

RANCANGAN KONSEP USULAN TIMER PERINGATAN UNTUK MEMINIMASI DEFECT JAHITAN RUSAK PADA PROSES SEWING DI PT XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

PROPOSED DESIGN OF WARNING TIMER FOR MINIMIZE THE DEFECT OF BROKEN STITCHES IN THE SEWING PROCESS PT XYZ USING *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT METHOD*

Widya Parasdiasari¹, Ir. Wiyono, M.T.², Heriyono Lulu, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹widyaparasdiasari@telkomuniversity.ac.id, ²wiyono@telkomuniveristy.co.id,

³heriyonolulu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT XYZ adalah perusahaan yang memproduksi celana dengan sistem produksi *make to order*. Dalam proses produksinya dilihat dari data historis perusahaan, PT XYZ menghasilkan jumlah *defect* yang melebihi batas toleransi yang sudah ditetapkan yaitu sebesar 0,3%. *Defect* jahitan rusak menjadi permasalahan yang sering dikeluhkan perusahaan karena *defect* dengan frekuensi paling tinggi dan pengerjaan ulang jahitan celana sering meninggalkan bekas, sehingga berpengaruh pada kualitas celana yang dihasilkan. Pada analisis diagram *fishbone* diketahui faktor-faktor penyebab terjadinya *defect*. Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan *supervisor* sebagai kepala operator *sewing* didapatkan permasalahan bahwa faktor utama yang dikeluhkan perusahaan penyebab *defect* jahitan rusak yaitu penggantian jarum jahit dilakukan tidak sesuai prosedur ketetapan (diganti jika sudah tumpul). Untuk melakukan *preventive* jarum jahit tumpul agar *defect* jahitan rusak bisa diminimasi, dilakukan perancangan konsep timer peringatan sebagai pengingat penggantian jarum jahit sesuai prosedur yaitu 56 jam dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* untuk mengetahui keinginan dan kebutuhan pelanggan. Penyusunan konsep rancangan timer peringatan menggunakan QFD diawali dengan identifikasi kebutuhan pelanggan yang kemudian diterjemahkan menjadi karakteristik teknis. Hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan karakteristik teknis dapat dilihat dengan menggunakan matriks HOQ. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian dengan menggunakan *mockup* sehingga dapat melihat bahwa usulan dapat mengingatkan operator dalam penggantian jarum jahit sebelum tumpul.

Kata kunci : *defect*, jahitan rusak, *Quality Function Deployment (QFD)*, timer peringatan, jarum jahit.

Abstract

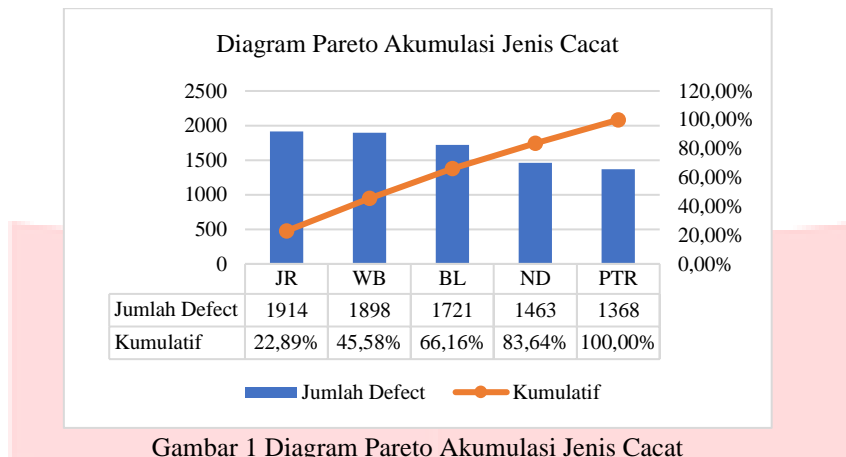
PT XYZ is a company that produces pants with a *make to order* production system. In the production process seen from the company's historical data, PT XYZ produced a number of defects that exceeded the predetermined tolerance of defect 0.3%. Defect of broken stitches is a problem that is often complained by companies because the defect with the highest frequency and reworking of pants often leaves marks, thus affecting the quality of the pants. In the *fishbone* diagram analysis, it is known that the factors causing the defect. Based on the results of interviews and discussions with the supervisor as the head of the sewing operator, the problem was that the main factor complained by the company that was the cause of the broken stitches was the replacement of sewing needles that were not carried out according to the procedure (replaced if it was blunt). To prevent blunt sewing needles so that defective stitches can be minimized, a warning timer concept is designed as a reminder to replace sewing needles according to the procedure, namely 56 hours using the *Quality Function Deployment* method to determine customer wants and needs. The drafting of the warning timer design concept using QFD begins with the identification of customer needs which is then translated into technical characteristics. The relationship between customer needs and technical characteristics can be seen using the HOQ matrix. In this study, testing will be carried out using a *mockup* so that it can be seen that the proposal can remind the operator of changing the sewing needle before it is blunt.

