PERANCANGAN SISTEM *MONITORING* JARAK JAUH DAN PERANCANGAN KEBIJAKAN *MAINTENANCE* MESIN *AUTOMATIC FILLING* MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) PADA PT. SANBE FARMA

DESIGN OF LONG DISTANCE MONITORING SYSTEMS AND DESIGNING AUTOMATIC FILLING MACHINE MAINTENANCE POLICY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) METHOD ON THE SANBE FARMA COMPANY

Agung Kurniawan[1], Fransiskus Tatas Dwi Atmaji [2], Judi Alhilman[3]

[1, 2, 3]Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

[1]Agung07kwn@gmail.com, [2] Franstatas@telkomuniversity.ac.id, [3] Alhilman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pabrik utama PT Sanbe Farma yang terletak di jalan Industri III Cimareme merupakan industri manufaktur di bidang farmasi yang menghasilkan produk utama yaitu infus. Terapat tiga buah mesin yang digunakan untuk menghasilkan produk infus, yaitu mesin *Automatic Filling* R125 Shinva, *Automatic Filling* R125A Plumat dan *Automatic Filling* R124 Plumat. Diantara ketiga mesin tersebut, mesin *Automatic Filling* R125 Shinva yang paling banyak mengalami kerusakan di satu tahun terakhir sebanyak 184 kerusakan. Oleh karena permasalahan frekuensi kerusakan yang tinggi, maka diperlukan tindakan maintenance yang lebih baik dan diperlukan alat yang dapat menyempurnakan kebijakan maintenance tersebut agar dapat menurunkan frekuensi kerusakan pada mesin *Automatic Filling* R125 Shinva. Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengangkat mesin *Automatic Filling* R125 Shinva sebagai objek penelitian. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan kebijakan preventive maintenance menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM), output dari metode ini adalah penjadwalan preventive maintenance serta biaya perawatanya. Selain itu pada penelitian ini akan merancang sistem Internet of Things (IoT) pada mesin *Automatic Filling* R125 Shinva, tujuannya adalah untuk dapat me-monitoring kondisi komponen kritis Mesin *Automatic Filling* R125 Shinva secara jarak jauh menggunakan jaringan internet. Setelah dilakukan perhitungan dengan metode RCM maka didapat kebijakan preventive maintenance baru yaitu 11 failure mode menggunakan kebijakan schedule on condition task, 4 failure mode menggunakan kebijakan schedule restoration task dan 6 failure mode menggunakan kebijakan schedule discard task. Sehingga dengan menerapkan kebijakan perawatan tersebut biaya yang diperlukan oleh perusahaan untuk kepentingan maintenance yaitu Rp25.472.476.889,40 dimana apabila dibandingkan dengan biaya maintenance yang sedang diterapkan yaitu Rp43.278.115.044,45. Sehingga dapat disimpulkan bila perusahaan menerapkan kebijakan maintenance baru maka perusahaan akan menghemat biaya sebesar Rp17.805.638.155,05. Kemudian untuk mempermudah kegiatan maintenance dilakukan perancangan sistem alat monitoring jarak jauh pada komponen yang mendukung kerja salah satu komponen kritis yang terpilih. Pada penelitian ini dilakukan perancangan monitoring temperatur secara jarak jauh pada komponen elemen panas di stasiun kerja Contour Welding dengan tujuan menjaga kualitas plastik yang disuplai dari stasiun kerja Contour Welding sehingga komponen kritis pada stasiun kerja Film Transport dapat beroprasi normal tanpa mengalami kerusakan.

Kata Kunci: Kebijakan Maintenance, Kebijakan Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance (RCM), Internet of Things, Komponen Kritis.

Abstract

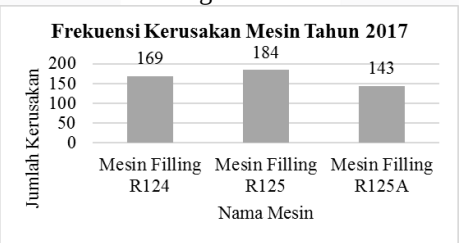
The main factory of PT Sanbe Farma located on Cimareme III Industrial road is a manufacturing industry in the pharmaceutical field that produces the main product is infusion. There are three machines used to produce infusion products, namely Automatic Filling R125 Shinva engine, Automatic Filling R125A Plumat and Automatic Filling R124 Plumat. Among the three machines, the Automatic Filling R125 Shinva engine that suffered the most damage in the past year as many as 184 damage. Due to the high frequency damage problem, better maintenance action is required and a tool that can improve the maintenance policy is required to reduce the frequency of damage to the Automatic Filling R125 Shinva engine. Therefore in this study will raise the

engine Automatic Filling R125 Shinva as the object of research. In this research, the design of preventive maintenance policy using reliability centered maintenance (RCM) method, the output of this method is scheduling preventive maintenance and maintenance cost. In addition, this research will design the Internet of Things (IoT) system on Automatic Filling R125 Shinva engine, the goal is to be able to monitor the condition of critical components of Automatic Filling R125 Shinva Machine remotely using internet network. After the calculation using RCM method, we get new preventive maintenance policy that is 11 failure mode using policy schedule on condition task, 4 failure mode using policy schedule restoration task and 6 failure mode using discard task schedule policy. So by applying the maintenance policy is the cost required by the company for the maintenance of Rp25.472.476.889.40 where when compared with the maintenance cost being applied is Rp43.278.115.044,45. So it can be concluded if the company implements a new maintenance policy then the company will save the cost of Rp17.805.638.155.05. Then to simplify the maintenance activities is done system design of remote monitoring tool on components that support the work of one critical component selected. In this research, the design of remote temperature monitoring on the component of heat element in Contour Welding work station with the aim of maintaining the quality of plastic supplied from Contour Welding work station so that the critical component in Film Transport work station can operate normally without damage.

Keywords: Maintenance Policy, Preventive Maintenance Policy, Reliability Centered Maintenance (RCM), Internet of Things, Critical Components.

I Pendahuluan

PT Sanbe Farma merupakan perusahaan manufaktur di bidang farmasi yang terkemuka di Indonesia. PT Sanbe Farma telah beroprasi menjadi perushaaan yang menghasilkan berbagai jenis obat sejak tahun 1975. Seiring berjalanya waktu PT Sanbe Farma memisahkan proses produksi produk kedalam dua jenis yaitu Plant Produksi *Small Volume Parenteral*(SVP) yaitu injeksi volume kecil dan Plant Produksi *Large Volume Parenteral*(LVP) yaitu injeksi volume besar. Berdasarkan hasil wawancara dengan teknisi dan supervisor Plant Produksi Large Volume Parenteral yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi, terutama pada mesin *Automatic Filling* R125 Shinva yang khusus memproduksi produk infusan volume 500ml. Jumlah kerusakan pada mesin *Automatic Filling* R125 Shinva pada periode tahun 2017 yaitu 184 kerusakan. Mesin penghasil produk infusan di PT Sanbe Farma yaitu mesin *Automatic Filling* R125 Shinva, mesin *Automatic Filling* R124 Plumat dan mesin *Automatic Filling* R125A Plumat. Dapat diketahui dari Gambar 1 tentang frekuensi kerusakan Mesin *Automatic Filling*.



