dan jika ada perintah untuk membuka atau mengunci pintu, maka Arduino Mega 2560 akan mengirimkan sinyal yang tepat ke *solenoid door lock*. Arduino Mega 2560 dapat mengirimkan sinyal ke *solenoid door lock* untuk membuka atau mengunci pintu. Sinyal ini dikirim melalui pin *output* yang terhubung ke *solenoid door lock*. Arduino Mega 2560 dapat menampilkan informasi penting pada LCD I2C, seperti *code* yang benar, status pintu, dan pesan kesalahan.

Informasi ini dapat digunakan untuk memberikan informasi kepada pengguna tentang status sistem keamanan. Arduino Mega 2560 akan terus bekerja dalam siklus ini hingga dimatikan. *code* atau data akses yang benar adalah *code* yang digunakan untuk membuka pintu. *code* ini dapat disimpan dalam memori Arduino Mega 2560 atau diinputkan oleh pengguna melalui RFID & keypad, pesan kesalahan ditampilkan jika terjadi kesalahan, seperti *code* yang salah atau kegagalan komunikasi dengan SIM900a. Hal ini membuat Arduino Mega 2560 dapat menjadi komponen penting dalam sistem keamanan pintu otomatis. Dengan mengikuti alur kerja yang dijelaskan di atas, diharapkan dapat membuat sistem keamanan pintu otomatis yang aman dan efektif. Proses dimulai dengan inisialisasi alur kerja sistem data dapat dimulai dengan inisialisasi dari kedua ekstraktor. Kedua ekstraktor ini siap untuk mengambil data dari sumbernya masing-masing. Ekstraktor mengekstrak data dari sumbernya, seperti sensor atau *database*. Ekstraktor menggunakan algoritma tertentu untuk mengekstrak data tersebut, seperti algoritma kompresi untuk mengurangi ukuran data atau algoritma dekompresi untuk mengembalikan data ke format aslinya. Setelah ekstraktor selesai memproses data, data tersebut diteruskan ke *pressure*.

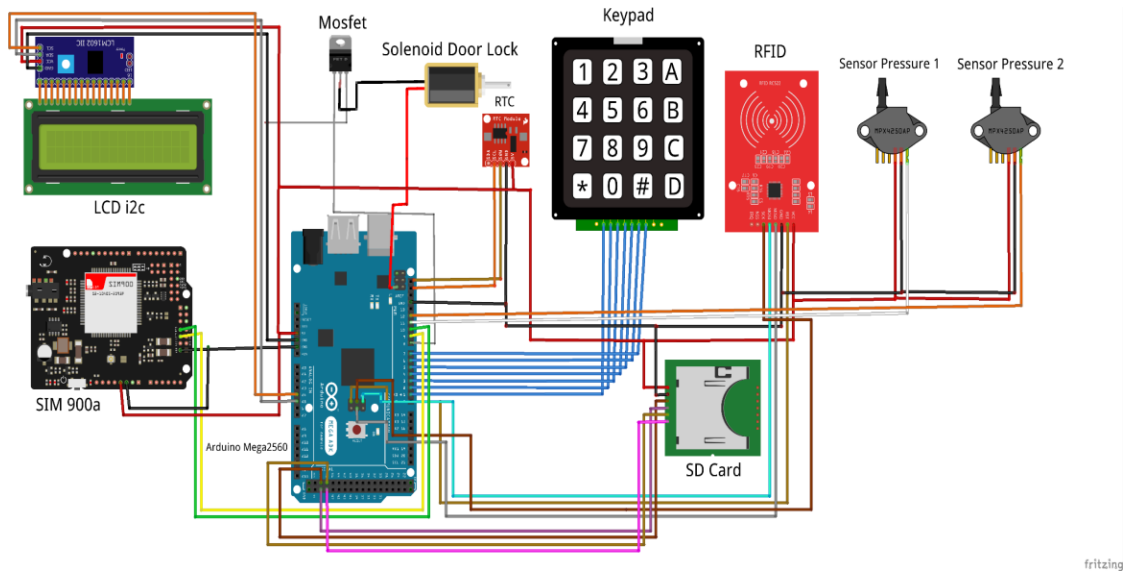
Pressure adalah komponen yang memproses data dari ekstraktor. *Pressure* menggunakan algoritma tertentu untuk memproses data tersebut, seperti algoritma analisis untuk menganalisis data atau algoritma pembelajaran mesin untuk mempelajari pola dari data. Data yang telah diproses oleh *pressure* diteruskan ke Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 adalah komponen yang menerapkan logika dan instruksi yang diperlukan sesuai dengan data yang diterima. Logika dan instruksi ini dapat berupa tindakan yang dilakukan oleh sistem, seperti membuka pintu atau mengirimkan pesan ke pengguna. Selain diteruskan ke Arduino Mega 2560, data juga dialihkan ke SIM900a. SIM900a adalah komponen yang mengirimkan data ke pengguna. Data yang dikirim ke pengguna dapat berupa informasi, seperti suhu ruangan, atau respons, seperti pesan pemberitahuan. Proses ini berjalan terus sampai sistem dihentikan atau proses aliran data berakhir.



Gambar 3.11 Flowchart desain usulan 2 bagian security



Gambar 3.12 Flowchart desain usulan 2 bagian *safety*



Gambar 3.13 Rangkaian skematik

Untuk dapat memenuhi usulan sistem tersebut, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.3 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras SAFAME 2

No	Nama Alat	Keterangan
1	SIM900a	Penggunaan SIM900a memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan mesin SCFE melalui jaringan GSM. Dengan kemampuan ini, pengguna dapat memantau dan mengontrol mesin secara efisien dari jarak jauh melalui pesan teks atau panggilan telepon, memungkinkan pemantauan <i>real-time</i> dan respons cepat terhadap kondisi operasional atau perubahan yang diperlukan pada proses ekstraksi.
2	Sensor Pressure	Sensor tekanan memiliki peranan vital dalam operasi mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE). Dalam konteks ini, sensor tekanan membantu dalam pemantauan dan pengendalian tekanan superkritis yang kritis dalam proses ekstraksi. Sensor tekanan yang terpasang dengan tepat pada mesin SCFE dapat memberikan informasi yang akurat mengenai tekanan dalam sistem secara <i>real-time</i> .
3	Arduino Mega 2560	Arduino Mega 2560 berfungsi untuk membuat <i>project</i> yang kapasitas ruang dalam tempat rangkaiannya besar. Kapasitas memori yang lebih besar membuat arduino ini cocok untuk <i>project</i> yang menggunakan banyak modul sekaligus. Dengan kemampuan komputasi yang luas dan banyaknya pin <i>input/output</i> , Arduino Mega 2560 dapat digunakan untuk mengatur dan mengontrol sejumlah besar sensor dan aktuator dalam mesin SCFE.

No	Nama Alat	Keterangan
4	<i>Real-Time Clock</i> (RTC)	<i>Real-Time Clock</i> (RTC) memiliki kegunaan yang penting dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE). RTC memberikan kemampuan untuk menyediakan waktu yang akurat dan teratur dalam pengoperasian mesin.
5	LCD I2C 16x2	Penggunaan layar LCD dengan komunikasi I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>) memiliki peran penting dalam meningkatkan antarmuka pengguna dan pemantauan dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE). Layar LCD I2C memungkinkan untuk menampilkan informasi yang relevan secara langsung yang terkait dengan proses ekstraksi superkritis.
6	Keypad 4x4	Keypad memiliki peranan penting dalam memfasilitasi interaksi pengguna dengan mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE). Keypad digunakan untuk memberikan pengguna akses cepat dan langsung dalam mengatur, mengkonfigurasi, atau memasukkan parameter tertentu yang berkaitan dengan proses ekstraksi.
7	<i>Solenoid Door Lock</i>	<i>Solenoid Door Lock</i> berfungsi sebagai mekanisme keamanan yang mengontrol akses ke area tertentu pada mesin SCFE. Penggunaan <i>Solenoid Door Lock</i> memastikan bahwa hanya dengan izin yang tepat, melalui penggunaan <i>code</i> atau kunci yang diotorisasi, seseorang dapat membuka pintu atau mengakses area tersebut.
8	Mosfet	Penggunaan MOSFET (<i>Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor</i>) dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) memberikan kontribusi penting dalam mengendalikan daya dan mengatur aliran energi dalam sistem. MOSFET berfungsi sebagai saklar atau pengendali arus listrik yang dapat diatur secara presisi.
9	Kabel	Kabel listrik adalah sebuah alat yang fungsi utamanya digunakan untuk menghantarkan arus listrik. Dimana arus listrik akan dihantarkan menuju jaringan listrik tertentu. Kabel listrik adalah media yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik, kabel umumnya akan dibuat menggunakan material tembaga atau aluminium.
10	<i>Secure Digital</i> (SD) <i>Card</i>	Penggunaan <i>Secure Digital</i> (SD) <i>Card</i> dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) dapat memberikan manfaat signifikan dalam pemantauan, penyimpanan, dan transfer data. SD <i>Card</i> digunakan sebagai media penyimpanan yang dapat diandalkan untuk merekam data penting terkait operasi mesin SCFE, seperti parameter proses, catatan eksperimental, atau konfigurasi pengaturan.
11	<i>Radio Frequency Identification</i> (RFID)	RFID adalah singkatan dari <i>Radio Frequency Identification</i> , yakni perangkat elektronik yang digunakan untuk mengambil data dan mengidentifikasi data menggunakan <i>magnetic card</i> atau <i>barcode</i> . RFID merupakan perangkat keras yang digunakan sebagai sistem keamanan untuk mengontrol akses ke mesin SCFE.
12	Adaptor	Adaptor merupakan perangkat listrik yang digunakan untuk mengubah listrik AC dengan tegangan yang tinggi menjadi listrik DC dengan tegangan yang lebih rendah. Umumnya adaptor digunakan untuk

No	Nama Alat	Keterangan
		memberikan suplai listrik dari listrik PLN dengan tegangan 220 VAC kepada perangkat elektronis.
13	Buzzer	<i>Buzzer</i> memiliki peran penting dalam mesin <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SCFE) sebagai alat pemberi notifikasi atau peringatan. Dalam konteks ini, <i>buzzer</i> digunakan untuk memberikan sinyal audio yang jelas dan langsung kepada pengguna atau operator terkait dengan kondisi kritis atau perubahan penting dalam proses ekstraksi.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, penulis juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi *monitoring* SAFAME ini didesain untuk aplikasi *Android* dengan spesifikasi seminimum mungkin. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa pemilik mesin SCFE menggunakan perangkat *smartphone* yang tidak terlalu mahal. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan *smartphone* dengan spesifikasi yang rendah.

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Pembuatan rancangan anggaran belanja dibutuhkan sebagai tahap persiapan sebelum memasuki tahap *prototype*, tahap penentuan alat dan bahan yang akan digunakan telah melalui survey dan pertimbangan melalui kajian yang dilakukan melalui studi literatur dan diskusi bersama *stakeholder* untuk dapat menghasilkan alat *safety* dan *security* mesin untuk *monitoring* jarak jauh guna pemilik mesin untuk menghindari pencurian atau penduplikatan mesin serta *emergency* yang sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem SAFAME 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	SIM900a	pcs	Rp 105.000, -	1	Rp 105.000, -
2	Sensor <i>Pressure</i>	Pcs	Rp 178.000, -	2	Rp 356.000, -
3	Arduino Mega 2560	Pcs	Rp 1.000.000, -	1	Rp 1.000.000, -
4	Real Time Clock	Pcs	Rp 35.000, -	1	Rp 35.000, -
5	LCD I2C 16x2	Pcs	Rp 27.000, -	1	Rp 27.000, -

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
6	Keypad 4x4	Pcs	Rp 5.000, -	1	Rp 5.000, -
7	<i>Solenoid Door Lock</i>	Pcs	Rp 55.000, -	1	Rp 55.000, -
8	Mosfet	Pcs	Rp 15.000, -	1	Rp 15.000, -
9	Kabel	Meter	Rp 35.000, -	1	Rp 35.000, -
10	Mini Box Panel	Pcs	Rp 85.000	1	Rp 85.000
11	Modul <i>Micro SD</i>	Pcs	Rp 12.900,-	1	Rp 12.900,-
12	RFID	Pcs	Rp 40.000,-	1	Rp 40.000,-
13	Adaptor 5V	Pcs	Rp 45.000,-	1	Rp 45.000,-
14	<i>Buzzer DC (3V - 12V)</i>	Pcs	Rp 7.500,-	1	Rp 7.500,-
Total Belanja					Rp 1.823.400,-

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Pada desain 2 memiliki beberapa analisis resiko yang telah dipertimbangkan terlebih dahulu, sehingga analisis yang dilakukan mampu dipahami sebelum dilakukan pembuatan alat, beberapa analisis resiko sebagai berikut:

- Desain 2 akan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai *mikrokontroler* yang akan melakukan kendali pada sistem ini. Dengan kondisi tersebut, sistem harus mengutamakan keamanan dalam *maintenance* karena memiliki *wiring* yang lebih rumit sehingga *error* pada sistem dapat terjadi.
- Pada ide usulan 2, sistem akan berfokus pada kemudahan dalam penggunaan yang jauh lebih sederhana dalam mengimplementasikan solusi keamanan dan keselamatan pada mesin SCFE. Desain usulan 2 memiliki beberapa komponen utama yang akan digunakan berupa Arduino Mega 2560, Sensor *Pressure*, RFID, dan keypad.
- Terdapat kemungkinan *error* sinkronisasi yang akan mempengaruhi sistem kerja, dengan kondisi ini kecil kemungkinan untuk *user* mampu memecahkan permasalahan yang dapat

terjadi di perangkat *hardware* maupun *software*, sehingga dibutuhkan peneliti yang membangun sistem untuk dapat memecahkan permasalahan

3.2.4 Pengukuran Performa

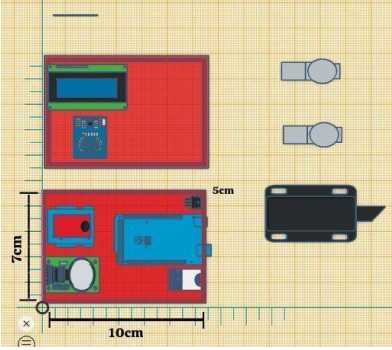
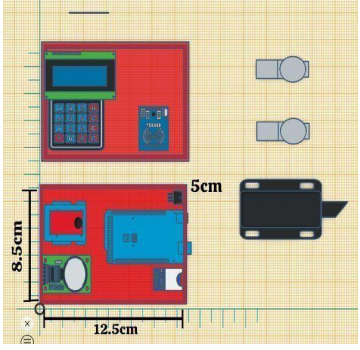
Untuk mengukur performa dari desain alat atau sistem, ada beberapa parameter dan metode yang dapat digunakan yaitu:

1. Keandalan: Performa sistem dapat diukur dari sudut pandang keandalan. Berapa sering sistem mengalami kegagalan atau masalah teknis? Ini dapat diukur dengan menghitung waktu rata-rata antara kegagalan atau perbaikan yang diperlukan.
2. Keamanan: Performa dalam aspek keamanan adalah hal yang kritis, terutama jika sistem ini digunakan dalam mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE). Keamanan sistem dapat diukur dengan mengidentifikasi dan menguji lapisan keamanan yang ada, serta melihat sejauh mana sistem tahan terhadap serangan *siber* atau akses yang tidak sah.
3. Antarmuka Pengguna: Pengalaman pengguna dan *respons* antarmuka pengguna, seperti layar LCD dan aplikasi *android studio*, dapat diukur melalui pengukuran waktu respon, kejelasan informasi yang ditampilkan, dan tingkat kepuasan pengguna.
4. Biaya Implementasi dan Operasi: Dalam aspek ekonomi, performa juga dapat diukur dengan menganalisis biaya implementasi sistem, biaya perawatan, dan dampaknya pada harga jual pada mesin SCFE.
5. Ketersediaan dan Kinerja Jaringan: Jika sistem bergantung pada jaringan, performa jaringan seperti kecepatan koneksi, ketersediaan, dan latensi juga perlu dievaluasi.

3.3 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Meninjau melalui kajian literatur yang telah dilakukan berdasarkan teknologi terdahulu dan diskusi dengan para *stakeholder* yang terlibat maka alat yang dibangun akan berlandaskan pada kebutuhan di lapangan dengan berfokus pada efisiensi waktu dan akurasi hasil. Melalui pertimbangan yang dilakukan, dapat ditentukan bahwa desain yang sesuai dengan kebutuhan serta kondisi di lapangan merupakan desain usulan ke-2. Penulis memilih desain usulan ke-2 dikarenakan desain usulan 2 memiliki perangkat instrumentasi yang akan *memonitoring* serta mengimplementasikan solusi keamanan dan keselamatan pada mesin SCFE secara *real-time*. Berikut perbandingan desain usulan 1 dan usulan 2.