Keywords: *defect*. Broken stitches, *Quality Function Deployment (QFD)*, warning timer, sewing needles

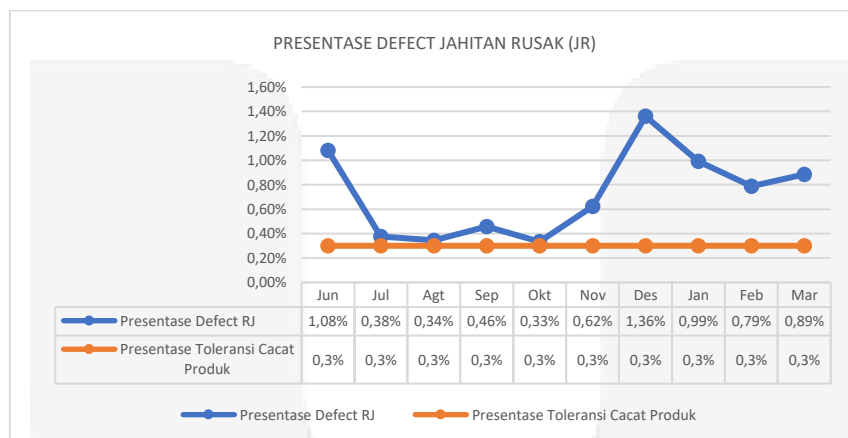
1. Pendahuluan

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan manufaktur di bidang industri garmen yang mementingkan kualitas dari produk yang dihasilkan. Maka dari itu PT XYZ memiliki kebijakan bahwa *defect* yang dihasilkan tidak lebih dari 0,3% untuk masing-masing proses. Namun, menurut Admin Produksi, PT XYZ memiliki permasalahan berupa jumlah produk *defect* yang melewati batas toleransi sehingga *defect* yang melewati batas toleransi tersebut membuat PT XYZ mengerjakan pekerjaan berulang pada tiap divisi untuk dapat memastikan bahwa kualitas yang diberikan dapat menjadi nilai jual kepada konsumen. Hal itu membuat aktivitas produksi PT XYZ tidak efektif dan efisien. *Defect* jahitan rusak menjadi permasalahan paling sering ditemukan pada PT XYZ karena frekuensi

defect jahitan rusak merupakan *defect* dengan frekuensi yang paling tinggi untuk periode bulan Juni 2019 sampai bulan Maret 2020 (dapat dilihat pada gambar 1) dan pengerjaan ulang jahitan pada proses *sewing* masih sering terdapat bekas pembongkaran jahitan celana saat dilakukan pengerjaan ulang sehingga berpengaruh pada kualitas celana yang dihasilkan.



Jahitan rusak merupakan salah satu jenis *defect* yang ada pada PT XYZ. Empat jenis *defect* lainnya yang ada pada PT XYZ yaitu Warna Belang (WB), Bolong (BL), Noda (ND), Potongan Tidak Rapi (PTR). Jahitan rusak dikeluhkan oleh PT XYZ karena *defect* tersebut sudah melewati batas toleransi *defect* yang sudah ditetapkan pada PT XYZ yang dapat dilihat pada gambar 2.



Dari grafik yang di atas pada Gambar I. 2 dapat dilihat bahwa presentase *defect* jahitan rusak lebih tinggi dari presentase toleransi *defect*. Oleh sebab itu, berdasarkan data historis perusahaan mengenai presentase *defect* jahitan rusak dan keluhan perusahaan mengenai *defect* jahitan rusak yang cukup tinggi, penelitian ini akan difokuskan pada jenis *defect* jahitan rusak.