Gambar 1 Frekuensi Kerusakan Mesin Automatic Filling Tahun 2017

Tingginya frekuensi kerusakan pada mesin *Automatic Filling* R125 Shinva disebabkan karena mesin tersebut merupakan hasil pabrikan negara Cina dimana memiliki kualitas yang rendah tidak seperti mesin-mesin lainya yaitu hasil produksi negara German. Selain itu pada Mesin *Automatic Filling* R125 Shinva kurang tersedianya alat yang dapat memantau kondisi komponen Mesin *Automatic Filling* R125 secara real time. Kendala lainya yaitu lokasi operator berjaga, cukup jauh dari Mesin *Automatic Filling* R125 sehingga sering terjadi kerusakan yang tidak terindikasi penyebabnya. Hingga saat ini PT Sanbe Farma lebih condong menerapkan konsep corrective maintenance walaupun preventive maintenance sudah ada [1]. Oleh karena permasalahan tersebut pada penelitian ini akan mengangkat mesin *Automatic Filling* R125 Shinva sebagai objek penelitian. Pada penelitian ini akan dirancang kebijakan *maintenance* baru yang dapat mengurangi kerusakan pada Mesin. Salah satu metode dalam pengambilan kebijakan maintenance adalah metode Reliability Centered Maintenance (RCM) [2]. Pada penelitian ini akan merancang sistem alat yang dapat mengontrol kondisi mesin secara *real time* dan secara jarak jauh melalui jaringan internet.

II Landasan Teori

II.1 *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Tujuan pemeliharaan adalah meningkatkan nilai guna aset, meningkatkan ketersediaan peralatan untuk keperluan produksi, dan meyakinkan peralatan dapat beroprasi dengan baik dalam kondisi tetentu serta aman bagi penggunanya[3]. Reliability Centred Maintenance (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap aset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunanya dalam konteks operasionalnya[4]. Metode Reliability Centred Maintenance (RCM) dapat digunakan untuk menentukan tindakan-tindakan perawatan yang efektif, melalui dua jenis pengukuran, yaitu pengukuran kualitatif dan pengukuran kuantitatif. Keduanya diukur berdasarkan function failure atau critical system [5].

II.2 *Preventive Task*

Metode RCM membagi preventive Tasks ke dalam tiga kategori, yaitu [4]:

1. *Scheduled On-Condition Tasks*
   Kegiatan perawatan yang dilakukan dengan mengamati/mengukur kinerja/kondisi komponen pada saat mesin sedang beroperasi, apabila terdapat tanda-tanda kerusaka pada komponen.
2. *Scheduled Restoration Tasks*
   Pemulihan komponen eksisting secara periodik untuk mengembalikan keadaan sistem ke kondisi semula. Tindakan ini dilakukan jika *on-condition Tasks* tidak memungkinkan dilakukan.
3. *Scheduled Discard Tasks*
   Task ini mengharuskan pergantian komponen sebelum batas umur sistem tanpa memperhatikan kondisinya.

II.3 Konsep Reliability

Reliability adalah peluang sebuah komponen atau sistem akan dapat beroprasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan untuk suatu periode waktu tertentu ketika digunakan dibawah kondisi operasi yang telah ditetapkan [6]. Sedangkan menurut ahli lain berpendapat bahwa Reliability adalah peluang dari sebuah unit yang dapat bekerja secara normal ketika digunakan untuk kondisi tertentu dan setidaknya bekerja dalam suatu kondisi yang telah ditetapkan [7].

II.4 Distribusi Kerusakan

Ada 3 macam pola data yang menggambarkan kerusakan komponen pada mesin, yaitu:

1. Distribusi weibull
2. Distribusi eksponential
3. Distribusi normal

II.5 Uji Anderson Darling

Metode Anderson-Darling digunakan untuk menentukan distribusi apa yang ada pada suatu sampel, ada beberapa jenis distribusi yaitu, distribusi eksponential, distribusi normal atau distribusi weibull. Metode Anderson-Darling merupakan modifikasi dari uji Kolmogorov-Smirnov. Uji Anderson-Darling menghitung nilai kritis dengan cara memanfaatkan distribusi tertentu sehingga menjadikan tes lebih sensitif.

II.6 System Breakdown Structure

SBS merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk mengidentifikasi komponen dari suatu sistem untuk selanjutnya dilakukan analisis yang lebih dalam[6].

II.7 *Risk Assesment*

Risiko adalah kemungkinan atau peluang terjadinya sesuatu yang dapat menimbualkan suatu dampak dari suatu sasaran, risiko diukur berdasarkan adanya kemungkinan terjadinya suatu kasus atau konsekuensi yang dapat ditimbulkannya [7]. Ada 5 macam tipe resiko [8]:

1. Risiko Keselamatan, yaitu Risiko keselamatan memiliki probabiltas rendah, tingkat paparan dan konsekuensi tinggi, bersifat akut, dan jika terjadi kontak atau langsung terliahat efeknya.
2. Risiko Kesehatan, yaitu Risiko kesehatan memiliki probabilitas tinggi, tingkat paparan dan konsekuensi rendah, dan bersifat kronis.
3. Risiko Lingkungan dan Ekologi, yaitu Risiko lingkungan dan ekologi melibatkan interaksi yang beragam antara populasi dan komunitas.
4. Risiko Finansial, yaitu Risiko finansial memiliki risiko jangka panjang dan jangka pendek dari kerugian properti terkait dengan perhitungan asuransi dan pengendalian asuransi.
5. Risiko Terhadap Masyarakat, yaitu Risiko terhadap masyarakat memperhatikan pandangan masyarakat terhadap kinerja organisasi dan produksi, semua hal pada risiko terhadap masyakat terfokus pada penilaian dan persepsi masyarakat.

Pada penelitian ini, untuk menentukan risiko terbesar pada komponen menggunakan metode *Risk Matrix.*

II.8 Perhiungan Biaya Perawatan

Perhitungan biaya perawatan digunakan untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan selama melakukan perawatan. Perhitungan biaya perawatan dapat dilakukan dengan persamaan berikut [10]. Dibawah ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya perawatan selama dilakukanya kegiatan perawatan.

$$TC = (C_M+C_R) \times f_M$$

Dengan keterangan bahwa :
TC : Biaya perawatan total yang dibebankan mesin
fM : Frekuensi perawatan
CR : Biaya komponen.
CM : Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan

II.9 *Internet of Things*

Internet of Things merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet [11]. Dengan adanya sistem *internet of things* maka dapat mempermudah pekerjaan manusia, dan mendukung terbentuk revolusi industri 4.0 dimana tenaga kerja manusia sudah mulai terganti oleh penggunaan robot sebagai pekerjanya.