Tabel 3.5 Perbandingan usulan 1, dan usulan 2

No	Spesifikasi	Usulan 1	Usulan 2
1	Dimensi box	Panjang 10 cm x lebar 7 cm x tinggi 5 cm	Panjang 12.5 cm x lebar 8.5 cm x tinggi 5 cm
2	<i>Input Lock</i>	-	Keypad
3	Biaya	Rp 1.763.400,-	Rp 1.823.400,-
4	Desain		

Pertama, tingkat akurasi menjadi faktor prioritas utama sebagai aspek pada sistem. Tingkat akurasi menjadi salah satu faktor utama apakah sistem berhasil memenuhi tujuan awal dari sistem untuk *memonitoring* serta mengimplementasikan solusi keamanan dan keselamatan pada mesin SCFE secara *real-time*. Desain usulan solusi 2 tersebut menggabungkan sistem *monitoring safety* dan *security* pada mesin SCFE dengan teknologi IoT yang memungkinkan integrasi yang kuat untuk menjaga keamanan perangkat tersebut. Usulan solusi 1 berfokus pada sistem keamanan yang dimana sistem keamanan ini terdapat pada RFID, sedangkan usulan solusi 2 terdapat pada keamanan nya ada *input* tambahan yaitu dengan menambahkan keypad, jadi untuk mengakses pintu pada mesin SCFE ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan kartu yang dapat diakses dan dengan keypad.

Kedua, usulan solusi 1 dan 2 mengusulkan penggunaan *mikrokontroler* Arduino Mega 2560. Pada usulan solusi ini *Mikrokontroler* ini memiliki kapasitas yang jauh lebih besar daripada Arduino lainnya. Dengan jumlah pin *input/output* yang lebih banyak dan ruang penyimpanan yang luas, Arduino Mega 2560 cocok untuk proyek yang melibatkan banyak modul dan *input-an* yang kompleks. Penggunaan banyak modul berbeda, seperti sensor atau perangkat tambahan lainnya, dapat diintegrasikan dengan lebih efisien karena kapasitas ruang yang besar. jadi, pilihan untuk menggunakan Arduino Mega 2560 disesuaikan dengan kebutuhan

tim peneliti dalam menangani banyak *inputan* dengan kompleksitas yang lebih tinggi dalam proyek ini yang memungkinkan integrasi yang lebih efisien dan pengolahan data yang lebih canggih.

ketiga, pada kedua usulan solusi ini menawarkan fitur tambahan yang sangat berguna, memberikan notifikasi saat *pressure* diluar batas yang sudah ditentukan. Hal ini memberikan peringatan dini kepada operator untuk bertindak. Dengan penggunaan *buzzer* yang berbeda sebagai indikator *pressure*, informasi visual yang langsung terlihat membantu dalam mengamati dan menanggapi kondisi suhu dengan cepat. Selain itu, sistem notifikasi ini dapat disesuaikan dengan preferensi pengguna, memungkinkan penyesuaian ambang batas *pressure* dan jenis peringatan yang diterima oleh operator, sehingga memaksimalkan efektivitas pemantauan dan respons terhadap perubahan kondisi mesin.

Keempat, sistem akan menerapkan efisiensi desain untuk memperoleh desain yang *portabel* dengan tetap menjaga standar keteknikan yang telah ditetapkan. Pada desain usulan 1 memiliki ukuran panjang 10 cm $\times$ lebar 7 cm $\times$ tinggi 5 cm. Desain ukuran 2 memiliki spesifikasi ukuran dengan panjang 12,5 cm $\times$ lebar 8,5 cm $\times$ tinggi 5 cm. Desain usulan 2 memiliki ukuran yang lebih besar dengan tujuan supaya bisa memasukkan semua komponen yang dibutuhkan ke dalam box yang akan ditaruh di mesin SCFE. Dengan perbandingan tersebut, desain usulan 2 lebih unggul daripada desain ukuran 1.

Kelima, faktor biaya menjadi hal yang selalu dipertimbangkan dalam berbagai aspek. Dalam usulan yang diberikan pada *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE terdapat perbedaan biaya yang cukup signifikan. Usulan 1 memiliki biaya dengan total sekitar Rp 1.763.400,- dan pada desain usulan 2 sekitar Rp 1.823.400,- dengan estimasi pada kondisi alat *prototype*. Dengan perbandingan harga ini desain usulan 1 memiliki keunggulan harga yang dibawah desain usulan 2, sehingga pada sisi ekonomis desain usulan 1 lebih unggul.

Keenam, *user friendly* atau kemudahan dalam operasional alat yang diusulkan. *User friendly* menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan mengingat alat ini akan dioperasikan kepada pemilik mesin SCFE, sehingga kemudahan dalam mengoperasikan alat menjadi faktor yang penting untuk dipertimbangkan. Kemudian alasan khusus dari pertimbangan terhadap *user friendly* dilakukan dengan mengingat bahwa alat ini akan digunakan oleh pemilik mesin SCFE yang tidak terlalu memiliki keahlian khusus dibidang teknologi. Alat yang dibangun dirancang dengan efisiensi baik dalam sisi penggunaan hingga desain, hal ini dilakukan dengan

mempertimbangkan kondisi di perusahaan dengan mempertimbangkan setiap fungsionalitas desain dalam komponen.

Tabel 3.6 *Decision matrix analysis unweighted assessment*

Faktor	Biaya	User Friendly	Desain	Kecepatan	Akurasi
Bobot	2	1	3	4	5
Desain 1	1	1	1	1	1
Desain 2	1	1	2	1	3

Tabel 3.7 *Decision matrix analysis weighted assessment*

Faktor	Biaya	User Friendly	Desain	Kecepatan	Akurasi	Total
Bobot	2	1	3	4	5	
Desain 1	2	1	3	4	5	15
Desain 2	2	1	6	4	15	28

Dalam pengambilan keputusan usulan solusi juga dilakukan dengan menggunakan *Decision Matrix Analysis* dengan tujuan pengambilan keputusan yang rasional melalui beberapa faktor yang dipertimbangkan. Analisis faktor yang digunakan berupa akurasi, kecepatan, biaya, serta *user friendly* yang merupakan faktor kepentingan relatif dengan pertimbangan yang diperoleh melalui diskusi dan studi dengan berbagai *stakeholder* terkait. Melalui pertimbangan nilai berdasarkan kombinasi opsi yang dimiliki dapat diketahui bahwa desain usulan 2 memiliki bobot yang lebih besar, ini menjelaskan bahwa opsi pada desain usulan 2 merupakan opsi terbaik.

3.4 Gantt Chart

Untuk mempermudah pengerjaan proposal dan alat SAFAME ini, maka diperlukan suatu perencanaan dan manajemen agar seluruh distribusi tugas dan target dapat pencapaian yang dipenuhi. Perencanaan disini dapat meliputi ketiga tahapan dalam perancangan sistem keteknikan dan dilaksanakan selama 2 semester (Tugas Akhir 1 dan Tugas Akhir 2) menggunakan *Gantt chart* seperti pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 *Gantt chart* pelaksanaan *capstone project* SAFAME

No.	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Survei dan identifikasi permasalahan	K	K	K									
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem		T	T	T								
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja			T,K	T,K								
4	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Project</i> dan seminar				T,K								
5	Pembelian alat dan bahan				T,K	T,K							
6	Perancangan sistem sesuai proposal						T,K	T,K	T,K				
7	Testing dan Validasi							T,K	T,K				
8	Expo dan pengumpulan laporan akhir									T,K			
9	Revisi Laporan Akhir									T,K	T,K		

Ket. : T : Tiara Azhari Anstrong, K : Kayyis Sirrdan Muttaqin

3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tabel 3.9 Realisasi aktivitas pelaksanaan Tugas Akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 5 September 2023, 08.30 – 11.00 WIB	Pengantar Capstone Design & Design Thinking serta Sosialisasi Capstone Design Angkatan 2020	Kayyis & Tiara
2	Sabtu, 16 September 2023, 14.00 15.00 WIB	Pertemuan Pertama dengan Dosen Pembimbing Pertama	Kayyis & Tiara
3	Minggu, 17 September 2023, 19.00 22.30 WIB	Pembuatan Latar belakang dan Identifikasi Masalah	Kayyis & Tiara
4	Senin, 18 September 2023, 19.30 – 20.30 WIB	Membuat pertanyaan untuk Mitra	Kayyis & Tiara
5	Selasa, 19 September 2023, 13.00 – 15.00 WIB	Pertemuan Kedua dengan Dosen Pembimbing TA untuk verifikasi Pertanyaan buat mitra	Kayyis & Tiara
6	Rabu, 20 September 2023, 14.00 – 15.00 WIB	Pertemuan Perdana bersama Dosen Pembimbing Kedua serta membahas mekanisme terkait pertemuan dengan mitra	Kayyis & Tiara
7	Sabtu, 23 September 2023, 15.00 – 17.00	Pertemuan dengan Mitra PT Inti Nabati serta berdiskusi tentang mesin SCFE	Kayyis & Tiara
8	Minggu, 24 September 2023, 19.00 – 23.00	Mengolah hasil jawaban dari mitra mengenai mesin SCFE	Tiara
9	Selasa, 26 September 2023, 08.00 - 12.00	Membaca studi literatur terkait topik safety dan security pada mesin	Kayyis & Tiara
10	Jumat, 29 September 2023, 13.00 - 15.00	Bimbingan TA sekaligus membahas progress yang sudah dikerjakan	Kayyis & Tiara

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
11	Selasa, 3 Oktober 2023, 09.00 - 11.00	Mengerjakan studi literatur dan observasi	Kayyis & Tiara
12	Selasa, 3 Oktober 2023, 07.30 - 10.00 WIB	Mengerjakan studi literatur dan observasi	Kayyis & Tiara
13	Senin, 9 Oktober 2023, 07.30 - 10.00 WIB	Mengerjakan hasil studi literatur terdahulu dengan beberapa kumpulan informasi yang sudah didapatkan yang kemudian dimasukkan ke dalam proposal	Tiara
14	Selasa, 10 Oktober 2023, 13.00 - 15.00 WIB	Bimbingan TA sekaligus membahas progress yang sudah dikerjakan	Kayyis & Tiara
15	Rabu, 11 Oktober 2023, 19.30 - 22.30 WIB	Mengerjakan revisi yang diberikan oleh dosen pembimbing	Tiara
16	Selasa, 17 Oktober 2023, 14.00 - 15.30 WIB	Memberikan hasil revisi yang sudah dikerjakan kepada dosen pembimbing untuk di cek kembali	Kayyis & Tiara
17	Minggu, 22 Oktober 2023, 19.00-22.00 WIB	Mengerjakan revisi lagi yang diberikan oleh dosen pembimbing	Tiara
18	Selasa, 24 Oktober 2023, 13.00-15.00 WIB	Bimbingan TA serta memberikan progress yang sudah direvisi untuk dicek kembali	Kayyis & Tiara
19	Kamis, 26 Oktober 2023, 19.00 - 22.00 WIB	Mengerjakan terkait analisis stakeholder dan analisis aspek yang mempengaruhi sistem	Kayyis & Tiara
20	Senin, 30 Oktober 2023, 16.00 - 19.30 WIB	Mengerjakan spesifikasi sistem	Kayyis
21	Selasa, 31 Oktober 2023, 13.00 - 15.00 WIB	Bimbingan TA dan memberikan progress BAB II	Kayyis & Tiara
22	Jumat, 2 November 2023, 19.30 - 22.00 WIB	Mengerjakan revisi BAB II	Tiara

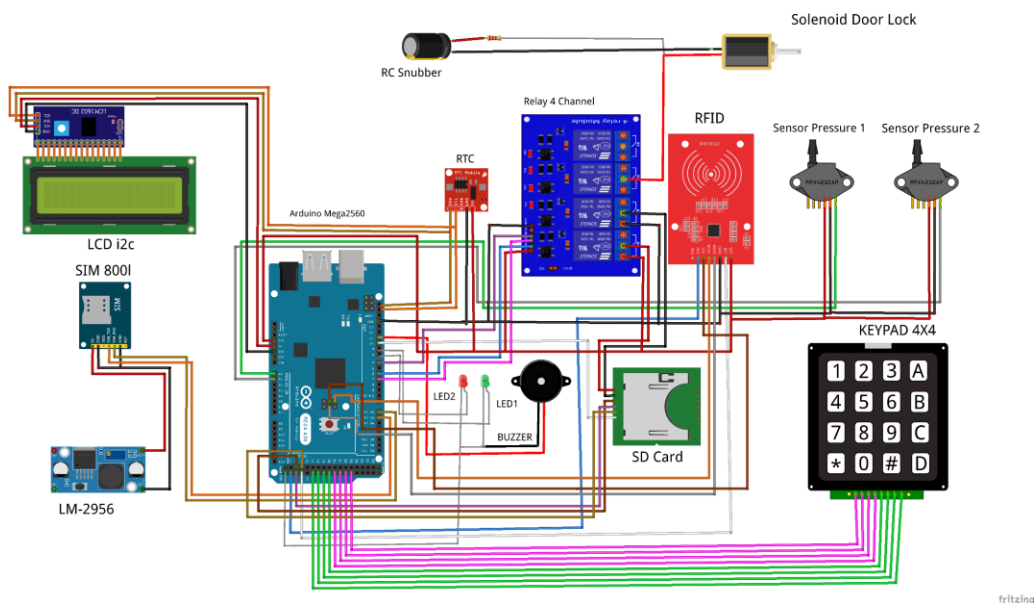
No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
23	Selasa, 7 November 2023, 13.00 - 15.00 WIB	Bimbingan TA dan memberikan hasil progress yang sudah direvisi	Kayyis & Tiara
24	Sabtu, 11 November 2023, 13.00 - 16.00 WIB	Mengerjakan usulan solusi	Kayyis & Tiara
25	Selasa, 14 November 2023, 13.00 - 15.00 WIB	Bimbingan TA dan konsultasi terkait rancangan desain yang akan direalisasikan	Kayyis & Tiara
26	Kamis, 16 November 2023, 19.00 - 22.00 WIB	Mengerjakan desain usulan 1	Kayyis & Tiara
27	Jumat, 17 November 2023, 19.30 - 22.00 WIB	Mengerjakan desain usulan 2	Kayyis & Tiara
28	Sabtu, 18 November 2023, 13.00 - 16.30 WIB	Mengerjakan desain usulan 3	Kayyis & Tiara

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

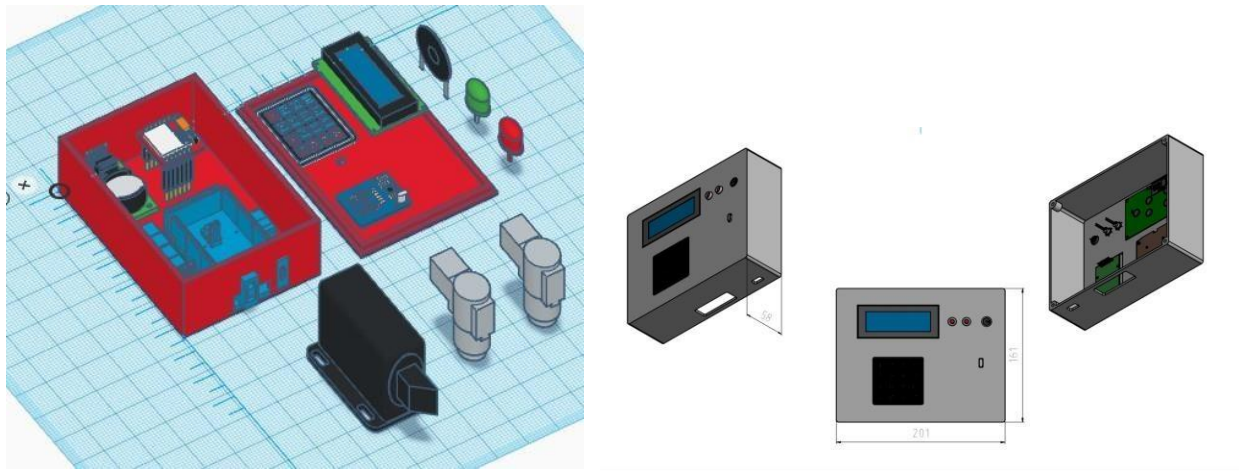
Pada bagian ini, akan membahas hasil perancangan sistem dari alat *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE. Pada proses perancangan sistem terdiri atas dua mekanisme, pertama adalah perancangan sistem yang bertindak sebagai sistem utama dari proses perhitungan *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE, lalu sistem mekanisme *hardware* dari *prototipe* yang mendukung dalam *monitoring safety* dan *security* pada mesin SCFE. Pada proses perancangan sistem dari alat *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE terdapat beberapa tahapan yang perlu dilalui dimulai dari proses analisis resiko, perancangan sistem, dan pengujian. Kemudian pada tahap *prototyping* terdiri atas perancangan sistem elektronis, sistem pendukung berupa *hardware*, *software* hingga instrumentasi kendali.