Defect jahitan rusak adalah jenis cacat yang terjadi akibat kegagalan dari proses jahit yang menyebabkan hasil jahitan putus dan mengkerut sehingga menyebabkan jahitan tidak rapi.

Defect jahitan rusak dapat disebabkan oleh [1]:

1. Penggunaan jarum yang tidak disesuaikan dengan karakteristik bahan.
2. Tegangan benang yang terlalu kencang pada mesin jahit akan menyebabkan benang putus

Berdasarkan wawancara yang dilakukan oleh *supervisor*, yang dikeluhkan oleh perusahaan dalam menyebabkan *defect* jahitan rusak salah satunya adalah sering terjadinya jarum tumpul (rusak). Jarum merupakan komponen vital pada mesin jahit, penggunaan jarum tumpul pada saat menembus bahan akan menarik bahan sehingga membuat tusukan yang dihasilkan tidak beraturan. Sehingga saat terjadi permasalahan seperti ini adalah menghentikan penjahitan dan mengganti jarum jahit yang tajam sesuai dengan ukuran [2].

Pada *fishbone* diagram terdapat empat faktor penyebab terjadinya *defect* jahitan rusak pada PT XYZ yaitu *man*, *material*, *machine*, *method*. Selanjutnya dilakukan wawancara dan diskusi dengan *supervisor* sebagai kepala produksi proses *sewing* untuk mengetahui permasalahan utama dari penyebab *defect* jahitan rusak, bahwa keluhan utama perusahaan adalah penggantian jarum jahit dilakukan tidak sesuai prosedur ditetapkan (diganti jika sudah tumpul).

Pada PT XYZ ketentuan batas penggunaan jarum jahit sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu H+7 setelah penggunaan jarum jahit dengan 8 jam penggunaan jarum jahit per harinya atau sama saja batas penggunaan jarum

jahit ini adalah selama 56 jam. Penggantian jarum jahit ini harus dilakukan oleh setiap operator jahit dengan mengikuti perintah dan peringatan dari *supervisor* setiap *line* yang dilakukan secara manual. Penggantian jarum jahit terlalu riskan jika dilakukan dengan mengingatkan operator jahit secara manual oleh *supervisor* pada masing-masing *line*. *Human error* bisa sangat mungkin terjadi mengingat tugas dari *supervisor* yang cukup banyak ditambah sistem *rolling* (misal operator jahit A tidak selalu berada pada mesin jahit 1) pada operator jahit. Sedangkan penggantian jarum jahit harus dilakukan rutin sebagai *preventive* terjadinya *defect* jahitan rusak yang disebabkan oleh jarum jahit.

Dari permasalahan yang sudah dijelaskan, dibutuhkan alat pengingat seperti timer untuk mengingatkan otomatis penggantian jarum (tidak menunggu tumpul) dengan waktu yang telah diatur pada masing-masing operator jahit supaya tidak menghasilkan jahitan rusak.

Maka dalam penulisan akan dilakukan penelitian dengan pembahasan yang berjudul “RANCANGAN KONSEP USULAN TIMER PERINGATAN UNTUK MEMINIMASI DEFECT JAHITAN RUSAK PADA PROSES SEWING DI PT XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*”

2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Proses Produksi

Proses produksi adalah segala proses yang berhubungan dengan kontak fisik dengan perangkat keras atau perangkat lunak yang akan dikirimkan ke *customer*, sampai pada titik produk dikemas dan tidak termasuk pengiriman dan proses distribusi [3]

2.2 Kualitas

Kualitas adalah kemampuan dari suatu organisasi dalam program, produk, dan layanannya yang sesuai dengan kebutuhan, keinginan, dan kebutuhan pelanggan yang sudah dinyatakan sebelumnya [4]. Terdapat tiga aspek yang biasanya dikaitkan dengan definisi kualitas yaitu *Quality of Design*, *Quality of Conformance*, dan *Quality of Performance* [5].