II.10 Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan sirkuit bebasis mikrokontroller Atmega328. IC(*integrated circuit)* ini memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PMW), 6 analog output, resonator kristal keramik 16Mhz, koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tobol reset. Hal-hal tersebutlah yang membuat mikrokontroller arduino uno dapat terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply AC ke DC atau juga *battery* [12].

II.11 Atmega328

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil ("special purpose computers") di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan parallel, Port input/output, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program [13].

II.12 Module Wifi ESP8266

ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroller dengan fungsi menghubungkan mikrokontroller secara langsung dengan *wi-fi* dan membuat TCP/IP. ESP8266 dapat dirakit pada mikrokontroller Arduino. Modul ini membutuhkan *supply* daya sebesar 3,3 v dengan memiliki tiga mode *wi-fi* yaitu *station, access point,* dan *station* skaligus *access point.* Modul ESP8266 dilengkapi dengan fitur-fitur yang membuat ESP8266 dapat berperan langsung seperti mikrokontroller, fitur-fitur tersebut yaitu prosesor, memori dan GPIO. Module ini dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE, yaitu dengan menambahkan *library* ESP8266 pada *software* Arduino IDE. Selain itu ESP8266 memiliki harga yang terjangkau sehingga banyak projek *internet of things* menggunakan modul ESP8266 untuk urusan koneksi internetnya [14].

II.13 Software Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang ditulis menggunakan java yang diolah berdasarkan pengolahan avr-gcc, dan perangkat lunak open source yang lainnya [15]. Arduino IDE terdiri dari:

1. *Editor program*, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
2. *Verify / Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing, yang dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan arduino.

II.14 Router TL-MR3420

Router TL-MR3420 adalah sebuah router yang memiliki standar IEEE 802.11N, router ini dapat membangun jaringan nirkabel dengan kecepatan transmisi sebesar 300 Mbps. Dengan kecepatan transmisi sebesar itu router dapat menembus sekat-sekat bangunan seperti kantor, apartment dll sehingga sangat cocok digunakan untuk *internet of things project.* Router ini sudah dilengkapi sistem keamanan enkripsi WPA/WPA2 yang mana sistem keamanan ini lebih baik dibandingkan versi sebelumnya yaitu enkripsi WEP. Router TL-MR3420 dilengkapi dengan fitur koneksi 3G/WAN Back-up yang memungkinkan pengguna untuk tetap dalam kondisi online walaupun satu koneksi terputus [16].

II.15 Sensor Suhu IC LM35

Sensor suhu IC LM35 diproduksi oleh National Semiconductor berfungsi untuk mendeteksi temperature suatu ruangan atau suatu objek dalam besaran elektrik. Pada *output*nya sensor IC LM35 dapat merubah perubahan temperature menjadi perubahan tegangan. Sensor IC LM35 untuk dapat beroprasi membutuhkan sumber tegangan sebesar DC 5 V dan konsumsi arus DC sebesar 60 µA.

II.16 Usecase Diagram

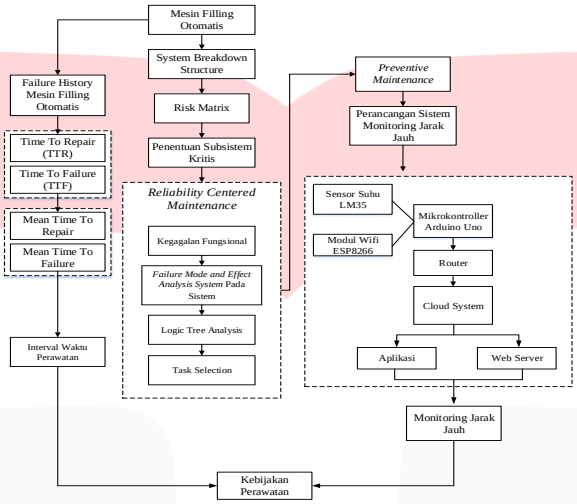
Use case diagram adalah sebuah diagram yang berfungsi untuk menggambarkan interaksi antara pengguna (*actor*) dengan sistem yang ada. *Actor* adalah pengguna yang berinteraksi langsung dengan sistem itu sendiri.

II.17 Android Studio

Android Studio adalah Lingkungan Pengembangan Terpadu - Integrated Development Environment (IDE) untuk pengembangan aplikasi Android, berdasarkan IntelliJ IDEA [18]. Android studio merupakan *software open source* yang berfungsi sebagai alat untuk membuat berbagai aplikasi berbasis sistem operasi Android. *Software* ini digunakan untuk membuat aplikasi-aplikasi yang ingin dapat dijalankan di gadget atau *hanphone* dengan sistem operasi Android.

III Metode Penelitian

Definisi dari model konseptual merupakan sebuah model dimana menawarkan kerangka kerja yang menggambarkan (secara logis) hubungan kausal antara faktor-faktor yang berkaitan. Model konseptual dapat mempromosikan hal yang masuk akal atau makna dalam situasi tertentu.



Gambar 2 Model Konseptual

IV Hasil Dan Pembahasan

IV.1 Risk Matrix

Dari perhitungan diatas didapat hasil bahwa terdapat 3 komponen yang memiliki level kerusakan tertinggi yaitu Film Transport, Tube Tong dan Bag Transfer. Masing-masing mempunyai nilai 6,75 untuk Film Transport, 5,25 untuk Tube Tong dan 5,25 untuk Bag Transfer. Terdapat rentang nilai untuk setiap point safety, cost, environment, dan performance, rentang nilai tersebut dari 1 sampai 5, semakin besar point yang didapat maka semakin besar pula dampak yang ditimbulkan. Point-point tersebut didapat dari hasil wawancara peneliti denga teknisi dan supervisor PT Sanbe Farma.

Tabel 1 Periority Score

No	Critical Components	Consequences				Average Consequences	Likelihood	Risk Score	Level
		Safety	Cost	Environment	Perfomance				
1	Printing	1	2	1	3	1.75	2	3.5	Medium
2	Bag Hanger	1	1	1	3	1.5	1	1.5	Low
3	Bag Infeed	1	1	1	3	1.5	1	1.5	Low
4	Bag Making	3	2	1	3	2.25	1	2.25	Low
5	Bag Outfeed	1	1	1	3	1.5	2	3	Low
6	Bag Transfer	1	1	1	4	1.75	3	5.25	High
7	Clamp	1	2	1	3	1.75	1	1.75	Low
8	Conveyor	1	2	1	3	1.75	1	1.75	Low
9	Cylinder	3	4	1	4	3	1	3	Low
10	Film Transport	1	3	1	4	2.25	3	6.75	High
11	Main Drive	1	2	1	3	1.75	1	1.75	Low
12	Noozle	1	1	1	3	1.5	1	1.5	Low
13	Stopper	1	1	1	3	1.5	2	3	Low
14	Power Pack	2	1	1	3	1.75	1	1.75	Low
15	Tong Opener	3	4	1	4	3	1	3	Low
16	Vacum	1	2	1	3	1.75	1	1.75	Low
17	Welding	2	1	1	3	1.75	2	3.5	Medium
18	Tube Tong	1	1	1	4	1.75	3	5.25	High

IV.2 Failure Mode And Effect Analysis

Failure Mode And Effect Analysis adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan kesalah kerja mesin saat beroprasi serta dampak dari kesalahan operasi tersebut. Dari hasil tabel FMEA dapat ditentukan tindakan yang perlu dilakukan untuk mencegah kesalahan tersebut terjadi dikemudian hari nanti.