Implementasi dari hasil rancangan sistem adalah untuk mengetahui *safety* dan *security* pada mesin SCFE. Nantinya parameter tersebut dibaca dengan menggunakan sensor dan ditampilkan pada LCD untuk *memonitoring* secara langsung serta menggunakan komunikasi pada SIM800L untuk dapat *memonitoring* dari jarak jauh. Berikut ini merupakan ilustrasi dari hasil rancangan sistem dengan menggunakan *software fritzing* dapat tertera pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Data pendukung komponen

Pada hasil rancangan 3D dapat menggunakan *Tinkercad* dapat dilihat hasilnya pada Gambar 4.2. Disini dapat menggunakan sebuah ilustrasi pada box yang terdapat isi komponen - komponen mengenai *safety* dan *security*, yaitu berupa LCD I2C, arduino mega 2560, dua buah LED, Relay 5V, *solenoid door lock*, keypad 4x4, RFID, *buzzer*, dua buah sensor *pressure*, RTC, *micro SD*, dan terakhir menggunakan SIM800L.



Gambar 4.2 Bentuk 3D box penyimpanan komponen

Pada sistem *monitoring* pada mesin SCFE ini penulis menggunakan sensor *pressure*. Sensor *pressure* tersebut akan ditempatkan di lokasi yang tepat, seperti di dalam tangki atau pipa yang mengalirkan fluida superkritis. Sensor tersebut dapat membaca tekanan dalam sistem, sensor ini memberikan informasi yang diperlukan untuk mendeteksi dan memantau kondisi operasional mesin SCFE selama proses ekstraksi berlangsung. Proses yang terjadi adalah saat *pressure* sensor memonitor tekanan dalam sistem *supercritical fluid extraction* (SCFE), data tekanan yang diperoleh akan diproses oleh *controller* atau unit pemantauan yang terhubung ke *mikrokontroler*. Data tersebut akan dibandingkan dengan batas tekanan yang ditetapkan sebagai batas aman. Jika tekanan berada di luar rentang yang diinginkan, sistem akan mengambil tindakan yang sesuai.

Tindakan yang diambil dapat berupa memicu peringatan, seperti bunyi *buzzer* dan akan mengirim notifikasi kepada pemilik berupa sms atau telepon tentang ketidaknormalan tekanan. Keseluruhan pembacaan data sensor yang digunakan akan dikirimkan menuju ke *mikrokontroler* berupa sinyal *input* atau masukan. Pemantauan tekanan secara akurat dan responsif ini sangat

penting untuk menjaga stabilitas operasi dan mencegah terjadinya situasi berbahaya akibat tekanan yang tidak terkendali. Dalam hal ini, sistem keamanan dan keselamatan memastikan bahwa tekanan dalam mesin SCFE tetap berada dalam batas yang diinginkan, sehingga menjaga keselamatan dan kinerja optimal mesin.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Pengujian kinerja sistem yang telah dirancang adalah dengan menggunakan indikator yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Parameter ini akan membantu untuk mengevaluasi serta meninjau sejauh mana sistem memenuhi spesifikasi yang diusulkan. Parameter yang diukur untuk menguji kinerja dari sistem ini adalah:

1. Tekanan: Tekanan dalam mesin SCFE merupakan parameter kritis yang perlu dipantau secara terus-menerus. Sistem akan memonitor tingkat tekanan untuk memastikan bahwa tekanan berada dalam rentang yang aman dan sesuai dengan parameter yang ditetapkan. Jika tekanan melebihi batas yang ditentukan, sistem dapat memicu peringatan atau tindakan pencegahan lainnya untuk menghindari kerusakan atau kecelakaan.
2. Hasil pembacaan sensor *pressure*, data hasil pembacaan sensor *pressure* adalah untuk mengetahui tekanan di dalam tabung *extractor*.
3. Menguji kemampuan SIM800L untuk terhubung dengan jaringan seluler dan mentransmisikan data hasil pembacaan sensor *pressure*.
4. Mengukur kemampuan relay dalam mengendalikan perangkat lainnya, seperti *solenoid door lock*, berdasarkan data yang diterima dari sensor *pressure*.
5. Memastikan bahwa RFID dapat mengidentifikasi *tag* dengan akurat dan merespons perintah yang sesuai berdasarkan data frekuensi. Tingkat keberhasilan yang tinggi menunjukkan kinerja yang baik dalam mengenali dan memvalidasi akses.
6. Memeriksa ketepatan waktu RTC dan kemampuannya untuk sinkronisasi dengan data hasil pembacaan sensor *pressure*.
7. Kapasitas Penyimpanan Micro SD: Pengujian dilakukan untuk memastikan kapasitas penyimpanan micro SD yang mencukupi untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor *pressure* dan riwayat pada akses pintu terbuka yang dapat diakses. Kapasitas yang memadai akan memastikan pengoperasian sistem yang lancar.

8. Memastikan bahwa *solenoid door lock* dapat mengunci dan membuka pintu secara responsif berdasarkan akses dari keypad dan RFID.
9. Mengukur keandalan *buzzer* dalam memberikan peringatan atau notifikasi berdasarkan kondisi tekanan dari sensor.
10. Memeriksa kemampuan LCD I2C untuk menampilkan data tekanan dengan jelas dan responsif.
11. Menguji keandalan keypad 4 x 4 dalam memberikan *input* untuk mengontrol atau mengkonfigurasi sistem berdasarkan data tekanan dari sensor.
12. Keandalan Sistem: Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi keandalan keseluruhan sistem, termasuk komponen seperti RFID, *solenoid door lock*, keypad, *buzzer*, dan sensor *pressure*. Keandalan yang tinggi akan memastikan sistem berfungsi secara konsisten dan mengurangi risiko kegagalan atau kerusakan.
13. Konsumsi Daya: Pengujian dilakukan untuk mengukur konsumsi daya sistem dalam berbagai kondisi operasional. Pengukuran ini penting untuk memastikan efisiensi energi dan mempertimbangkan kebutuhan daya yang diperlukan oleh sistem.

Di bagian security, penulis menggunakan beberapa komponen, seperti RFID yang berfungsi membuka *solenoid door lock* ketika kartu diakses. Selain itu, penulis memasang keypad sebagai alternatif akses jika kartu RFID tidak tersedia. Pada tahap pengembangan, penulis menghadapi beberapa kendala, termasuk keterbatasan RFID dalam jumlah akses dan kelemahan pada *solenoid* yang disebabkan oleh adanya arus balik (Back EMF) sebagai akibat dari interferensi magnetik pada *solenoid door lock*. Back EMF (*Electromotive Force*) atau Gaya Gerak Listrik Balik adalah tegangan yang dihasilkan oleh motor atau solenoid ketika terjadi perubahan dalam medan magnetik di sekitarnya. Fenomena ini terjadi karena hukum induksi elektromagnetik Faraday, yang menyatakan bahwa perubahan medan magnet di sekitar konduktor akan menghasilkan tegangan pada konduktor tersebut. Ketika solenoid atau motor beroperasi, arus listrik yang mengalir melalui lilitan kawat menciptakan medan magnet, dan perubahan dalam medan magnet ini menghasilkan tegangan balik (Back EMF) yang berlawanan dengan tegangan yang diterapkan. Back EMF dapat menyebabkan lonjakan tegangan yang berpotensi merusak komponen lain dalam rangkaian. Setelah penelitian dan kajian literatur yang mendalam, penulis menemukan bahwa salah satu cara untuk mengatasi dan mencegah gangguan

tersebut adalah dengan menggunakan rangkaian RC Snubber. Rangkaian RC Snubber terdiri dari resistor (R) dan kapasitor (C) yang dihubungkan paralel dengan solenoid atau motor untuk menyerap lonjakan tegangan dan meredam efek Back EMF. Dengan implementasi rangkaian RC Snubber, masalah arus balik dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan kinerja dan keandalan sistem.

Modul RC *snubber* digunakan sebagai solusi untuk menetralkan lonjakan arus pada *solenoid door lock*. Resistor dan kapasitor pada modul ini bekerja bersama untuk memperlambat laju perubahan arus dan menyerap energi yang dihasilkan oleh lonjakan arus. Dengan demikian, modul RC *snubber* dapat melindungi sistem dari kerusakan dan gangguan yang disebabkan oleh lonjakan arus saat *solenoid door lock* diaktifkan atau dinonaktifkan. Penerapannya dalam perancangan ini berhasil mengatasi masalah lonjakan arus, memungkinkan RFID dapat diakses lebih dari sepuluh kali tanpa masalah. Selain itu, ketika akses melalui RFID dan keypad dibuka, waktu dan jam akses akan ditampilkan pada layar LCD. Hal ini memberikan informasi yang penting terkait dengan penggunaan mesin.

Di bagian *safety*, penulis menggunakan sensor *pressure* yang berfungsi untuk mendeteksi apabila tekanan dalam tabung melebihi standar yang telah ditetapkan. Ketika hal ini terjadi, *buzzer* akan memberikan peringatan kepada pengguna. Penulis telah melakukan kalibrasi pada sensor *pressure* dan berhasil mendapatkan nilai *offset* 1 dan *offset* 2 yang sesuai. Namun, pengujian pada sensor *pressure* masih belum optimal karena seharusnya dilakukan pada tabung. Penulis melakukan uji coba dengan menggunakan pompa, sehingga hasil yang diperoleh belum mencapai kesempurnaan. Meskipun demikian, langkah-langkah berikutnya akan difokuskan pada pengujian sensor *pressure* secara langsung pada tabung untuk memastikan keakuratannya dalam mendeteksi tekanan yang berlebihan.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

Pada bagian ini akan diuraikan hasil implementasi serta pengujian yang dilakukan untuk memenuhi spesifikasi sistem yang ingin dicapai. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sejauh mana *prototipe* mampu menjadi solusi dari permasalahan yang dimiliki, sehingga *prototipe* mampu memenuhi tujuan dari perancangan yang dilakukan. Uji coba ini meliputi uji daya tahan, tingkat keakuratan pada setiap sensor, batasan *error*, dan juga implementasi dari berbagai aspek. Mulai dari aspek seperti lingkungan, sosial, budaya, ekonomi, teknologi, serta agama.

5.1. Analisis Hasil

Dari hasil yang telah didapatkan oleh tim dalam menyelesaikan proyek pada Tugas Akhir ini, tim akan membahas beberapa hasil yang telah didapatkan dalam pengujian serta pengambilan data yang meliputi hasil kontrol indikator, pemenuhan spesifikasi sistem, pengalaman pengguna dan penerapan desain dalam manajemen tim. Pada bagian hasil pengujian indikator dijelaskan perbandingan hasil sistem dengan parameter yang telah ditentukan. Tim menggunakan beberapa parameter untuk membandingkan hasil dari pembacaan sensor yang digunakan pada sistem. Parameter - parameter tersebut meliputi sensor *pressure transmitter* untuk mengetahui tekanan pada tabung *separator* dan *extraction* mesin SCFE yang digunakan untuk *monitoring safety* dan *security* pada mesin SCFE.

Selanjutnya tim akan melakukan pemenuhan sistem yang mana akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian realisasi sistem dengan usulan spesifikasi. Pada bagian realisasi sistem tim membuat sistem yang telah diusulkan pada proposal Tugas Akhir 1 dengan ketentuan beberapa alat dan bahan yang hampir serupa. Namun, terdapat beberapa bagian yang diganti agar sistem memiliki performa yang baik serta daya tahan yang kuat.

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

Implementasi sistem *safety* dan *security* pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu implementasi awal dan *redesign*. Tahap implementasi awal melibatkan penerapan langkah-langkah dasar keamanan, seperti pemasangan sensor *pressure transmitter*, sistem alarm, serta penguncian pada pintu menggunakan RFID dan keypad untuk menghindari kegagalan sistem atau potensi bahaya.

Sistem ini menunjukkan kebutuhan akan peningkatan agar dapat menangani kompleksitas operasi yang lebih tinggi dan potensi risiko yang lebih signifikan. Oleh karena itu, dilakukan

tahap *redesign* untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem *safety* dan *security*. Tahapan ini melibatkan pembaruan perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk integrasi sensor tambahan untuk deteksi kebocoran dan penambahan kontrol akses yang lebih ketat.

Proses ini juga mencakup peningkatan algoritma pemantauan yang mampu mengidentifikasi kondisi abnormal lebih cepat dan akurat, serta memperbaiki antarmuka pengguna untuk menyediakan informasi yang lebih jelas dan tindakan respons yang lebih intuitif. Perubahan ini diimplementasikan dengan mengintegrasikan teknologi terbaru, seperti sistem kendali berbasis GSM untuk pemantauan jarak jauh dan analisis data yang lebih mendalam.

5.1.1.1 Sensor Pressure Transmitter

Sensor ini digunakan untuk mengukur tekanan pada tabung *separator* dan *extraction* pada mesin SCFE (*Supercritical Fluid Extraction*). Tekanan dalam tabung tersebut akan dipantau melalui sensor *pressure transmitter* yang dipasang pada sistem. Dengan demikian, tekanan akan lebih mudah dipantau berdasarkan data pembacaan sensor. Pengujian sensor tekanan ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan dari sensor tekanan dan untuk mengetahui apakah sensor ini dapat terbaca dengan baik menggunakan Arduino Mega. Namun sebelum melakukan pembacaan data, perlu dilakukan kalibrasi terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk mendapatkan pembacaan yang akurat. Kalibrasi tersebut menggunakan sebuah rumus dimana sensor yang digunakan seperti berikut.

```
void baca_pressure() {
    V = analogRead(A0) x 5,00 / 1024; // Sensor output voltage di pin A0
    P = (V - OffSet) x 250;           // Calculate water pressure (kPa)
    if (P < 0) P = 0;

    V2 = analogRead(A1) x 5,00 / 1024; // Sensor output voltage di pin A1
    P2 = (V2 - OffSet2) x 250;          // Calculate water pressure (kPa)
    if (P2 < 0) P2 = 0;
```

$$V = \frac{\text{analogRead} \times 5.00}{1024} \quad (1)$$

$$p = (V - \text{Offset}) \times 250 \quad (1)$$

Keterangan :