Tabel 2 *Failure Mode and Effect Analysis*

No	Komponen	Information Reference							
		Functional		Funcional Failure		Failure Mode		Failure Effect	
1	Tube Tong	1	Untuk menjapit tube pada soft bag, agar posisi soft bag tetap berdiri dan siap untuk proses filling.	1	Tidak dapat menjepit tube soft bag	1	spring patah	1	gripper tidak bisa bergerak
						2	gripper lepas	2	tidak bisa menjepit tube
						3	gripper tidak center	3	Penjepit tidak pas pada tube
						4	gripper kurang menjepit	4	tube jatoh
						5	Bag outfeed not center	5	Tidak bisa dijepit oleh gripper
						6	Main Drive Filling Tonggripper Nabrak Gripper Tube Stoper 2	6	Gripper bengkok
						7	tong opener tidak berfungsi	7	gripper tidak membuka
2	Bag Transfer	1	Untuk memindahkan soft bag dari bag making ke bag filling.	1	tidak dapat memindahkan soft bag dari bag making ke bag filling	1	spring bag transfer tidak center	1	tidak bisa membawa soft bag sehingga banyak yang jatuh
						2	baut bag transfer patah	2	tidak bisa membawa soft bag sehingga banyak yang jatuh
						3	spring bag transfer rusak	3	bag infeed tidak bisa membawa ke tube tong
						4	Bag transfer error	4	Cylinder tidak berfungsi
						5	Bag Transfer not center	5	bag infeed tidak bisa membawa bag infusan ke tube tong
						6	Bag pusher nabrak	6	soft bag tidak masuk ke bag transfer sehingga jatuh
						7	Spring bag transfer terlalu besar	7	bag infeed tidak bisa membawa ke tube tong
						8	Bag Transfer not home position	8	Bag infeed tidak dapat membawa bag infusan
						9	Sensor Bag Transfer not ok	9	Pembacaan sensor yang salah
3	Film Transport	1	Menarik plastik film dwmf dari gulungan untuk di bawa ke contour station	1	Tidak dapat menarik plastik film dwmf dari gulungan.	1	gripper bengkok	1	tidak bisa menjepit plastik film dari gulungan
						2	gripper nabrak	2	tidak bisa menjepit plastik film dari gulungan
						3	gripper film transport not center	3	tidak bisa menarik plastik film dari gulungan
						4	spring film claim broken	4	tidak bisa menarik plastik film dari gulungan
						5	IG(Infusion Clouseur) Linear plat nabrak	5	tidak bisa mensuplai ic sehingga stopper tidak bisa bergerak

IV.3 Analisis Interval Waktu Perawatan *Schedule On Condition*

Dari hasil pengolahan data *Risk Matrix* diperoleh bahwa subsistem yang termasuk kedalam perawatan *Schedule On Condition Task* adalah Tube Tong, Bag Transfer dan Film Transport. Untuk menentukan interval waktu *Schedule On Condition Task* digunakan data MTTF dari setiap komponen kritis.

Tabel 3 Interval *Schedule On Condition*

No	Subsistem	Information Reference			Task Usulan	P-F Interval MTTF	Initial Interval (Hour)	Initial Interval (Month)	Initial Interval (Day)	jam/ tahun	FM
		F	FF	FM							
1	Tube Tong	1	1	3	Setting gripper Tube Tong	574,91	287,45	1,20	35,93	2880	10,02
				5	Setting gripper Tube Tong	574,91	287,45	1,20	35,93	2880	10,02
2	Bag Transfer	1	1	1	Setting spring Bag Transfer	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
				4	Setting spring Bag Transfer	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
				5	Setting bag transfer	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
				7	Setting spring Bag Transfer	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
				8	Setting Bag Reception	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
				9	Setting Sistem Mekanik Sensor	424,56	212,28	0,88	26,54	2880	13,57
3	Film Transport	1	1	2	Setting gripper Film Transport	691,03	345,51	1,44	43,19	2880	8,34
				3	Setting gripper Film Transport	691,03	345,51	1,44	43,19	2880	8,34
				5	Setting gripper Film Transport	691,03	345,51	1,44	43,19	2880	8,34

Interval waktu Perawatan *Schedule On Condition Task* dilakukan pada rata-rata waktu 1,20 bulan sekali untuk komponen Tube Tong, rata-rata 0,88 bulan atau 26,54 hari sekali untuk komponen Bag Transfer dan rata-rata 1,44 bulan sekali untuk komponen Film Transport. Berbeda dengan perawatan *eksisting* dimana hanya dilakukan satu kali dalam sebulan.

IV.4 Analisis Interval Waktu Perawatan *Schedule Restoration and Discard*

Dari hasil perhitungan subsistem yang termasuk ke dalam *Schedule Restoration dan Discard Task* adalah Tube Tong, Bag Transfer dan Film Transport. Failure mode yang termasuk ke dalam Schedule Restoration dan Discard Task adalah Tube Tong 5 buah diantaranya pada failure mode 1 diusulkan untuk melakukan schedul discard setiap rata-rata 4,03 bulan sekali, pada failure mode 2 diusulkan untuk melakukan schedule restoration rata-rata 4,03 bulan sekali, pada failure mode 4 diusulkan untuk melakukan schedule restoration rata-rata 4,03 bulan sekali, pada failure mode 6 diusulkan untuk melakukan schedule discard rata-rata 4,03 bulan sekali dan failure mode 7 dengan usulan melakukan schedule restoration rata-rata 4,03 bulan sekali.

Kemudian pada Bag transfer diperoleh 3 buah diantaranya pada failure mode 2 diusulkan untuk melakukan schedule discard rata-rata 3,36 bulan sekali, pada failure mode 3 diusulkan untuk melakukan schedule discard rata-rata 3,36 bulan sekali, dan pada failure mode 6 diusulkan utnuk melakukan schedule discard rata-rata 3,36 bulan sekali. Sedangkan pada Film Transport diperoleh 2 buah pada failure mode 1 diusulkan untuk melakukan schedule discard rata-rata 4,97 bulan sekali dan failure mode 4 diusulkan untuk melakukan schedule restoration rata-rata 4,97 bulan sekali. Dengan menerapkan kebijakan perawatan baru diharapkan dapat meningkatkan nilai reliability dan mengurangi biaya perawatan.