V = *voltage*

P = nilai pada *pressure*

250 = satuan pada kPa

Offset = nilai pada keluaran dari kalibrasi sensor

analogRead = nilai ADC

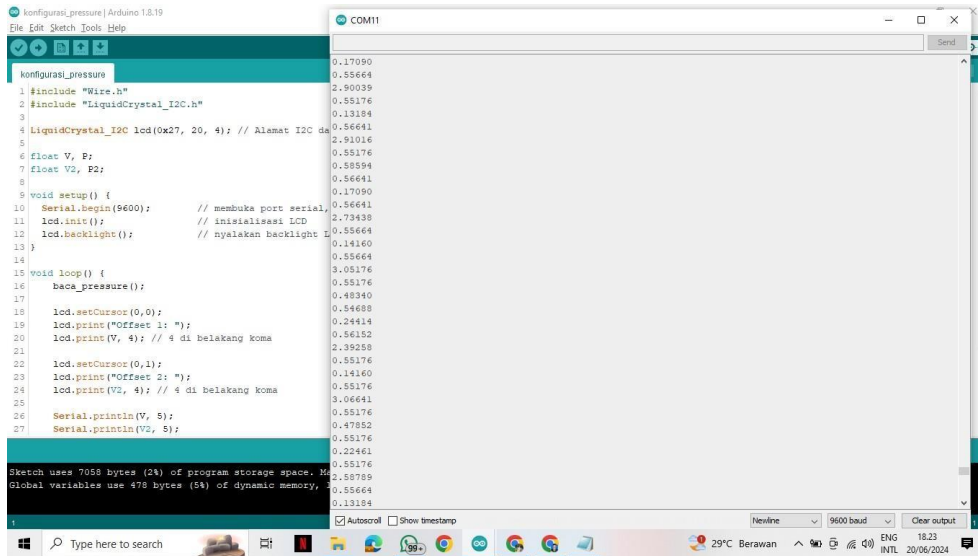
Contoh :

$$V = \frac{512 \times 5,00}{1024} = 2,5 \text{ Volt}$$

$$p = (2,5 - 0,94727) \times 250 = 388,1825 \text{ kPa}$$

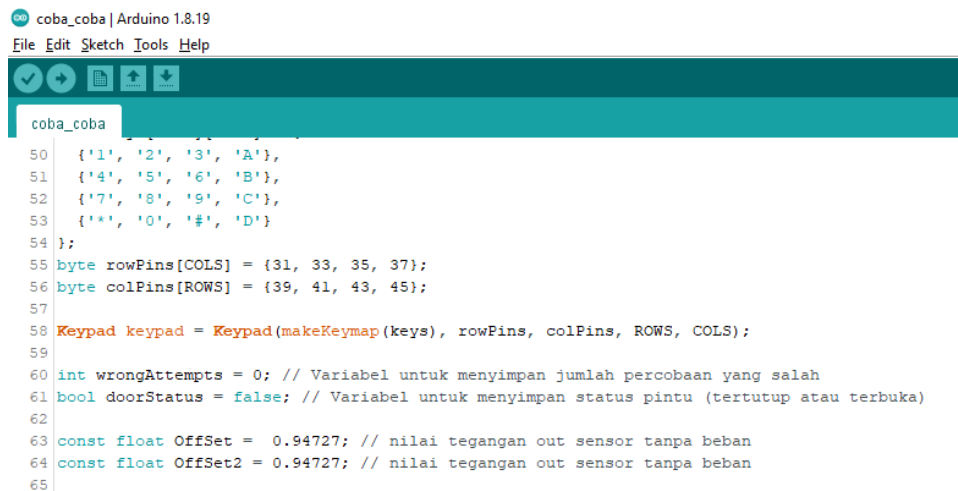
Fungsi `baca_pressure()` pada Arduino Mega menggunakan `analogRead()` untuk membaca nilai digital dari pin A0 dan A1 yang terhubung ke sensor tekanan. Nilai digital ini dikonversi menjadi tegangan *analog* dengan mengalikan dengan 5,00 (tegangan referensi) dan membaginya dengan 1024 (resolusi ADC). Setelah dikalibrasi dengan mengurangi nilai *offset* (*Offset1* dan *Offset2*), tegangan tersebut dikonversi menjadi tekanan dalam kPa dengan mengalikan hasilnya dengan 250. Jika hasil tekanan kurang dari 0, nilai tersebut disetel menjadi 0 untuk menghindari hasil yang sesuai dalam pengukuran tekanan. Dengan pendekatan ini, sensor *pressure transmitter* memberikan pembacaan tekanan yang akurat dan dapat dipantau secara efisien menggunakan Arduino Mega.

Pada pengujian ini akan diberi tekanan udara menggunakan kompresor untuk mengetahui tekanan yang sebenarnya dalam tabung *separator* dan *extraction*. Pada pengujian ini, penulis telah menghubungkan sensor tekanan dengan bantuan dari pompa tangan ke Arduino Mega dan memonitor keluaran tekanan sensor melalui layar LCD. Kalibrasi sensor dilakukan untuk menentukan karakteristik dan mengukur *error* dari masing-masing sensor. Pada sensor tekanan (*pressure*), kalibrasi melibatkan pengukuran keluaran tegangan *output*. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor memberikan pembacaan yang akurat sesuai dengan tekanan sebenarnya, dengan cara mengkorelasikan tegangan *output* dengan nilai tekanan yang terukur secara presisi. Berikut adalah hasil kalibrasi sensor *pressure* yang tertampil di Arduino IDE.



Gambar 5.1 Tampilan kalibrasi sensor *pressure*

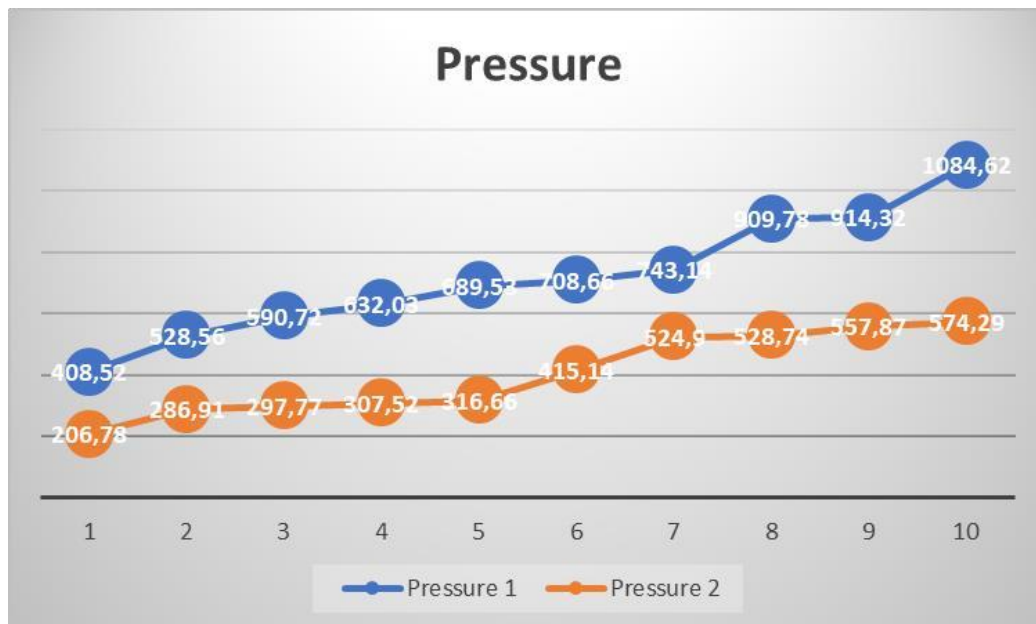
Kalibrasi sensor dilakukan untuk menentukan karakteristik dan mengukur *error* dari masing-masing sensor. Pada sensor tekanan (*pressure*), kalibrasi melibatkan pengukuran keluaran tegangan *output*. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor memberikan pembacaan yang akurat sesuai dengan tekanan sebenarnya, dengan cara mengkorelasikan tegangan *output* dengan nilai tekanan yang terukur secara presisi. Setelah kalibrasi, nilai-nilai ini digunakan sebagai parameter dalam rumus di *code* program untuk menghitung tekanan yang sebenarnya berdasarkan tegangan *output* yang terukur.



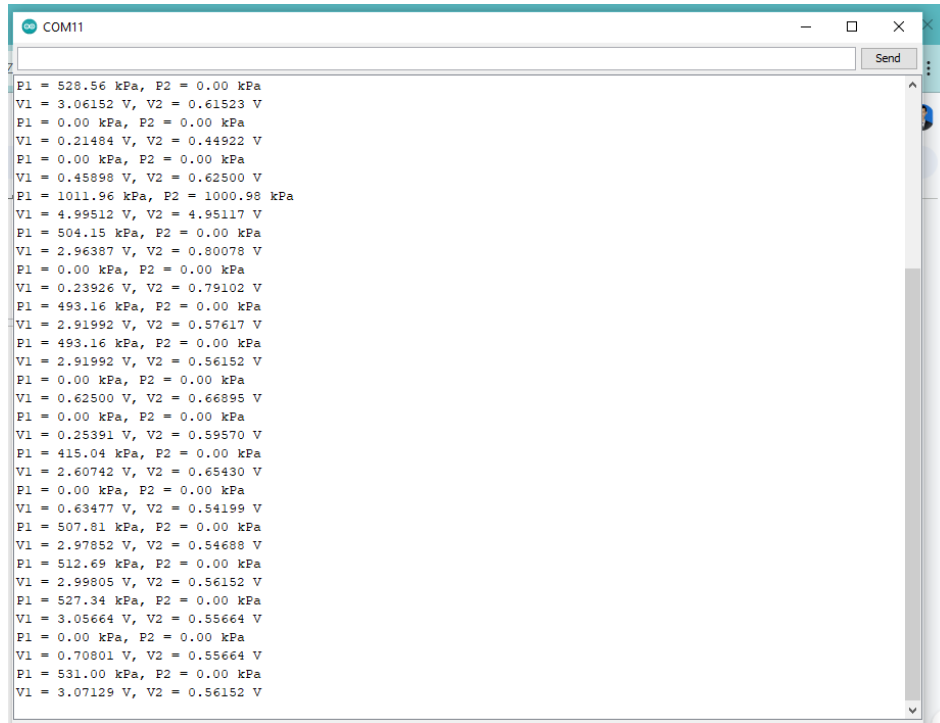
Gambar 5.2 Nilai parameter untuk menghitung tekanan

Tabel 5.1 Hasil percobaan sensor *pressure*

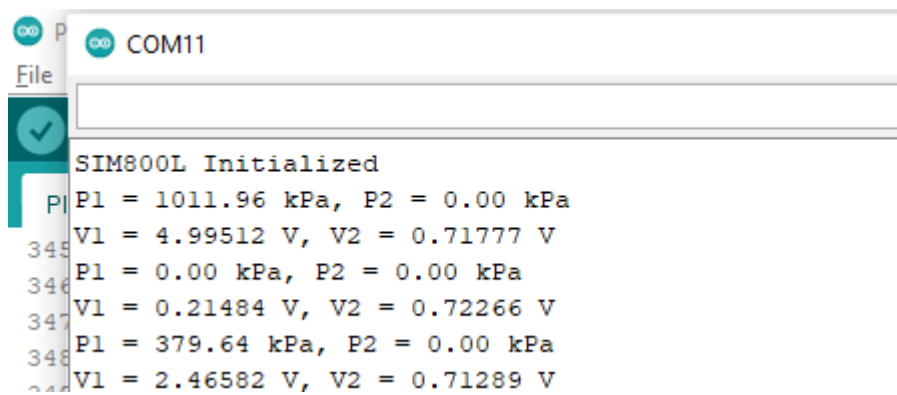
NO	<i>Pressure 1</i>	<i>Pressure 2</i>
1	408,52 kPa	206,78 kPa
2	528,56 kPa	286,91 kPa
3	590,72 kPa	297,77 kPa
4	632,03 kPa	307,52 kPa
5	689,50 kPa	316,66 kPa
6	708,66 kPa	415,14 kPa
7	743,14 kPa	524,90 kPa
8	909,78 kPa	528,74 kPa
9	914,32 kPa	557,87 kPa
10	1084,62 kPa	574,29 kPa



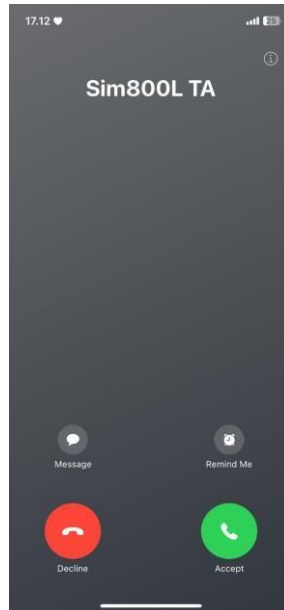
Gambar 5.3 Grafik hasil percobaan *pressure* 1 dan 2



Gambar 5.4 Pembacaan pada sensor *pressure*



Gambar 5.5 Ketika mencapai tekanan >1000 maka GSM akan menelpon



Gambar 5.6 Tampilan ketika GSM menelpon

5.1.1.2 Pengujian *Radio Frequency Identification (RFID)* Reader

Pengujian pembaca (*reader*) dalam konteks ini memerlukan beberapa langkah yang cermat untuk memastikan kualitas pembacaan data yang optimal. Salah satu aspek penting dalam pengujian ini adalah mengukur jarak baca, yang mengacu pada seberapa jauh sensor atau perangkat pembaca dapat mendeteksi sinyal atau informasi yang diberikan. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa pembaca dapat beroperasi secara efektif dalam jarak yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi, tanpa kehilangan sensitivitas atau akurasi. Selain itu, pengujian juga melibatkan pengukuran lama baca data. Lama baca data mengacu pada waktu yang diperlukan oleh pembaca untuk menangkap, memproses, dan mengirimkan informasi yang terbaca dari sensor atau sumber data. Pengukuran ini penting karena dapat mempengaruhi respons sistem secara keseluruhan, terutama dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan waktu nyata atau respons cepat terhadap perubahan lingkungan atau kondisi operasional.

Dalam mengembangkan pengujian ini, aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah variasi kondisi operasional. Pengujian harus mencakup berbagai kondisi yang mungkin terjadi dalam penggunaan sehari-hari, termasuk perubahan suhu, tekanan, kelembaban, dan faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja pembaca. Dengan demikian, hasil pengujian akan memberikan pemahaman yang komprehensif tentang kemampuan pembaca dalam berbagai situasi. Pengujian dari jarak *reader* membaca tag dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data pengujian deteksi jarak *tag* ID terhadap RFID reader

No	Jarak Deteksi (cm)	Kartu 1 (b3:ec:18:0e, Asep)	Kartu 2 (73:62:ae:ec, Kay)	Kartu 3 (d3:09:d1:0f, tiara)
1	1	OK	OK	OK
2	2	OK	OK	OK
3	3	OK	OK	OK
4	4	OK	OK	OK
5	5	gagal	gagal	gagal
6	6	gagal	gagal	gagal
7	7	gagal	gagal	gagal
8	8	gagal	gagal	gagal
9	9	gagal	gagal	gagal
10	10	gagal	gagal	gagal

Pengujian RFID dilakukan dengan menggunakan tiga kartu dengan *serial number* yang berbeda dan indikator pendeteksi diketahui dari *buzzer* atau tidak. Data pada tabel dapat diketahui bahwa *tag* ID dapat dibaca oleh RFID reader sampai jarak 5 cm. Dari tabel 5.2, dapat dilihat bahwa tag dengan ID b3:ec:18:0e memiliki jarak baca sebesar 4 cm, tag dengan ID 73:62:ae:ec memiliki jarak baca sebesar 3 cm, dan tag dengan ID d3:09:d1:0f memiliki jarak baca sebesar 2 cm. Kemudian untuk pengujian waktu reader membaca RFID tag dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Waktu baca RFID reader

No.ID	Rata-Rata Waktu Baca (S)
#1 b3:ec:18:0e, asep	0,68
#2 73:62:ae:ec, kay	0,70
#3 d3:09:d1:0f, tiara	0,71

Pada tabel 5.3, dapat dilihat bahwa tag dengan ID b3:ec:18:0e memiliki rata-rata waktu baca sebesar 0,68 detik, tag dengan ID 73:62:ae:ec memiliki rata-rata waktu baca sebesar 0,70 detik, dan tag ID d3:09:d1:0f memiliki rata-rata waktu baca sebesar 0,71 detik. Pada tabel hasil pembacaan RFID Reader yang digunakan, dapat kita ketahui bahwa pembaca RFID telah berhasil membaca tag RFID dengan tingkat keberhasilan yang baik. Rata-rata waktu baca yang relatif menunjukkan efisiensi dalam proses pembacaan, yang merupakan indikator pasif tentang kualitas pembaca tersebut. Fenomena ini menandakan bahwa pembaca mampu dengan cepat dan akurat membaca informasi yang terdapat pada tag RFID.

Selain itu, pengamatan terhadap jarak baca pembaca RFID menunjukkan hasil yang cukup baik. Dalam uji coba ini, digunakan RFID *tag pasif*, yang biasanya memiliki keterbatasan dalam jarak baca karena tidak memiliki sumber daya sendiri dan bergantung pada energi yang dipancarkan oleh pembaca. Dari data yang diberikan, dapat dilihat bahwa jarak *reader* memiliki hubungan dengan waktu baca RFID *tag*. Semakin pendek jarak baca, maka waktu baca akan semakin cepat. Hal ini dapat dilihat dari data bahwa *tag* dengan jarak baca paling pendek, yaitu 2 cm (ID d3:09:d1:0f), memiliki waktu baca 0,71 detik. Sedangkan *tag* dengan jarak baca paling jauh, yaitu 4 cm (ID b3:ec:18:0e), memiliki waktu baca 0,68 detik.



Gambar 5.7 (a) Ketika Card ID RFID di tap dan (b) Ketika tag ID RFID di tap

5.1.1.3 Pengujian Keypad Matriks 4x4

Secara umum, prinsip kerja dari keypad 4x4 adalah memberikan masukan pada perangkat pemroses melalui kombinasi kolom dan baris dari tombol-tombol yang ada pada

keypad. Proses pembacaan tombol keypad ini dinamakan proses *scanning*. Pada perancangan sistem *security* pada mesin SCFE berbasis RFID ini menggunakan Arduino Mega.

```
void cekKeypad() {
  char key = keypad.getKey();
  static int position = 0;
  if (key != NO_KEY) {
    if (key == password[position]) {
      position++;
      lcd.setCursor(position - 1, 1);
      lcd.print("*");
    } else {
      position = 0;
      lcd.clear();
      lcd.print("Incorrect Password");
      triggerBuzzer(1);
      digitalWrite(REDA_LED_PIN, HIGH); // Nyalakan LED merah
      delay(2000);
      digitalWrite(REDA_LED_PIN, LOW); // Matikan LED merah setelah 2 detik
      lcd.clear();
      lcd.print("Please try again");
      delay(3000); // Tunggu 3 detik sebelum menghapus pesan "Please try again"
      lcd.clear();
      updateLCDStatus();
    }
  }
}
```

Gambar 5.8 Tampilan program untuk *scanning* keypad

Pada gambar 5.8 diatas, program *scanning* keypad dimulai dengan mendeklarasikan variabel, bagian yang mengurus proses *scanning* keypad berada di dalam fungsi **cekKeypad()**. Kemudian dilanjutkan dengan mengkonfigurasi *port mikrokontroler* yang akan digunakan untuk *scanning* keypad tersebut. Fungsi ini bertanggung jawab untuk membaca *input* dari keypad, memverifikasi kesesuaian *input* dengan *password* yang disimpan, menangani kesalahan *input*, dan membuka *solenoid door lock* jika *password* yang dimasukkan benar. Variabel **if (key != NO_KEY) {...}** digunakan untuk memeriksa apakah ada tombol yang ditekan. Selanjutnya, kesesuaian *password* diperiksa dengan menggunakan variabel **if (key == password[position])** yang digunakan untuk memeriksa apakah tombol yang ditekan sesuai dengan karakter pada posisi yang diharapkan dalam *password*. Jika sesuai '**position**' bertambah dan menampilkan '*' pada LCD di posisi karakter yang benar. Jika tidak sesuai, '**position**' di-reset menjadi 0, menampilkan pesan kesalahan, memicu *buzzer*, dan menyalakan LED merah.



Gambar 5.9 (a) Password yang diinputkan salah, (b) Password yang diinputkan benar dan (c) Password tidak cocok



(c)

Gambar 5.10 Ketika keypad ditekan

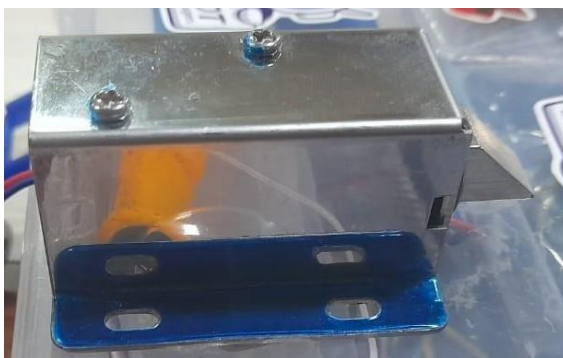
5.1.1.4 Pengujian Solenoid Door Lock, Buzzer dan Lampu LED

Dalam perancangan sistem keamanan berbasis RFID ini, solenoid digunakan untuk mengunci dan membuka tabung extractor secara otomatis. Solenoid yang digunakan dalam perancangan membutuhkan tegangan 12 Vdc. Pengujian *solenoid door lock* dilakukan dengan menghubungkan *driver* relay melalui terminal blok. Jika data yang diinputkan pada keypad atau tag RFID benar, *driver* relay akan aktif, sehingga *solenoid door lock* juga akan aktif dan pintu akan terbuka, *buzzer* tidak berbunyi, dan lampu LED berwarna hijau. Sebaliknya, jika data yang diinputkan pada keypad atau tag RFID salah, *driver* relay tidak aktif sehingga *solenoid door lock* juga akan berstatus tidak aktif dan pintu tidak dapat dibuka, LED akan menyala merah dan *buzzer* akan berbunyi. Pengujian *user* dapat dilihat pada Tabel 5.4.

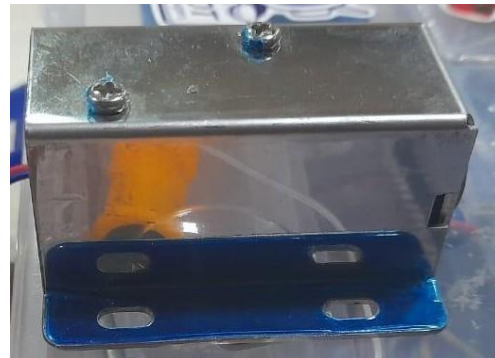
Tabel 5.4 Simulasi pengujian alat oleh *user*

No	Masukan <i>code</i> Pengaman	Solenoid	LED	Buzzer (Alarm)	Tampilan LCD
1	Masukkan Password (kondisi tertutup)	Low	Tidak Menyala	Tidak Bunyi	Door Status: Closed
2	Password = Benar	High	Menyala Hijau	Bunyi	Door Status: Open
3	Password = Salah	Low	Menyala Merah	Bunyi	Door Status: Closed

Keberhasilan pengujian sebuah perangkat dilakukan dengan menganalisis efektivitas perangkat terhadap penggunaannya. Ini mencakup respon LCD, *solenoid door lock*, LED, *buzzer*, RFID, dan keypad dalam mendeteksi *code* atau *tag* yang diinputkan sebelumnya. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan, diketahui bahwa tidak semua orang dapat mengakses tabung extractor karena terkait dengan *password* atau *tag* RFID yang dimiliki. Jika *user* salah memasukkan *password* atau menggunakan *tag* RFID yang tidak *valid*, maka LED akan berwarna merah, *buzzer* akan berbunyi, dan pintu akan tetap tertutup. Jika *password* dimasukkan dengan kesalahan sebanyak 5 kali, *buzzer* akan menyala selama 10 detik, kemudian sistem akan mereset kembali. Hal ini dinilai efektif dalam mengamankan tabung extractor. Dari sisi kemudahan, perangkat dirasa cukup mudah dalam penggunaannya.

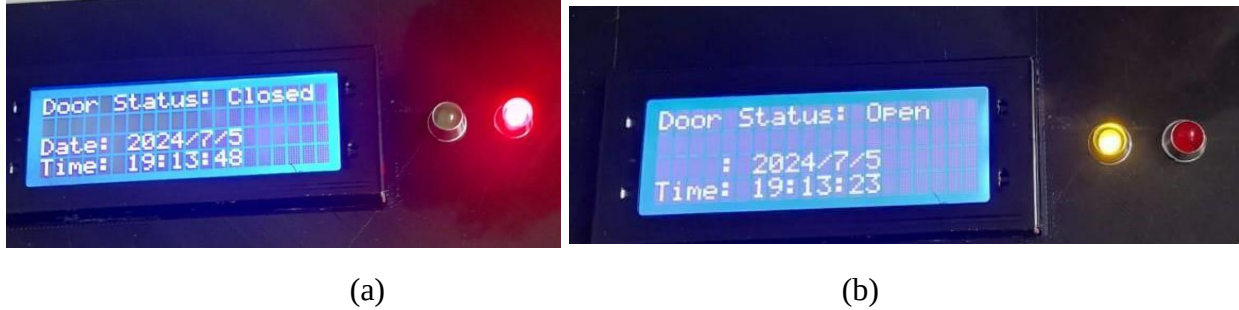


(a)



(b)

Gambar 5.11 (a) Kondisi *solenoid* tertutup dan (b) Kondisi *solenoid* terbuka



Gambar 5.12 (a) LED berwarna merah ketika *input* yang diberikan tidak sesuai dan (b) LED berwarna hijau ketika *input* yang diberikan sesuai

Selain itu, data riwayat akses juga akan disimpan di micro SD. Pengujian micro SD meliputi memastikan bahwa data yang terekam akurat dan dapat diakses dengan mudah. Pengecekan dilakukan terhadap integritas data dan kestabilan penyimpanan, memastikan bahwa semua informasi tentang akses pengguna dan tindakan keamanan yang terjadi dapat disimpan dan dipulihkan tanpa kesulitan.

```

HADIR - Notepad
File Edit Format View Help
b3:ec:18:0e,asep,11/7/2024,19:47:14
b3:ec:18:0e,asep,11/7/2024,19:48:53
,Azhari,11/7/2024,19:46:59
,Azhari,11/7/2024,19:44:40
,Azhari,11/7/2024,19:44:54
,Azhari,11/7/2024,19:45:33
d3:09:d1:0f,tiara,11/7/2024,19:45:50
,Azhari,11/7/2024,19:44:50
,Azhari,11/7/2024,19:44:41
d3:09:d1:0f,tiara,11/7/2024,19:46:6
,Azhari,11/7/2024,19:44:41
,Azhari,11/7/2024,19:44:53
,Azhari,11/7/2024,19:44:54
,Azhari,11/7/2024,19:45:9
,Azhari,11/7/2024,19:46:16
,Azhari,11/7/2024,19:46:37
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:49:19
,Azhari,15/7/2024,22:55:31
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:52:55
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:53:5
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:53:18
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:53:29
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:54:6
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:54:44
,Azhari,15/7/2024,22:54:55
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:55:6
d3:09:d1:0f,tiara,15/7/2024,22:56:50
,Azhari,15/7/2024,22:53:52
73:62:ae:ec,kay,17/7/2024,17:31:44
73:a7:bb:0d,Azhari,17/7/2024,17:34:2
d3:09:d1:0f,tiara,17/7/2024,17:37:19
d3:09:d1:0f,tiara,17/7/2024,17:39:23
73:62:ae:ec,kay,17/7/2024,17:40:24
b3:ec:18:0e,asep,17/7/2024,17:40:41
b3:ec:18:0e,asep,17/7/2024,17:48:20
d3:09:d1:0f,tiara,17/7/2024,17:49:52

```

Gambar 5.13. Tampilan riwayat di Micro SD

5.1.1.5 Pengujian Driver Relay

Komponen elektronik yang dapat digunakan sebagai saklar tegangan AC adalah *Relay*. modul *Relay* yang dapat dihubungkan dengan *mikrokontroler* untuk mengendalikan beban-beban listrik dengan daya yang besar. Pengujian untuk *driver relay* ini dilakukan dengan cara menghubungkan pin pada *relay* ke modul Arduino dan membuat program untuk mengetahui apakah *relay* dapat bekerja atau tidak. Sebagai percobaan, sewaktu keypad memasukkan angka yang sudah tersimpan maka sensor akan mengirimkan data ke Arduino, selain itu status *relay* yang terhubung ke *solenoid door lock* akan aktif. Namun, status *relay* tidak aktif jika angka yang diinputkan tidak ada atau salah. Untuk pengujian ini, pada sistem *relay* sudah bekerja dengan baik dan sempurna.



Gambar 5.14 Kondisi ketika *relay* bekerja dengan baik

5.1.1.6 Pengujian Liquid Crystal Display (LCD) 20x4

Pengujian *Liquid Crystal Display (LCD) Character 20x4* dilakukan untuk mendapatkan tampilan berupa karakter (huruf, angka, dsb) yang sesuai dengan keinginan dan menampilkan pada LCD penampil 20x4 karakter. Dimana karakter-karakter tersebut akan tampil dalam layar LCD tersebut. Agar LCD dapat menampilkan karakter (huruf, angka, dsb) maka IC *mikrokontroler* diprogram. Program yang dimasukkan ke dalam IC *mikrokontroler* adalah program yang berguna untuk menampilkan karakter (huruf, angka, dsb) pada layar LCD. Berikut adalah tampilan *script* program dalam pengujian LCD.



```

sketch_jun19b $
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Alamat I2C dan ukuran LCD 20x4

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("Date: ");
  lcd.print(now.year(), DEC);
  lcd.print('/');
  lcd.print(now.month(), DEC);
  lcd.print('/');
  lcd.print(now.day(), DEC);
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("Time: ");
  lcd.print(now.hour(), DEC);
  lcd.print(':');
  lcd.print(now.minute(), DEC);
  lcd.print(':');
  lcd.print(now.second(), DEC);
}

```

Gambar 5.15 Tampilan *script* program LCD

Dalam memprogram LCD 20x4 kita harus terlebih dahulu mengkonfigurasi tipe LCD. Dalam perancangan ini digunakan LCD dengan tipe 20x4. Kemudian dilanjutkan dengan mengkonfigurasi pin-pin *mikrokontroler* yang akan dihubungkan pada LCD. Setelah mengkonfigurasi pin-pin yang digunakan, maka dilanjutkan dengan *listing* program utama untuk penampil karakter pada LCD. Pengujian ini dilakukan dengan cara menuliskan komposisi *string* yang akan ditampilkan pada LCD penampil 20x4 karakter. Hasil pengujian dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa LCD bekerja dengan baik. Karena LCD 20x4 karakter dapat menampilkan *string* yang diinginkan pada LCD penampil. Gambar 5.16 menunjukkan hasil dari pengujian LCD.



Gambar 5.16 Hasil pengujian LCD

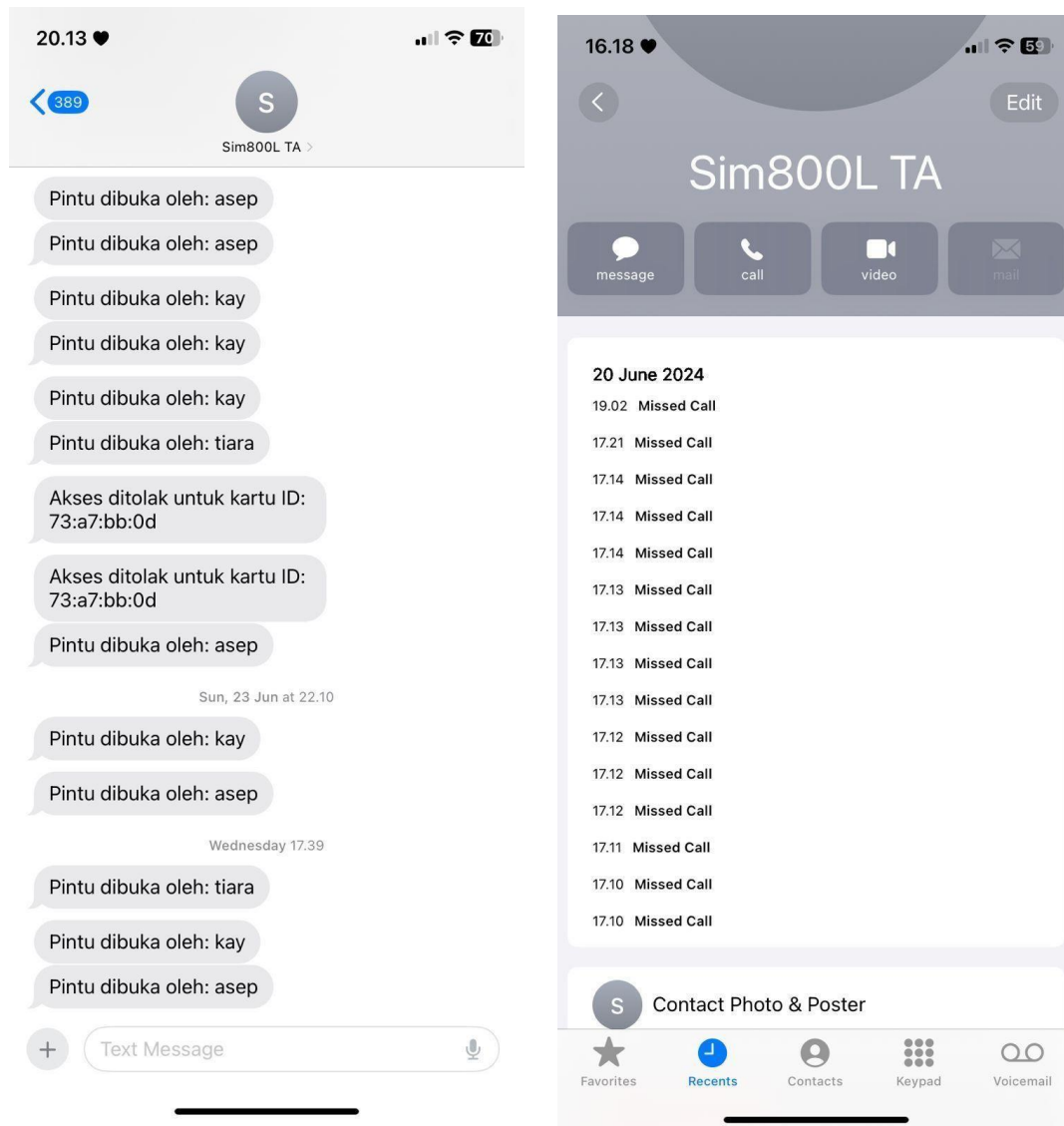
5.1.1.7 Pengujian SIM800L

Pengujian pada komponen SIM800L dilakukan dengan menggunakan perintah *AT command*, yang berfungsi untuk memeriksa kinerja dan fungsi modul SIM800L. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul SIM800L beroperasi dengan baik dan dapat diintegrasikan ke dalam sistem dengan benar sebelum digunakan secara penuh. Proses pengujian ini melibatkan beberapa komponen, antara lain *mikrokontroler* Arduino Mega 2560, modul *Step Down* DC to DC, modul SIM800L, satu buah lampu LED, aplikasi Arduino IDE, satu kartu SIM, dan sebuah telepon genggam. Langkah pengujian dimulai dengan merangkai semua komponen tersebut dan memasang kartu SIM pada modul SIM800L. Kartu SIM ini memungkinkan modul untuk terhubung ke jaringan GSM dan melakukan operasi dasar seperti mengirim pesan teks. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan beberapa perintah *AT command* melalui Arduino IDE, yang diterima dan diproses oleh modul SIM800L. Modul kemudian diharapkan merespons dengan mengirimkan pesan atau melaksanakan perintah yang diberikan. Selama pengujian, perhatian khusus diberikan pada kemampuan modul untuk mengirim dan menerima pesan SMS dengan benar.