Tabel 4 Interval *Schedule Restoration and Discard*

No	Komponen	Information Reference				Task Usulan		η	β	Biaya Perawatan (CM)	Biaya Perbaikan (Cf)	Initial Interval (TM/Hours)	Initial Interval (Months)	jam/ tahun	FM (1 year)	Convert/hari
		F	FF	FM												
1	Tube Tong	1	1		1	Ganti gripper Tube Tong	D	250,59	0,47	Rp 76.424.529	Rp 76.319.721	966,23	4,03	2880	2,98	121
					2	Perbaikan pada gripper Tube Tong	R	250,59	0,47	Rp 76.424.529	Rp 76.292.221	966,97	4,03	2880	2,98	121
					4	Perbaikan pada gripper Tube Tong	R	250,59	0,47	Rp 76.424.529	Rp 76.292.221	966,97	4,03	2880	2,98	121
					6	Ganti gripper Tube Tong	D	250,59	0,47	Rp 76.424.529	Rp 76.319.721	966,23	4,03	2880	2,98	121
					7	Perbaikan pada gripper Tube Tong	R	250,59	0,47	Rp 76.424.529	Rp 76.292.221	966,97	4,03	2880	2,98	121
2	Bag Transfer	1	1		2	Ganti baut Bag Transfer	D	203,92	0,49	Rp 165.506.449	Rp 165.377.640	806,58	3,36	2880	3,57	101
					3	Ganti Spring Bag Transfer	D	203,92	0,49	Rp 165.506.449	Rp 165.421.140	806,15	3,36	2880	3,57	101
					6	Ganti bag pusher	D	203,92	0,49	Rp 165.506.449	Rp 165.421.140	806,15	3,36	2880	3,57	101
3	Film Transport	1	1		1	Ganti gripper Film Transport	D	308,34	0,47	Rp 253.272.447	Rp 253.167.639	1193,64	4,97	2880	2,41	149
					4	Perbaikan spring film transport	R	308,34	0,47	Rp 253.272.447	Rp 253.187.139	1193,44	4,97	2880	2,41	149

IV.5 Perhitungan Biaya Perawatan Usulan

Dari hasil perhitungan didapat biaya perawatan yang lebih kecil dibandingkan dengan biaya perawatan *existing*. Penyebabnya adalah pada perhitungan biaya usulan didapat nilai Fm atau nilai frekuensi perawatan dalam satu tahun beragam namun mayoritas nilai Fm perawatan usulan lebih kecil dari nilai Fm perawatan *existing* dalam satu tahunya. Sehingga didapat biaya yang jauh lebih hemat yaitu Rp 25.472.476.889,40.

Tabel 5 Perhitungan Biaya Perawatan Usulan

No	Subsistem	*Information Reference*				*Task*	*Task* Usulan	T	Fm	Cp	Cr	Biaya Perawatan
		F	FF	FM								
1	Tube Tong	1	1		1	*Scheduled Discard Task*	Ganti gripper Tube Tong	966,23	3	Rp 76.424.529	Rp 27.500,00	Rp 227.878.389,53
					2	*Scheduled Restoration Task*	Perbaikan pada gripper Tube Tong	966,97	3	Rp 76.424.529	Rp -	Rp 227.620.445,84
					3	*Scheduled On Condition Task*	Setting gripper Tube Tong	287,45	10	Rp 76.424.529	Rp -	Rp 765.697.551,41
					4	*Scheduled Restoration Task*	Perbaikan pada gripper Tube Tong	966,97	3	Rp 76.424.529	Rp -	Rp 227.620.445,84
					5	*Scheduled On Condition Task*	Setting gripper Tube Tong	287,45	10	Rp 76.424.529	Rp -	Rp 765.697.551,41
					6	*Scheduled Discard Task*	Ganti gripper Tube Tong	966,23	3	Rp 76.424.529	Rp 27.500,00	Rp 227.878.389,53
					7	*Scheduled Restoration Task*	Perbaikan pada gripper Tube Tong	966,97	3	Rp 76.424.529	Rp -	Rp 227.620.445,84
2	Bag Transfer	1	1		1	*Scheduled On Condition Task*	Setting spring Bag Transfer	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
					2	*Scheduled Discard Task*	Ganti baut	806,58	4	Rp 165.506.449	Rp 3.500,00	Rp 590.975.203,84
					3	*Scheduled Discard Task*	Ganti Spring Bag Transfer	806,15	4	Rp 165.506.449	Rp 47.000,00	Rp 591.448.256,66
					4	*Scheduled On Condition Task*	Setting spring Bag Transfer	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
					5	*Scheduled On Condition Task*	Setting bag transfer	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
					6	*Scheduled Discard Task*	Ganti bag pusher	806,15	4	Rp 165.506.449	Rp 47.000,00	Rp 591.448.256,66
					7	*Scheduled On Condition Task*	Setting spring Bag Transfer	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
					8	*Scheduled On Condition Task*	Setting Bag Reception	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
					9	*Scheduled On Condition Task*	Setting Sistem Mekanik Sensor	212,28	14	Rp 165.506.449	Rp -	Rp 2.245.415.530,32
3	Film Transport	1	1		1	*Scheduled Discard Task*	Ganti gripper Film Transport	1193,64	2	Rp 253.272.447	Rp 27.500,00	Rp 611.159.995,64
					2	*Scheduled On Condition Task*	Setting gripper Film Transport	345,51	8	Rp 253.272.447	Rp 27.500,00	Rp 2.111.363.452,01
					3	*Scheduled On Condition Task*	Setting gripper Film Transport	345,51	8	Rp 253.272.447	Rp -	Rp 2.111.134.227,74
					4	*Scheduled Restoration Task*	Perbaikan spring film transport	1193,44	2	Rp 253.272.447	Rp 47.000,00	Rp 611.306.867,78
					5	*Scheduled On Condition Task*	Setting gripper Film Transport	345,51	8	Rp 253.272.447	Rp -	Rp 2.111.134.227,74
												Rp 25.472.476.889,40

Dari Tabel 5 diketahui perhitungan biaya usulan mempertimbangkan dari berbagai faktor diantaranya faktor waktu yang disimbolkan dengan T, faktor frekuensi perawatan yang disimbolkan dengan Fm, faktor total biaya lain-lain meliputi biaya tenaga kerja yang disimbolkan dengan Cp, dan faktor biaya penggantian komponen yang disimbolkan dengan Cr. Rumus dari Biaya perawatan adalah:

Biaya Perawatan = (Cm + Cr) * Fm

Contoh perhitungan,

Biaya Perawatan = (Rp76.424.529+ Rp27.500,00) * 3

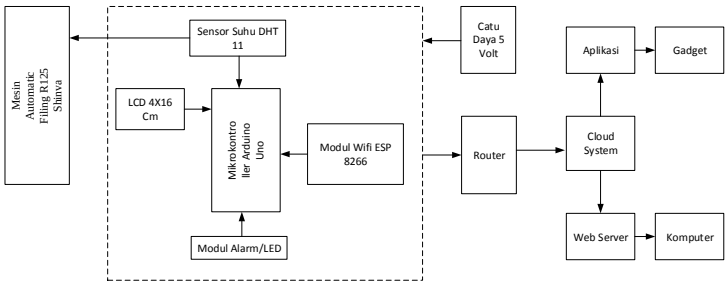
= Rp227.878.389,53

IV.6 Prinsip Kerja Sistem Monitoring Jarak Jauh

Prinsip kerja dari rancangan ini adalah pada saat Mesin Automatic Filling R125 Shinva diaktifkan, maka sensor temperatur LM35 akan langsung mendeteksi kondisi temperatur di lokasi alat diletakan. Hasil pendeteksian tersebut berupa besaran yang berubah-ubah sesuai dengan kondisi dimana alat ini dipasang. Data hasil pendeteksian sensor temperatur LM35 berfungsi sebagai masukan internal pada mikrokontroller Arduino uno.

Data tersebut kemudian diinisiasikan menjadi derajat celcius sebagai temperatur pada elemen panas contour welding. Kemudian informasi mengenai temperatur di lokasi alat disimpan di dalam media penyimpanan mikrokontroller untuk sementara, lalu dikirim oleh mikrokontroller Arduino uno dalam bentuk data temperatur satuan celcius ke cloud storage dengan menghubungkan ke jaringan internet menggunakan modul wifi ESP8266 dan router TL-MR3420. Untuk dapat mengakses data yang tersimpan di cloud storage melalui komputer, pengguna dapat mengakses melalui web server yang sudah di sediakan, dengan password dan username yang ada atau melalui aplikasi yang dapat dioprasikan di sistem operasi android pada gadget.

Pada web server maupun aplikasi akan ditampilkan data waktu dan tanggal, data grafik perubahan temperatur dan dapat menampilkan grafik perubahan temperatur per-bulanya selama alat dalam kondisi aktif. Selain itu data ditampilkan pula pada LCD yang dipasang pada mikrokontroller Arduino uno, fungsinya agar operator yang sedang berjaga mengetahui kondisi temperatur di elemen panas tersebut. Untuk meningkatkan kewaspadaan operator, peneliti menambahkan fitur alarm pada aplikasi maupun web dan pada rangkaian alat monitoring jarak jauh. Pada alat dipasangkan alarm dengan tujuan apabila sensor LM35 mendeteksi temperatur lokasi di atas normal atau dibawah batas normal akan ada alarm dalam bentuk suara di aplikasi, di rangkaian alat ditandai dengan kedipan lampu LED sesuai dengan kondisi temperatur dan akan muncul notifikasi bahaya di web server.

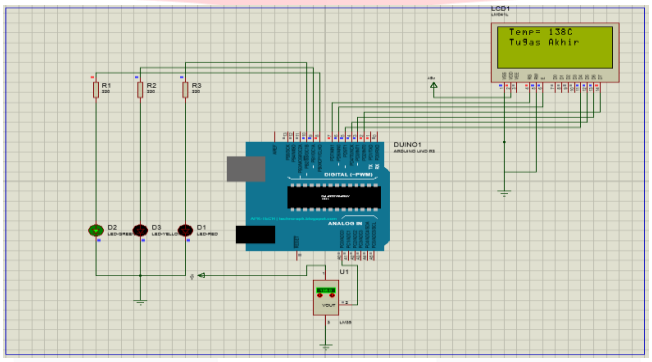


Gambar 3 Prinsip Kerja Sistem

IV.7 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan hardware, peneliti menggunakan software Proteus 8 Professional. Fungsinya adalah membuat simulasi alat untuk memastikan bahwa rangkaian komponen pada alat dapat beroprasi sesuai dengan perintah. Adapu komponen yang digunakan pada perancangan alat ini adalah:

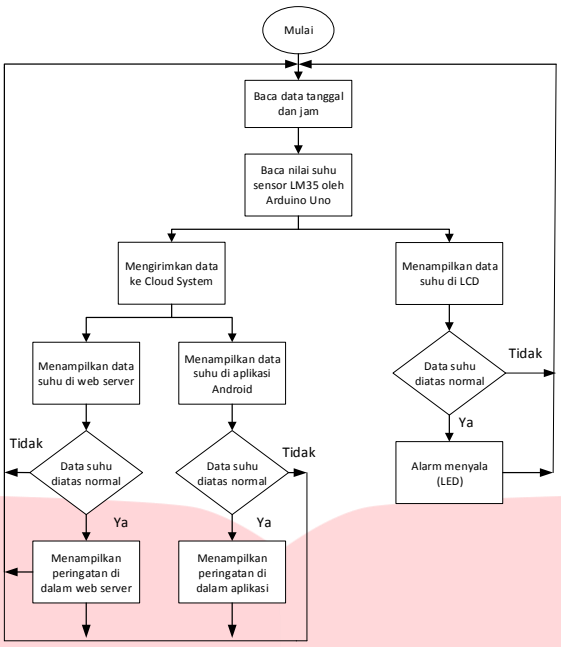
1. Mikrokontroller Arduino uno
2. Sensor Suhu LM35
3. Modul Wifi Esp8266
4. Router TL-MR 3420
5. LCD
6. LED
7. Resistor 220 Ohm



Gambar 4 Perancangan *Hardware*

IV.8 Perancangan *Software* Mikrokontroller

Ketika alat diposisikan dalam kondisi On maka program akan membaca waktu (jam) dan tanggal, kemudian membaca nilai temperatur yang dikirim oleh sensor LM35, kemudian diproses menjadi besaran digital. Data tersebut diproses didalam mikrokontroller Arduino uno. Setelah itu mikrokontroller Arduino uno akan mengirimkan ke dua jalur, yaitu jalur pertama adalah LCD dan jalur dua adalah Cloud storage. Pada Cloud storage menggunakan database. Apabila arduino membaca temperatur di atas normal yaitu di atas 142oC sesuai dengan program maka akan mengaktifkan LED berwarna merah, dan akan menampilkan pula notifikasi berisi peringatan pada web server dan aplikasi yang bertuliskan “HIGH TEMPERATUR”. Apabila arduino membaca temperatur antara 136oC hingga 142oC sesuai dengan program maka arduino akan mengaktifkan LED berwarna hijau dan mengirim notifikasi di web server dan aplikasi bertuliskan “NORMAL TEMPERATUR”. Namun jika arduino membaca temperatur dibawah 136oC maka arduino akan mengaktifkan LED berwarna kuning dan akan menampilkan notifikasi pada web server dan aplikasi bertuliskan “LOW TEMPERATUR”. Alur program akan bekerja secara looping selama alat dalam kondisi on.