Selain itu, waktu jeda pengiriman pesan juga diukur untuk memastikan bahwa modul dapat beroperasi dalam parameter waktu yang dapat diterima. Hasil pengujian ini tercatat dalam Tabel 5.5, yang menunjukkan bahwa rata-rata waktu jeda pengiriman pesan adalah 0,709 detik. Perlu dicatat bahwa pada dasarnya waktu pengiriman pesan pada SIM800L ini sangat tergantung pada kekuatan sinyal di lokasi tertentu. Kualitas sinyal dapat mempengaruhi kecepatan dan keandalan pengiriman pesan, dengan kondisi sinyal yang lebih baik cenderung menghasilkan waktu pengiriman yang lebih cepat dan konsisten. Selain pengujian komunikasi dasar, SIM800L juga diintegrasikan untuk mengantisipasi aspek keselamatan terkait mesin SCFE. Apabila tekanan sensor melebihi batas yang telah ditentukan, SIM800L diprogram untuk secara otomatis menelepon nomor yang telah disimpan sebelumnya dalam *code* pemrograman. Fitur ini memastikan bahwa tindakan segera dapat diambil dalam situasi kritis, meningkatkan keamanan operasi mesin.

Secara keseluruhan, pengujian ini menunjukkan bahwa modul SIM800L berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan dapat diandalkan untuk digunakan dalam proyek yang memerlukan komunikasi GSM serta dalam aplikasi keselamatan. Modul SIM800L tidak hanya mampu

mengirim dan menerima pesan teks dengan baik tetapi juga efektif dalam menjalankan fungsi pengamanan yang krusial.



Gambar 5.17 Telepon yang masuk ketika batas sensor *pressure* >1000

Tabel 5.5 Pengujian respon *module* SIM800L terkait respon waktu

No	Percobaan	Hasil Uji	Waktu
1	Pertama	Telepon masuk	19.02
2	Kedua	Telepon masuk	17.21
3	Ketiga	Telepon masuk	17.14
4	Keempat	Telepon masuk	17.13
5	Kelima	Telepon masuk	17.12
6	Keenam	Telepon masuk	17.11
7	Ketujuh	Telepon masuk	17.10
8	Kedelapan	Telepon masuk	22.16
9	Kesembilan	Telepon masuk	22.12
10	Kesepuluh	Telepon masuk	22.10
Rata-Rata			19.121

Tabel 5.6 Pengujian respon *module* SIM800L terkait *delay*

No	Percobaan	Hasil Uji	Delay
1	Pertama	Pesan Terkirim	1,81
2	Kedua	Pesan Terkirim	0,07
3	Ketiga	Pesan Terkirim	0,01
4	Keempat	Pesan Terkirim	0,01
5	Kelima	Pesan Terkirim	0,01
6	Keenam	Pesan Terkirim	0,01
7	Ketujuh	Pesan Terkirim	5,06
8	Kedelapan	Pesan Terkirim	0,04
9	Kesembilan	Pesan Terkirim	0,02

No	Percobaan	Hasil Uji	Delay
10	Kesepuluh	Pesan Terkirim	0,05
Rata-Rata			0,709

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Sistem yang dirancang sudah memenuhi spesifikasi alat yang diusulkan. Namun, spesifikasi sistem yang telah dirancang oleh tim pada tugas akhir 2 ini mengalami beberapa perubahan dari usulan tugas akhir 1 dikarenakan penulis melakukan penyesuaian dari kebutuhan *stakeholder* serta pada tahap pengujian alat masih memiliki beberapa kekurangan. Oleh karena itu, penulis melakukan beberapa perbaikan serta evaluasi pada sistem ini. Perubahan spesifikasi tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya kemudahan dalam implementasi maupun komponen yang digunakan tidak dapat berfungsi secara maksimal, serta mengubah dimensi *box*. Tujuan melakukan perubahan serta pergantian spesifikasi adalah untuk dapat lebih memudahkan dalam *user interface* pada alat yang telah dibuat untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh *stakeholder*. Modifikasi dan perubahan komponen dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi (panjang x lebar x tinggi)	10 x 7 x 5 cm	20 x 16 x 5 cm
2	Berat (gram)	200 gram	600 gram
3	<i>Solenoid door lock</i>	Tidak ada	<i>RC Snubber</i>
5	GSM	SIM900a	SIM800L
6	<i>Sensor Pressure</i>	<i>Pressure Transmitter</i>	<i>Pressure Transmitter</i>
7	Piranti Penyimpanan Data	<i>Micro SD</i>	<i>Micro SD</i>
8	<i>Mikrokontroler</i>	Arduino Mega 2560	Arduino Mega 2560
9	Konduktivitas arus	Mosfet	<i>Relay 5V</i>
10	Tegangan GSM	Tidak ada	LM2596
11	Kondisi pintu terbuka/tertutup	Tidak ada	LED
12	<i>Solenoid door lock</i>	2,1 x 1,5 x 1 inch	2.1 x 1,5 x 1 inch

Alasan penulis melakukan perubahan pada spesifikasi alat ini adalah untuk meningkatkan efisiensi serta mendapatkan hasil yang maksimal dalam operasional sistem. Perubahan ini dimulai dengan pergantian modul dari SIM900a ke SIM800L. Penggantian ini dilakukan karena beberapa alasan. Pertama, modul SIM800L lebih efisien dalam konsumsi daya dibandingkan dengan SIM900a, sehingga alat menjadi lebih hemat energi dan dapat beroperasi lebih lama tanpa perlu sering mengganti atau mengisi ulang daya. Kedua, SIM800L memiliki dukungan yang lebih luas dan ketersediaan yang lebih baik di pasaran, sehingga memudahkan dalam pengadaan dan penggantian suku cadang bila diperlukan. Selain itu, SIM800L memiliki kemampuan dan fitur yang lebih canggih, seperti kecepatan transmisi data yang lebih tinggi dan dukungan untuk jaringan yang lebih luas, termasuk 2G dan beberapa varian dari jaringan 3G, yang meningkatkan performa alat dalam hal komunikasi data. Terakhir, modul SIM800L lebih mudah diintegrasikan dengan komponen lain dalam alat, sehingga meningkatkan keandalan dan stabilitas operasional alat tersebut.

Selain itu, penulis menambahkan komponen seperti RC *Snubber* untuk mengantisipasi lonjakan arus pada *solenoid door lock*, yang dapat menghindari kerusakan dan memperpanjang umur komponen. Penulis juga melakukan perubahan pada bagian MOSFET dengan menggantinya menggunakan *relay* 5V. Penggunaan *relay* ini lebih menguntungkan karena dapat membantu dan memudahkan *solenoid* dalam beroperasi secara optimal. Penambahan lain yang penulis lakukan adalah penggunaan LED sebagai indikator simbol pintu terbuka, yang memudahkan pengguna untuk mengetahui status pintu secara visual. Selanjutnya, pada bagian keypad, penulis memutuskan untuk menggunakan keypad timbul berkualitas tinggi. Keypad ini lebih mudah ditekan, sehingga meningkatkan kenyamanan dan kecepatan dalam memasukkan angka. Dengan berbagai perubahan ini, penulis berupaya untuk mencapai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dan memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan lebih andal dan efektif, sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi yang telah ditetapkan.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Dalam realisasi pengujian *prototipe* didapatkan beberapa rangkuman terkait pengalaman yang didapatkan saat mengoperasikan desain *prototipe* dari *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE. Berdasarkan pengalaman saat pengujian, diperoleh beberapa

klasifikasi pengalaman yang terkait pada fungsi, kegunaan, kualitas, performa, hingga kendala saat *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE diimplementasikan. Pada Tabel 5.8 dapat diamati klasifikasi hasil pengalaman saat dilakukan implementasi *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE di lapangan.

Tabel 5.8 Pengalaman pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai <i>monitoring safety</i> dan <i>security</i> alat SCFE dengan jarak jauh sistem yang ditampilkan melalui pesan dan telepon sudah berjalan dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian alat <i>gsm</i> masih sulit karena jaringan terkadang tidak stabil.	Mencari <i>sim card</i> yang sinyal nya bagus ditempat itu
3	Keamanan	Keamanan alat sudah di perketat dengan menggunakan rfid 3 kartu untuk orang tertentu dan keypad untuk kata sandi hanya dapat diketahui satu orang	Dipertahankan
4	Akurasi	Akurasi pada sensor <i>pressure</i> 1 ini memiliki akurasi yang kurang bagus pada hasil pembacaan data dikarenakan ada beberapa faktor komponen/kabel rusak dan <i>pressure</i> 2 ini memiliki akurasi yang bagus dan presisi	Pada sensor <i>pressure</i> 1 dapat menggantinya supaya dapat membaca data dengan baik.
5	kelayakan	Sistem ini aman digunakan untuk di luar ruangan atau dari jarak jauh	Dipertahankan

Penggunaan alat ini memastikan aspek *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE. Pada fungsi, fitur yang diberikan sudah memenuhi dari yang dibutuhkan. Baik itu dalam bentuk *monitoring* secara langsung maupun *monitoring* melalui *smartphone*. Tujuan dalam pembuatan alat ini juga sudah tercapai, sehingga kebutuhan spesifikasi dapat

dipertahankan. Pada daya tahan, fitur yang diberikan sudah memiliki ketahanan yang optimal. Namun pada bagian sensor, terutama sensor *pressure transmitter* masih terdapat masalah akurasi yang dikarenakan kabel dari sensor tersebut ada yang rusak sehingga tidak dapat memberikan pembacaan tekanan yang optimal.

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada realisasi *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE terdapat beberapa perubahan dari rencana yang diusulkan. Perubahan terjadi pada *timeline* realisasi yang diusulkan, perubahan banyak terjadi dikarenakan berbagai kendala di lapangan terkait ketersediaan komponen. Perubahan pada *timeline* pengerjaan bukan hanya terjadi kemunduran dari realisasi, tetapi pada beberapa kegiatan mengalami kemajuan dari *timeline* yang ada. Perubahan *timeline* diperlukan untuk menyesuaikan perubahan *timeline* yang dilakukan pada *project* Tugas Akhir. Pada beberapa kegiatan terdapat perubahan *timeline* yang diakibatkan perlunya verifikasi dari hasil kegiatan sebelumnya, sehingga untuk kegiatan selanjutnya belum dapat dilakukan finalisasi. Pada Tabel 5.9 dapat diamati kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2.

Tabel 5.9 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Desember – Februari	Februari – Mei
2	Perancangan sistem dengan usulan	Januari – Februari	Maret
3	Perbaikan alat yang sudah dirancang	Maret - April	Mei
4	Pengambilan data	April	Juni
5	Menyusun laporan akhir	Mei - Juni	Juni - Juli
6	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juli	Juli

Dalam perancangan *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE terdapat beberapa perubahan alat dan bahan yang dilakukan dari usulan yang rancang. Perubahan tersebut melibatkan penggantian beberapa alat dan bahan yang diusulkan dengan komponen lain yang tidak diusulkan sebelumnya. Langkah ini diambil untuk merealisasikan desain terbaik yang diusulkan serta meminimalisir kendala yang terjadi selama implementasi. Dengan adanya perubahan ini, anggaran yang dibutuhkan juga mengalami penyesuaian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.10. Penyesuaian ini mencakup pembelian komponen baru yang lebih efektif dan efisien, tujuan dari perubahan ini adalah untuk memastikan bahwa sistem *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE dapat berfungsi secara optimal dan andal, sehingga meningkatkan *safety* dan *security* operasional mesin SCFE.

Tabel 5.10 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Modul <i>Micro SD Card</i> 5V	1 pcs	Rp 6.000,00	2 pcs	Rp 12.000,00
2	Arduino Mega 2560	1 pc	Rp 175.000,00	2 pc	Rp 350.000,00
3	Sim 900a Mini	1 pc	Rp 100.000,00	2 pc	Rp 200.000,00
4	RTC SD3231	1 pc	Rp 25.900,00	1 pc	Rp 25.900,00
5	<i>Buzzer</i> 5V	1 pc	Rp 1.500,00	1 pc	Rp 1.500,00
6	<i>Solenoid Door lock</i> 12 V	1 pc	Rp 49.900,00	1 pc	Rp 49.900,00
7	<i>Relay</i> 5V 1 channel	1 pc	Rp 5.000,00	1 pc	Rp 5.000,00
8	Keypad	1 pc	Rp 5.000,00	1 pc	Rp 5.000,00
9	Keypad Timbul	1 pc	Rp 40.000,00	2 pc	Rp 80.000,00
10	Lcd 12c 16 x 2	1 pc	Rp 24.500,00	1 pc	Rp 24.500,00
11	120 jumper <i>cable</i>	1 set	Rp 28.300,00	1 set	Rp 28.300,00
12	Led <i>red</i>	10 pc	Rp 1.500,00	10 pc	Rp 1.500,00
13	Led <i>green</i>	10 pc	Rp 1.500,00	10 pc	Rp 1.500,00
14	Hi-Link 12V	1 pc	Rp 45.000,00	1 pc	Rp 45.000,00
15	Terminal <i>block</i>	1 pc	Rp 2.700,00	1 pc	Rp 2.700,00

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
17	<i>Box kit</i>	1 pc	Rp 45.000,00	1 pc	Rp 45.000,00
18	Dioda 2A	10 pc	Rp 3.000,00	10 pc	Rp 3.000,00
19	<i>Sensor Pressure Transmitter</i>	2 pc	Rp 350.000,00	2 pc	Rp 350.000,00
20	Obeng +/-	1 pc	Rp 4.000,00	1 pc	Rp 4.000,00
21	Selang	1 meter	Rp 3.000,00	1 meter	Rp 3.000,00
22	<i>Tool Box</i>	1 pc	Rp 66.500,00	1 pc	Rp 66.500,00
23	Pompa tangan	1 pc	Rp 19.000,00	1 pc	Rp 19.000,00
24	<i>Kabel power adaptor 12V 2A</i>	1 pc	Rp 13.000,00	1 pc	Rp 13.000,00
25	<i>Adaptor 12V 8A</i>	1 pc	Rp 115.000,00	1 pc	Rp 115.000,00
26	SD card 4gb	1 pc	Rp 30.000,00	1 pc	Rp 30.000,00
27	RFID MFRC522	1 pc	Rp 17.500,00	2 pc	Rp 35.000,00
28	Kabel <i>jack</i>	1 pc	Rp 7.500,00	1 pc	Rp 7.500,00
29	<i>RC Module Snubber</i>	1 pc	Rp 20.000,00	1 pc	Rp 20.000,00
30	Kartu XL	1 pc	Rp 40.000,00	1 pc	Rp 40.000,00
31	Micro SD <i>module 3.3V</i>	4 pc	Rp 28.500,00	4 pc	Rp 28.500,00
32	LM2956 DC DC	1 pc	Rp 10.000,00	1 pc	Rp 10.000,00
33	Cetak <i>PCB</i>	1 pc	Rp 470.000,00	1 pc	Rp 470.000,00
34	<i>Box</i>	1 pc	Rp 347.000,00	1 pc	Rp 347.000,00
35	<i>acrylic</i>	1 pc	Rp 155.000,00	1 pc	Rp 155.000,00
Harga Total		Usulan	Rp 2.255.800	Realisasi	Rp 2.594.300

Pada Tabel 5.11 merupakan aktivitas atau kegiatan yang dilakukan selama pengerjaan TA2. Selama pengerjaan TA2 ini, terdapat beberapa kendala yang bisa dilihat pada Tabel realisasi kegiatan TA2.