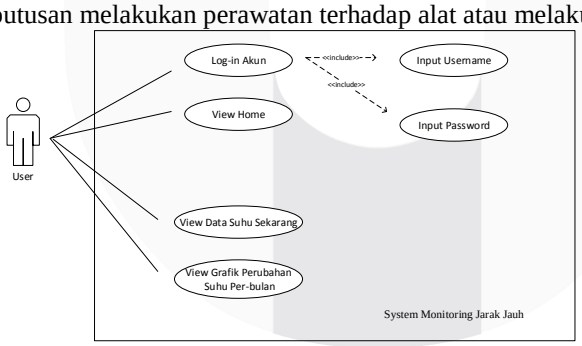


Gambar 5 Alur Kerja Sistem Mikrokontroller

IV.9 Rancangan *Interface Monitoring Data*

IV.9.1 Use Case Diagram Aplikasi *Mobile*

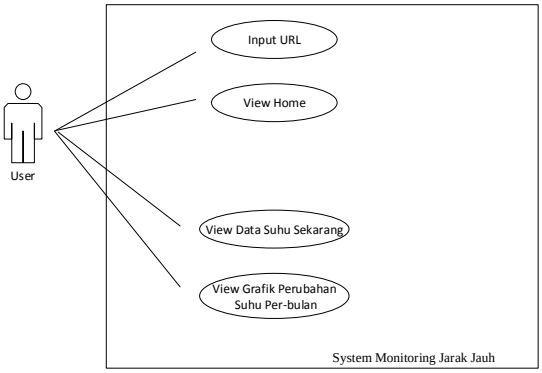
Pada Gambar V.2 tentang Use Case Diagram dijelaskan bahwa aktor dalam sistem ini adalah operator, supervisor dan manajer. Aktor memiliki hak akses terhadap aplikasi monitoring jarak jauh. Namun terkait hak akses dibagi menjadi dua, untuk operator dan supervisor dapat mengakses hanya pada menu Login, Home dan menu View Data Suhu Sekarang sedangkan manajer memiliki hak akses yang berbeda yaitu dapat mengakses seluruh menu pada aplikasi. Tahap pertama setelah membuka aplikasi adalah memasukan username dan password yang sudah ada. Kemudian di dalam aplikasi tersebut pengguna dapat memantau kondisi temperatur mesin terkini dalam bentuk grafik, dan juga dapat melihat grafik perubahan suhu perbulannya. Untuk masalah reminder/ alarm, aplikasi mobile akan mengirimkan alarm berupa suara apabila kondisi temperatur dideteksi dalam kondisi tidak normal. Dari data-data yang terekam di dalam database dapat dianalisis mengenai kondisi alat terkini sehingga dapat memudahkan untuk mengambil keputusan melakukan perawatan terhadap alat atau melakukan pergantian terhadap alat.



Gambar 6 Usecase Diagram Untuk Aplikasi *Mobile*

IV.9.2 Use Case Diagram Web Server

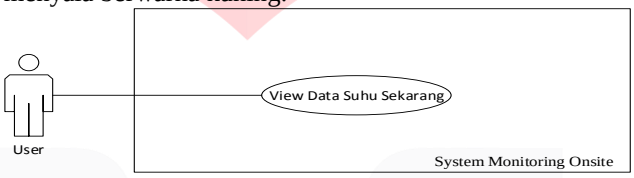
Pada Use Case Diagram Gambar V.3 dijelaskan bahwa aktor dalam sistem ini adalah operator, supervisor dan manajer. Operator dan supervisor memiliki hak akses terhadap Web Server monitoring jarak jauh di bagian menu Input URL, View Home, dan View Data Suhu Sekarang. Tahap pertama adalah menginputkan URL yang sudah ada pada web browser di PC, kemudian di dalam Web Server tersebut pengguna dapat memantau kondisi temperatur mesin terkini apabila memilih menu Viem Data Suhu Sekarang dan dapat melihat grafik perubahan temperatur per-bulannya apabila memilih menu View Grafik Perubahan Suhu Per-bulan. Untuk reminder/ alarm di web server akan mengirimkan alarm berupa notifikasi di halaman web server apabila kondisi temperatur dideteksi dalam kondisi tidak normal. Dari data-data tersebut dapat dianalisis mengenai kondisi alat terkini sehingga dapat memudahkan untuk mengambil keputusan melakukan perawatan terhadap alat atau melakukan pergantian terhadap alat.



Gambar 7 Usecase Diagram Untuk *Web Sewrver*

IV.9.3 Use Case Diagram *Onsite*

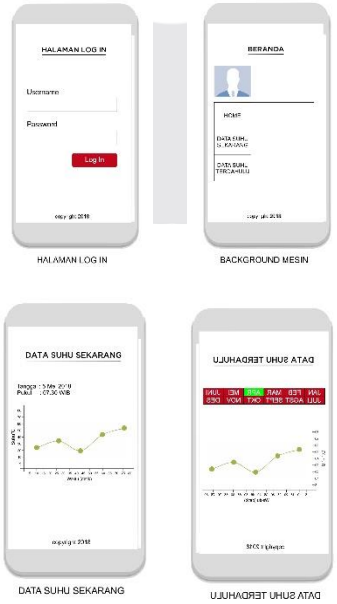
Pada perancangan monitoring onsite atau di lokasi mesin, pengguna dapat memantau melalui LCD yang terpasang pada mesin. Fungsinya untuk menampilkan data suhu terkini sehingga operator yang sedang bekerja atau supervisor dan manajer yang sedang survey lokasi dapat mengetahui kondisi temperatur pada mesin. Selain itu untuk masalah reminder/alarm alat monitoring jarak jauh ini terpasang tiga buah LED untuk menandakan apakah temperatur tersebut dalam keadaan high temperature, normal temperature ataupun low temperature. Apabila temperatur komponen dalam kondisi high temperature maka LED yang akan menyala adalah LED berwarna merah, apabila dalam kondisi normal temperature maka LED yang menyala berwarna hijau, namun apabila dalam kondisi low temperature maka LED yang menyala berwarna kuning.



Gambar 8 *Usecase Diagram Onsite*

IV.9.4 *Mockup* Perancangan Tampilan *Mobile Application*

Perancangan aplikasi monitoring jarak jauh bertujuan untuk memudahkan pengguna yang sedang tidak berada di sekitar pabrik, dalam melakukan kegiatan pemantauan terhadap komponen elemen panas pada stasiun kerja *contour welding.* Sehingga apabila terjadi kerusakan pada komponen elemen panas di stasiun kerja *contour welding*, pengguna dapat mengetahui dan melakukan interaksi dengan pengguna yang berada di sekitar Mesin untuk melakukan tindakan. Aplikasi bekerja berdasarkan jaringan internet. Apabila aplikasi mendeteksi data yang dikirim oleh program tidak normal maka aplikasi akan mengeluarkan suara sebagai tanda peringatan. Berikut ditampilakan mockup tampilan *mobile application* untuk alat monitoring jarak jauh.