Tabel 5.11 Realisasi aktivitas pelaksanaan Tugas Akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Sabtu, 2 Januari 2024, 2 jam	Merancang <i>timeline</i> pengerjaan TA2	Tiara, Kay
2	Kamis, 17 Januari 2024, 3 jam	Review desain usulan dengan realisasi terhadap studi literatur yang dilakukan selama masa UTS	Tiara, Kay
3	Rabu, 31 Januari 2024, 1 jam	Membeli komponen alat dan bahan untuk keperluan sistem	Kay
4	Kamis, 8 Februari 2024, 3 jam	Mencari <i>code</i> program buat rfid	Tiara, Kay
5	Jumat, 16 Februari 2024, 2 jam	Bimbingan dan konsultasi <i>online</i>	Tiara, Kay
6	Senin, 26 Februari 2024, 4 jam	Mencari <i>code</i> program buat keypad	Kay
7	Selasa, 27 Februari 2024, 3 jam	Menggabungkan rfid dan keypad	Kay
8	Rabu, 28 Februari 2024, 1 jam	Membeli komponen	Tiara, Kay
9	Jumat, 1 Maret 2024, 2 jam	Mencari <i>code</i> program buat LCD I2C	Tiara, Kay
10	Jumat, 1 Maret 2024, 2 jam	Menggabungkan <i>Real time clock</i> dan ditampilkan pada LCD I2C	Tiara, Kay
11	Sabtu, 2 Maret 2024, 1 jam	Mencoba menggunakan <i>solenoid door lock</i>	Tiara, Kay
12	Sabtu, 2 Maret 2024, 1 jam	Mencari <i>trouble</i> pada rangkaian <i>solenoid door lock</i>	Tiara, Kay
13	Sabtu, 2 Maret 2024, 2 jam	Konsultasi dengan dosen pembimbing secara <i>online</i>	Tiara, Kay

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
14	Minggu, 3 Maret 2024, 1 jam	Membeli adaptor 12V 2A buat tegangan pada <i>solenoid</i> dan arduino mega 2560	Tiara, Kay
15	Selasa, 5 Maret 2024, 2 jam	Mengerjakan rangkaian sesuai arahan dosen pembimbing	Tiara, Kay
16	Selasa, 5 Maret 2024, 1 jam	Masih mencari <i>trouble</i> pada <i>solenoid door lock</i>	Kay
17	Rabu, 6 Maret 2024, 2 jam	Bimbingan bersama dosen pembimbing secara <i>offline</i>	Tiara, Kay
18	Senin, 11 Maret 2024, 1 jam	Membeli <i>box</i> komponen	Tiara, Kay
19	Kamis, 14 Maret 2024, 3 jam	Menggabungkan rangkaian rfid ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
20	Kamis, 14 Maret 2024, 1 jam	Mengerjakan <i>trouble</i> terhadap rfid	Tiara, Kay
21	Sabtu, 16 Maret 2024, 2 jam	Menggabungkan rangkaian keypad ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
22	Sabtu, 16 Maret 2024, 4 jam	Menggabungkan rangkaian rfid, keypad ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
23	Sabtu, 16 Maret 2024, 6 jam	Menggabungkan rangkaian rfid, keypad dan <i>solenoid door lock</i> ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
24	Selasa, 19 Maret 2024, 1 jam	Membeli sensor <i>pressure</i>	Tiara, Kay
25	Rabu, 20 Maret 2024, 2 jam	Merangkai dan mencoba sensor <i>pressure</i>	Tiara, Kay
26	Rabu, 20 Maret 2024, 1 jam	Melakukan kalibrasi terhadap sensor <i>pressure</i>	Tiara, Kay

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
27	Kamis, 21 Maret 2024, 2 jam	Bimbingan bersama dosen pembimbing secara <i>offline</i>	Tiara, Kay
28	Rabu, 24 April 2024, 1 jam	Masih mencari <i>trouble</i> pada <i>solenoid door lock</i>	Tiara, Kay
29	Kamis, 25 April 2024, 1 jam	Membeli <i>microSD</i>	Kay
30	Kamis, 25 April 2024, 1 jam	Mencoba menambahkan SD Card <i>module</i>	Tiara, Kay
31	Sabtu, 27 April 2024, 1 jam	Mencari <i>trouble</i> pada <i>microSD</i>	Tiara, Kay
32	Sabtu, 27 April 2024, 1 jam	Masih mencari <i>trouble</i> pada <i>solenoid door lock</i>	Tiara, Kay
33	Minggu, 28 April 2024, 1 jam	Menganalisa rangkaian pada <i>solenoid door lock</i>	Kay
34	Senin, 6 Mei 2024, 1 jam	Membeli komponen <i>RC Snubber</i>	Tiara, Kay
35	Selasa, 7 Mei 2024, 2 jam	Memasangkan <i>RC Snubber</i> pada rangkaian <i>solenoid door lock</i>	Tiara, Kay
36	Selasa, 7 Mei 2024, 1 jam	Mencari <i>trouble</i> pada <i>microSD</i>	Tiara, Kay
37	Rabu, 8 Mei 2024, 2 jam	Bimbingan bersama dosen pembimbing secara <i>offline</i>	Tiara, Kay
38	Sabtu, 11 Mei 2024, 1 jam	Membeli SIM900a	Tiara, Kay
39	Minggu, 12 Mei 2024, 1 jam	Memprogram SIM900a ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
40	Minggu, 12 Mei 2024, 1 jam	Mencari <i>trouble</i> pada SIM900a	Tiara, Kay
41	Minggu, 12 Mei 2024, 1 jam	Bimbingan bersama dosen pembimbing secara <i>online</i>	Tiara, Kay

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
42	Senin, 13 Mei 2024, 1 jam	Mengganti GSM SIM900a ke SIM800L	Tiara, Kay
43	Senin, 13 Mei 2024, 2 jam	Memprogram SIM800L	Tiara, Kay
44	Senin, 13 Mei 2024, 1 jam	Mencoba komunikasi SIM800L dengan <i>handphone</i>	Tiara, Kay
45	Rabu, 15 Mei 2024, 6 jam	Membuat skematik PCB	Kay
46	Jumat, 17 Mei 2024, 1 Minggu	Mencetak PCB	Tiara, Kay
47	Rabu, 22 Mei 2024, 2 jam	Bimbingan bersama dosen pembimbing secara <i>offline</i> melaporkan <i>progress</i>	Tiara, Kay
48	Kamis, 23 Mei 2024, 5 jam	Mengerjakan BAB 4	Tiara
49	Senin, 27 Mei 2024, 4 jam	Menggabungkan semua rangkaian <i>security</i> ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
50	Minggu, 2 Juni 2024, 5 jam	Membuat desain 3D untuk box penyimpanan semua komponen	Tiara, Kay
51	Selasa, 4 Juni 2024, 1 minggu	Memberikan desain 3D untuk dicetak kepada vendor	Tiara, Kay
52	Jumat, 7 Juni 2024, 5 jam	Menggabungkan semua rangkaian <i>safety</i> dan <i>security</i> ke arduino mega 2560	Tiara, Kay
53	Sabtu, 8 Juni 2024, 3 jam	Mengambil data terkait pengujian <i>security</i>	Tiara, Kay
54	Sabtu, 8 Juni 2024, 3 jam	Mengambil data terkait pengujian <i>safety</i>	Tiara, Kay

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
54	Minggu, 9 Juni 2024, 7 jam	Mengerjakan BAB 5	Tiara, Kay
55	Rabu , 12 Juni 2024, 1 jam	Membuat desain <i>acrylic</i> untuk ditaruh di bagian <i>security</i>	Tiara, Kay
56	Rabu , 12 Juni 2024, 3 hari	Memberikan desain <i>acrylic</i> untuk dicetak oleh vendor	Tiara, Kay
57	Sabtu, 15 Juni 2024, 6 jam	Menyolder semua komponen ke box 3D	Tiara, Kay
58	Sabtu, 22 Juni 2024, 6 jam	Finalisasi sitem	Tiara, Kay
59	Jumat, 28 Juni 2024, 2 jam	Memberikan <i>progress</i> ke dosen pembimbing	Tiara
60	Sabtu, 29 Juni 2024, 4 jam	Mengerjakan BAB 6	Tiara, Kay
61	Minggu, 30 Juni 2024, 5 jam	Finalisasi keseluruhan laporan	Tiara, Kay
62	Senin, 31 Juni 2024, 1 jam	Meminta tanda tangan ke pembimbing 1	Tiara, Kay
63	Rabu, 3 Juli 2024, 1 jam	Meminta tanda tangan ke pembimbing 2	Tiara

5.2 Dampak Implementasi Sistem

SAFAME II memiliki dampak implementasi sistem yang positif bagi perkembangan teknologi. SAFAME II yang dirancang dengan melalui observasi serta kajian menghasilkan suatu solusi terbaik yang dapat diaplikasikan. Suatu metode perhitungan serta *prototipe* dengan solusi terbaik memberikan hasil yang lebih optimal dari solusi teknologi sejenis yang sudah dilakukan sebelumnya. Realisasi SAFAME II juga memberikan dampak positif pada pengguna beberapa dampak positif dari implementasi SAFAME II terdapat pada aspek teknologi/informasi, ekonomi, sosial, serta lingkungan sebagai berikut.

5.2.1 Aspek Teknologi/Inovasi

Implementasi teknologi canggih dalam sistem keamanan operasional mesin SCFE (*Supercritical Fluid Extraction*) meningkatkan efisiensi, keamanan, dan daya saing bisnis secara signifikan. Penggunaan RFID dan keypad memastikan akses hanya untuk personel berwenang, sementara otomatisasi dan *monitoring real-time* memungkinkan deteksi cepat kondisi abnormal, mengurangi risiko operasional. Pengelolaan jarak jauh dan analisis data operasional meningkatkan fleksibilitas, responsibilitas, dan efisiensi proses. Sistem ini juga melindungi data dari akses tidak sah, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik, dan menciptakan ekosistem operasional yang terkoordinasi.

5.2.2 Aspek Sosial

Implementasi sistem keamanan canggih dalam operasional mesin SCFE (*Supercritical Fluid Extraction*) memberikan dampak sosial yang signifikan. Peningkatan keselamatan kerja melalui sistem peringatan otomatis dan kemampuan *shutdown* darurat mengurangi risiko kecelakaan, menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi karyawan.

5.2.3 Aspek Ekonomi

Implementasi sistem keamanan canggih dalam operasional mesin SCFE (*Supercritical Fluid Extraction*) berdampak positif secara ekonomi dengan mengurangi biaya pemeliharaan dan perbaikan tak terencana melalui deteksi dini dan perawatan preventif. Otomatisasi dan *monitoring real-time* meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi kebutuhan intervensi manual, dan meningkatkan produktivitas.

5.2.4 Aspek Lingkungan

Pada bidang lingkungan memberikan dampak positif yang signifikan, dengan pemeliharaan yang proaktif dan peningkatan efisiensi mesin SCFE dapat beroperasi dengan lebih sedikit kebocoran atau kerusakan yang berpotensi menyebabkan polusi, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Pada sistem *safety* dan *security* untuk *monitoring* jarak jauh pada mesin SCFE yang telah diimplementasikan sebagian besar sesuai dengan spesifikasi yang telah diusulkan. Implementasi sistem keamanan berbasis SIM800L pada mesin *Supercritical Fluid Extraction* (SCFE) secara signifikan meningkatkan keselamatan operasional dengan mendeteksi dan merespons kondisi abnormal atau bahaya potensial secara *real-time*. Sistem ini menyediakan peringatan otomatis dan kemampuan untuk melakukan *shutdown* darurat, yang meminimalisir risiko kecelakaan kerja serta kerusakan mesin. *Monitoring* jarak jauh melalui komunikasi GSM memungkinkan operator untuk memantau dan mengelola mesin dari lokasi yang berbeda, mengurangi kebutuhan intervensi manual dan meningkatkan efisiensi operasional. Penggunaan SIM800L juga mengoptimalkan deteksi dini terhadap kondisi tidak normal, memungkinkan perawatan preventif yang efektif dan mengurangi biaya pemeliharaan serta perbaikan tak terencana. Sistem kontrol akses yang aman menggunakan teknologi RFID dan keypad memastikan hanya personil yang berwenang dapat mengakses dan mengendalikan mesin, mencegah manipulasi operasional dan penyalahgunaan. Sistem ini mendukung praktik operasi yang lebih berkelanjutan dengan meminimalkan risiko kebocoran atau kerusakan yang dapat menyebabkan polusi. Dengan pemeliharaan yang proaktif dan efisiensi yang ditingkatkan, mesin SCFE dapat beroperasi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional. Rata-rata waktu jeda pengiriman pesan oleh modul SIM800L adalah 8,057 detik, tergantung pada kekuatan sinyal GSM di lokasi tertentu.

Namun, alat ini masih memiliki kekurangan yaitu ketergantungan penuh pada sumber daya listrik. Ketika terjadi pemadaman listrik, alat ini tidak dapat berfungsi karena harus terhubung ke *power supply*. Untuk mengatasi masalah ini dan memastikan alat dapat digunakan kembali saat terjadi pemadaman listrik dapat diimplementasikan solusi seperti menggunakan UPS (*Uninterruptible Power Supply*), penggunaan UPS akan menyediakan daya cadangan sementara yang cukup untuk menjaga alat tetap berjalan sampai listrik kembali menyala. Dengan adanya solusi ini, akan memastikan kontinuitas operasional dan keamanan sistem *monitoring* jarak jauh sehingga mesin SCFE tetap terlindung dan dapat diawasi tanpa gangguan bahkan selama kondisi darurat listrik.

6.2 Saran

1. Peningkatan pengujian dan kalibrasi
 - **Saran:** Lakukan pengujian dan kalibrasi rutin pada modul SIM800L dan komponen sistem lainnya. Evaluasi kekuatan sinyal GSM di berbagai lokasi operasional dan lakukan penyesuaian untuk memastikan komunikasi yang andal.
 - **Future Works:** Kembangkan metode pengujian otomatis untuk memantau kinerja modul SIM800L secara berkelanjutan, termasuk simulasi skenario berbeda untuk menguji respon sistem dalam kondisi ekstrem.
2. Integrasi dengan sistem manajemen data
 - **Saran:** Dapat menghubungkan data dari sistem keamanan dengan sebuah sistem manajemen data perusahaan untuk menganalisis yang lebih dalam.
 - **Future Works:** Membuat *dashboard real-time* yang dapat menggabungkan data dari berbagai sensor, dan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam, dan dapat mendukung pada pengambilan keputusan yang cepat.
3. Pelatihan dan edukasi personel
 - **Saran:** Mengadakan pelatihan dan edukasi kepada karyawan mengenai penggunaan dan pemeliharaan sistem keamanan.
 - **Future Works:** Buat modul pelatihan yang berbasis VR atau simulasi yang dapat memungkinkan personel berlatih dalam situasi darurat virtual, dan dapat meningkatkan kesiapan dari respon terhadap insiden yang tidak diinginkan.
4. Peningkatan protokol keamanan
 - **Saran:** Perbarui protokol keamanan secara berkala seperti mengganti *password* pada bagian keypad.
 - **Future Works:** Dapat mengintegrasikan solusi keamanan tambahan menggunakan autentikasi modern untuk meningkatkan keamanan sistem yang aman
5. Peningkatan keandalan sistem
 - **Saran:** Dapat meningkatkan algoritma kontrol pada respons modul sim800L untuk memperbaiki kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi serta merespon pada kondisi abnormal, dan menyediakan *power supply* cadangan untuk berjaga - jaga ketika ada pemadaman listrik