Gambar 9 Mockup Perancangan Tampilan Mobile Application

IV.9.5 *Mockup* Perancangan Tampilan *Web Server*

Untuk perancangan tampilan Web Serever terdiri dari 4 halaman, yaitu halaman input URL/input alamat web server, halaman beranda, halaman data temperatur terkini dan halaman data temperatur terdahulu. Fungsi dari web server ini adalah agar pengguna dapat memantau kondisi temperatur komponen elemen panas pada stasiun kerja contour welding melalui komputer yang ada di ruangan kantor atau pun di luar wilayah kantor. Sehingga apabila pengguna sedang tidak standby di control room, kegiatan pemantauan kondisi komponen masih dapat dilakukan. Apabila terjadi pembacaan data yang tidak normal oleh web server maka akan mengeluarkan notifikasi peringatan agar antar pengguna melakukan interaksi untuk memutuskan tindakan apa yang perlu dilakukan.

Gambar 10 Mockup Perancangan Tampilan Web Server

V Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan terhadap mesin filling R125 Shinva pada PT. Sanbe Farma adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran dan penentuan subsistem kristis menggunakan metode risk matrix didapat hasil bahwa yang termasuk kedalam kategori komponen kritis adalah Film Transport dengan *risk score* 6,75, Tube Tong dengan *risk score* 5,25 dan Bag Transfer dengan *risk score* 5,25.
2. Subsistem kritis Tube Tong terdapat 2 *failure mode* perawatan *schedule on condition task* yaitu *failure mode* 3 dan 5, 3 *schedule restoration task* yaitu *failure mode 2,4,7* dan 2 *failure mode schedule discard task* yaitu *failure mode 1 dan 6.* Untuk subsistem kritis Bag Transfer terdapat 6 *failure mode schedule on condition task* yaitu *failure mode 1,4,5,7,8,9,* kemudian 0 *schedule restoration task* dan 3 *failure mode schedule discard task* yaitu *failure mode 2, 3 dan 6.* Untuk subsistem kritis Film Transport terdapat 3 *failure mode schedule on condition task* yaitu *failure mode 2, 3, 5* kemudian 1 *schedule restoration task* yaitu *failure mode* 4 dan 1 *failure mode schedule discard task* yaitu *failure mode* 1.
3. Interval waktu perawatan subsistem kritis Tube Tong untuk *schedule on condition task* adalah 35,93 hari sekali dilakukan perawatan, untuk *schedule restoration and discard* 121 hari sekali dilakukan perawatan. Interval waktu perawatan subsistem kritis Bag transfer untuk *schedule on condition task* adalah 26,54 hari sekali dilakukan perawatan, untuk *schedule restoration and discard* 101 hari sekali dilakukan perawatan. Interval waktu perawatan subsistem kritis Film Transport untuk *schedule on condition task* adalah 43,19 hari sekali dilakukan perawatan, untuk *schedule restoration and discard* 149 hari sekali dilakukan perawatan.
4. Total biaya perawatan selama satu tahun untuk biaya perawatan *existing* adalah Rp43.278.115.044 sedangkan untuk biaya perawatan usulan adalah Rp25.472.476.889,40.
5. Pada penelitian ini peneliti dapat dipastikan bahwa pada stasiun kerja *contour welding* dapat dipasang alat bantu yaitu sistem alat *monitoring* jarak jauh yang dapat memonitor kondisi temperatur pada komponen elemen panas di stasion kerja *contour welding.* Dengan tujuan menjaga *supply* plastik (bag) ke komponen kritis Film Transport selalu dalam kondisi baik.

Daftar Pustaka

[1] F. T. D. Atmaji, "Optimasi Penjadwalan Perawatan Pencegahan Pada Mesin Tenun Unit Satu Di PT KSM, Yogyakarta," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. Volume 2., 2015.

[2] A. Basanta, F.A. Alhilman, J. Musnansyah, "Perancangan Aplikasi Analisis RCM(Reliability Centered Maintenance) Dan RCS(Reliability Centered Sparepart) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance Dan Persediaan Spare Part," *e-Proceeding Eng.*, vol. Vol.4, No., 2017.

[3] F. T. D. Saedudin, R.Rd. Alhilman, J.Atmaji, "Optimization Of Preventive Maintenance Program And Total Site Crew For Base Transceiver Station(BTS) Using Reliability Centered Maintenance (RCM) And Life Cycle Cost (LCC) Method," *Int. Semin. Ind. Eng. Manag.*, 2015.

[4] J. Moubray, *Reliability Centred Maintenance*. London: ButterworthHeinemann, 1991.

[5] N. Alhilman, J. Atmaji, F.T.D. Athari, "Software Application For Maintenance System, A Combination of Maintenance Methods In Printing Industry," *Fifth Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, 2017.

[6] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: Mc Graw Hill Book Co, 1997.

[7] Dhillon, B.S, Reiche, Hans, *Reliability and Maintainability Management*. Delhi: CBS Publisher & Distributor, 1985.

[8] AS/NZS4360, *The Australian And New Zealand Standard on Risk*, 3rd Editio. 2004.

[9] R. V Kolluru, *Risk Assesment and Management Hand Book for Environmental, Health, and Safety Professionals*. United State of America: McGraw-Hill, 1996.

[10] T. Havard, *Determination of a Cost Optimal, Predetermined Maintenance Schedule*. 2000.

[11] H. (2014). Keoh, S.L., Kumar, S., & Tschofenig, "Securing the Internet of Things: A Standardization Perspective.," *IEEE INTERNET THINGS J.*, vol. 1, 2014.

[12] Caratekno, "Pengertian Arduino Uno Mikrokontroler ATmega 328," 2015. [Online]. Available: http://www.caratekno.com/2015/07/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler.html.

[13] H. Andrianto, *Pemrograman Microcontroller AVR ATMega16 Menggunakan Bahasa C*. Bandung: Penerbit Informatika, 2013.

[14] T. Widyaman, "Pengertian Modul Wi-Fi ESP8266," 2016. [Online]. Available: https://www.warriornux.com/pengertian-modul-wifi-esp8266/.

[15] F. Djuandi, *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Penerbit Elexmedia, 2011.

[16] L. Tp-linkTechnologiesCo, "3G/3.75G Wireless N Router TL-MR3420," 2018. [Online]. Available: https://www.tp-link.com/id/products/details/cat-14_TL-MR3420.html.

[17] D. Android, "Mengenal Android Studio," 2018. [Online]. Available: https://developer.android.com/studio/intro/?hl=id.