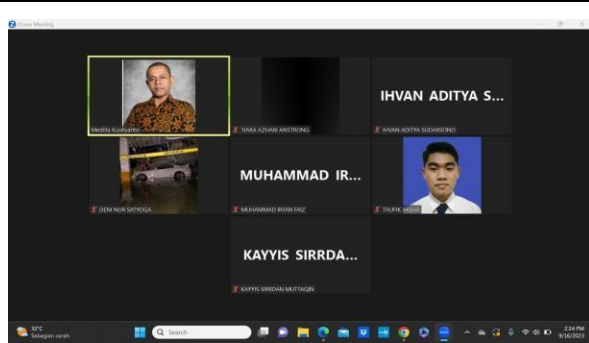
- ***Future Works:*** Melakukan penelitian lanjut untuk mengembangkan firmware atau pada perangkat lunak yang dapat melakukan pembaruan otomatis dan dapat memperbaiki mandiri pada kondisi yang terdeteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rinawati, G. Gustami Pangesti, and N. L. Gede Ratna Juliasih, "Review: Green Analytical Chemistry: Pemanfaatan Supercritical Fluid Extraction (Sfe) Dan Microwave-Assisted Extraction (Mae) Sebagai Metode Ekstraksi Senyawa Diterpena Pada Minyak Biji Kopi Shangrai," *Anal. Environ. Chem.*, vol. 5, no. 1, pp. 24–33, 2020, doi: 10.23960/aec.v5.i1.2020.p24-33.
- [2] L. Yang, S. H. Yang, and F. Yao, "Safety and security of remote monitoring and control of intelligent home environments," *Conf. Proc. - IEEE Int. Conf. Syst. Man Cybern.*, vol. 2, pp. 1149–1153, 2006, doi: 10.1109/ICSMC.2006.384555.
- [3] A. M, A. Febryan, Andriani, and Rahmania, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Telegram Menggunakan Esp 32 Cam," *VERTEX ELEKTRO-Jurnal Tek. Elektro UNIMUH*, vol. 15, no. 1, pp. 64–71, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/vertex/article/view/10246/5624>
- [4] F. R. Doni, "Akses Kamera Cctv Dari Jarak Jauh Untuk Monitoring Keamanan Dengan Penerapan Pss," *EVOLUSI J. Sains dan Manaj.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.31294/evolusi.v8i1.7142.
- [5] Syadam Arviyoga Pratama, "Pengoptimalan Perawatan Dan Pengujian System Safety Device Pada Mesin Induk Mitsubishi Di Tb. MBS 2000 1 PT. Alusteel Engineering Indonesia," *J. Univers. Tech.*, vol. 1, no. 2, pp. 96–109, 2022, doi: 10.58192/unitech.v1i2.415.
- [6] A. Kurniawan, F. Atmaji, and J. Alhilman, "Perancangan Sistem Monitoring Jarak Jauh Dan Perancangan Kebijakan Maintenance Mesin Automatic Filling Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Sanbe Farma," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 2784–2795, 2018.
- [7] Nur Hasan Murtiaji, "Mesin Ekstraksi Minyak Atsiri Pertama Asal Bandung," *Republika Online*, Feb. 05, 2021. <https://ekonomi.republika.co.id/berita/qo1tf8412/mesin-ekstraksi-minyak-atsiri-pertama-asal-bandung>.
- [8] Library Binus, "Bab 2 landasan teori," *Apl. dan Anal. Lit. Fasilkom UI*, pp. 4–25, 2006.
- [9] A. Kurniawan, "Arduino Mega," *Teknikelektro.com*, Aug. 21, 2021. <https://www.teknikelektro.com/2021/08/arduinomega.html>.

- [10] Yurizal Bagas Permadi, “Sistem Keamanan Pada Sangkar Burung Menggunakan SIM900 Dan Kamera Berbasis Mikrokontroller,” *Inform. J. Tek. Inform. dan Multimed.*, vol. 1, no. 1, pp. 11–25, 2021, doi: 10.51903/informatika.v1i1.18.
- [11] <https://www.facebook.com/PROFILE-LINK>, “Keypad 4x4,” *Edukasi Elektronika | Electronics Engineering Solution and Education*, Oct. 10, 2023. <https://www.edukasielektronika.com/2021/01/keypad-4x4.html>.
- [12] “Pengertian dan Fungsi Sensor Tekanan - Panduan Teknisi,” *Panduanteknisi.com*, 2020. <https://panduanteknisi.com/pengertian-fungsi-sensor-tekanan.html>.
- [13] K. C. Wanta, F. H. Tanujaya, R. F. Susanti, H. T. B. M. Petrus, I. Perdana, and W. Astuti, “Studi Kinetika Proses Atmospheric Pressure Acid Leaching Bijih Laterit Limonit Menggunakan Larutan Asam Nitrat Konsentrasi Rendah,” *J. Rekayasa Proses*, vol. 12, no. 2, p. 19, 2018, doi: 10.22146/jrekpros.35644.
- [14] Kusriyanto Medilla, “Rancang Bangun Kendali Suhu Dan Tekanan Pada Ekstraktor Soxhlet Terintegrasi Pembatas Waktu Ekstraksi Menggunakan Mikrokontroller Atmega 16,” *Teknoin*, vol. 19, no. 1, pp. 01–07, 2013.
- [15] Suryadi, “Sistem Kendali dan Monitoring Listrik Rumahan Menggunakan Ethernet Shield dan RTC (Real Time Clock) Arduino,” *J. Teknol. Dan Rekayasa*, vol. 2, no. 1, p. 14, 2017.
- [16] H. H. RACHMAT and G. A. HUTABARAT, “Pemanfaatan Sistem RFID sebagai Pembatas Akses Ruang,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 2, no. 1, p. 27, 2014, doi: 10.26760/elkomika.v2i1.27.
- [17] R. M. Heryanto, E. M. Sartika, W. Halim, S. Santoso, R. Wawolumaja, and Y. Timotius, “Perancangan Alat Bantu untuk Mendeteksi Antrian pada Fasilitas Produksi Menggunakan Arduino Uno,” *J. Ind. Serv.*, vol. 6, no. 2, p. 193, 2021, doi: 10.36055/62015.
- [18] Jimmi Sitepu, “Sensor Tekanan Air Dan Udara Dengan Arduino,” *MIKROAVR.COM*, Dec. 20, 2020.

LAMPIRAN - LAMPIRAN



Gambar 1. Pertemuan pertama secara online dengan Dosen Pembimbing



Gambar 2. Pertemuan kedua dengan Dosen Pembimbing



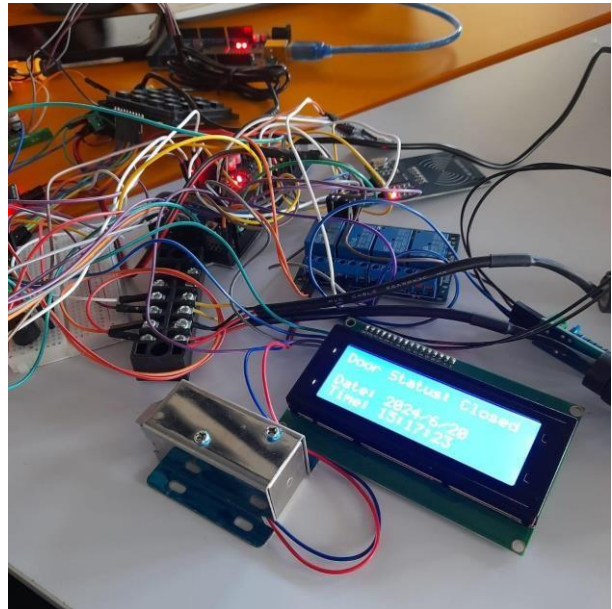
Gambar 3. Pertemuan perdana bersama Dosen Pembimbing kedua



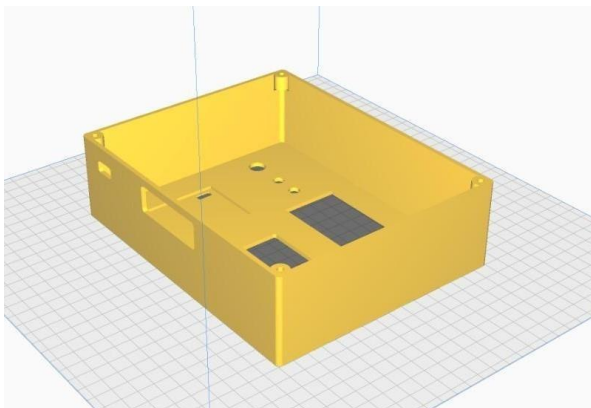
Gambar 4. Pertemuan dengan Mitra PT Inti Nabati serta berdiskusi tentang mesin SCFE



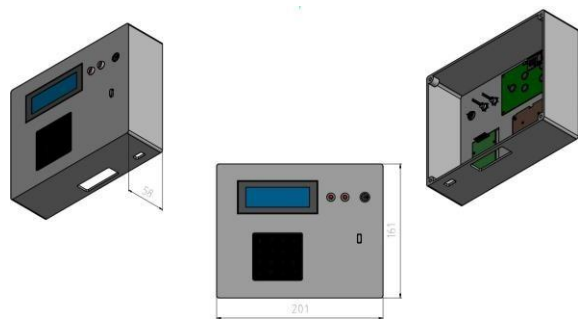
Gambar 5. Pertemuan dengan Mitra PT Inti Nabati memastikan kembali terkait sensor yang digunakan



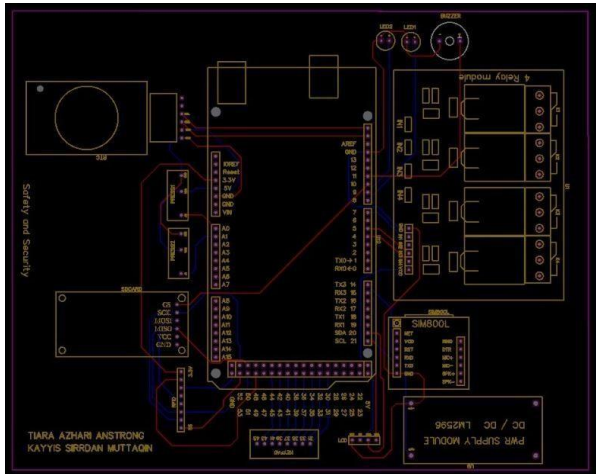
Gambar 6. Merangkai Komponen



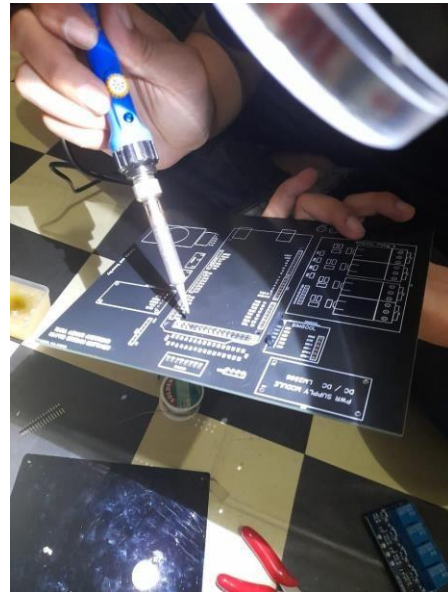
Gambar 7. Mencetak 3D



Gambar 8. Box penyimpanan komponen



Gambar 9. Pembuatan layout PCB



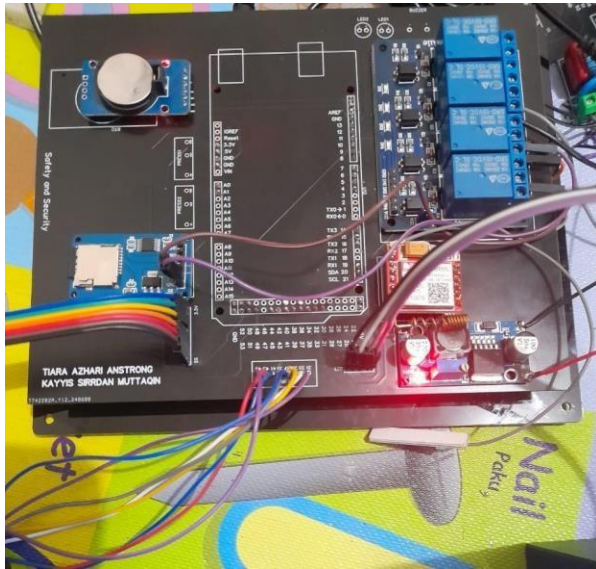
Gambar 10. Proses solder ke PCB



Gambar 11. Box tampak depan



Gambar 12. Komponen yang sudah terpasang di PCB



Gambar 13. Ketika komponen sudah terpasang semua di PCB



Gambar 14. Ketika *solenoid* belum diakses

Lampiran Perbaikan Tugas Akhir Yang Disarankan Pada Waktu Ujian Tugas Akhir

TABEL PERBAIKAN LAPORAN AKHIR CAPSTONE

MAHASISWA #1 : 20524053 Kayyis Sirrdan Muttaqin

MAHASISWA #2 : 20524199 Tiara Azhari Anstrong

JUDUL/TOPIK : Safety dan Security untuk Monitoring Jarak Jauh Pada Mesin SCFE

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	koma menggunakan simbol koma bukan titik	sudah diperbaiki pada semua halaman dan bab		Under review
2	perkalian menggunakan simbol perkalian bukan huruf "x"	sudah di perbaiki pada semua halaman dan bab		Under review

3	mengapa mesin SCFE diduplikasi? sebagai data pendukung mengapa perlu sistem pengamanan	Pencurian desain mesin adalah kejadian yang sering terjadi di sejumlah industri. Mesin industri cenderung memiliki nilai ekonomi tinggi, menjadikannya target yang menarik bagi pencuri. Kejadian pencurian ini dapat berakibat pada gangguan produksi, penurunan produktivitas, dan kerugian finansial yang signifikan bagi pemilik mesin. Mesin SCFE adalah investasi mahal bagi perusahaan karena teknologi canggih yang digunakan, menjadikannya target pencurian dan penduplikatan. Industri farmasi, makanan, dan kimia menggunakan mesin SCFE untuk menghasilkan produk bernilai tinggi seperti ekstrak tanaman obat dan bahan aktif farmasi, yang sering kali memiliki nilai tinggi di pasar, mendorong upaya untuk menduplikasi teknologi ini. SCFE menggunakan teknologi canggih yang sulit dan mahal untuk dikembangkan. Desain inovatif dan efisiensi tinggi dari mesin SCFE membuatnya menarik bagi kompetitor yang mungkin tidak memiliki sumber daya untuk melakukan penelitian dan pengembangan (R&D) yang ekstensif. Perusahaan yang dapat menduplikasi mesin SCFE tanpa mengeluarkan biaya R&D yang signifikan dapat memperoleh keuntungan kompetitif dengan cepat. Selain itu, permintaan yang terus meningkat untuk produk-produk yang dihasilkan melalui SCFE karena kelebihanannya dalam hal kemurnian dan kualitas membuat teknologi ini sangat berharga dan, oleh karena itu, menarik untuk diduplikasi. Pasar yang berkembang pesat untuk produk alami dan organik semakin meningkatkan nilai dari teknologi SCFE, mendorong lebih banyak upaya untuk meniru teknologi ini.	11-12	Under review
4	Apakah sistem blm safety? karena mitra minta adanya alat safety	Sistem yang ada saat ini belum sepenuhnya aman karena masih terjadi kebocoran pada tabung extractor dan separator. Oleh karena itu, mitra meminta kami untuk merancang alat yang mampu memonitor kebocoran pada tabung tersebut. Alat ini akan dilengkapi dengan sensor deteksi kebocoran berpresisi tinggi yang dapat mendeteksi gas atau cairan yang keluar dari tabung. Data dari sensor akan dikirim ke unit pengolahan data yang menganalisis informasi dan mendeteksi kebocoran. Jika terdeteksi kebocoran, sistem akan secara otomatis mengirim notifikasi kepada user untuk memastikan tindakan cepat dapat diambil. Dengan adanya alat ini, diharapkan risiko yang timbul akibat kebocoran dapat diminimalisir dan sistem dapat beroperasi dengan lebih aman dan efisien. Integrasi teknologi ini juga akan meningkatkan keandalan dan keselamatan proses, memberikan rasa aman bagi pengguna dan operator.	13	Under review

5	Back EMF?	Back EMF (<i>Electromotive Force</i>) atau Gaya Gerak Listrik Balik adalah tegangan yang dihasilkan oleh motor atau solenoid ketika terjadi perubahan dalam medan magnetik di sekitarnya. Fenomena ini terjadi karena hukum induksi elektromagnetik Faraday, yang menyatakan bahwa perubahan medan magnet di sekitar konduktor akan menghasilkan tegangan pada konduktor tersebut. Ketika solenoid atau motor beroperasi, arus listrik yang mengalir melalui lilitan kawat menciptakan medan magnet, dan perubahan dalam medan magnet ini menghasilkan tegangan balik (Back EMF) yang berlawanan dengan tegangan yang diterapkan.	63-64	Under review
6	ada kesalahan pada flowchart	sudah diperbaiki di bab 3	36-37, 46-47	Under review
7				Not started
8				Not started
9				Not started
10				Not started

Yogyakarta, 26Juli 2024

Menyetujui,

Penguji

(Hendra Setiawan)