2.3 Diagram Pareto

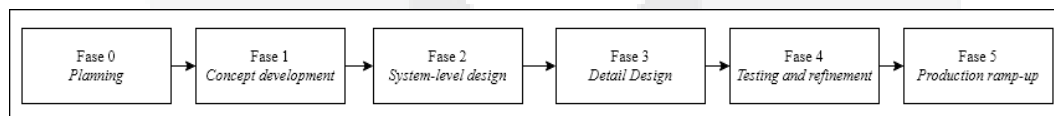
Diagram pareto adalah jenis bagan dimana batang disusun dalam urutan menurun dari kiri ke kanan, digunakan untuk mensortir kesalahan atau *defect* yang sering terjadi dari kategori [4]. Analisis pareto digunakan ketika terdapat banyak faktor atau penyebab yang memengaruhi suatu masalah.

2.4 Diagram Fishbone

Diagram *fishbone* atau yang juga dinamakan diagram sebab akibat merupakan presentasi visual tentang kemungkinan penyebab masalah tertentu dalam suatu kondisi. Efeknya terdapat di sisi kanan dan penyebabnya digambarkan dengan bentuk tulang ikan [4].

2.6 Proses Pengembangan Produk

Suatu perusahaan dapat membayangkan, merancang, dan mengkomersialkan suatu produk dengan melakukan urutan langkah atau tahapan proses pengembangan produk. Terdapat enam fase proses pengembangan produk yaitu sebagai berikut [6] :



Gambar 3 Fase Pengembangan Produk

2.7 Quality Function Deployment (QFD)

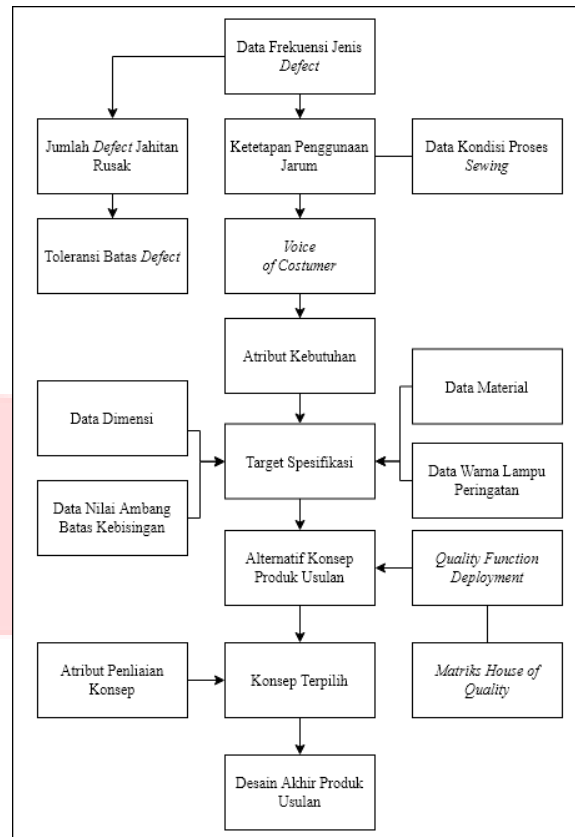
Menurut Akao (1990) QFD adalah metode mengembangkan suatu kualitas desain dengan melibatkan pelanggan untuk memahami kebutuhan pelanggan yang selanjutnya dihubungkan dengan karakteristik teknis untuk kualitas desain yang dapat memuaskan pelanggan [7].

2.8 House of Quality (HOQ)

Menurut Cohen (1995) *House of quality* merupakan proses pemahaman dengan merangkum dan membuat matrik perencanaan produk dari sebuah kebutuhan, keinginan, dan ekspektasi pelanggan [7].

2.8 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu kerangka model dari rancangan terstruktur yang menjelaskan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian serta tahapan dalam melakukan penelitian. Berikut merupakan gambaran model konseptual dalam pemecahan permasalahan yang terjadi pada PT XYZ:



Gambar 4 Model Konseptual

2.9 Sistematika Pemecahan Masalah

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data yang dibutuhkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil observasi maupun wawancara dengan pihak terkait pada PT XYZ. Sedangkan data sekunder didapatkan dari data historis PT XYZ.

2. Tahap Pengolahan Data dan Perancangan

Pada tahap pengolahan data dan perancangan, dilakukan perancangan usulan timer peringatan dengan langkah-langkah pengembangan produk yang ada pada buku Ulrich & Eppinger (2016) dan juga menggunakan metode QFD.

3. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap rancangan usulan timer peringatan seperti komponen-komponen yang ada dan fitur-fitur pada timer peringatan dengan menggunakan mockup. Terdapat analisis biaya yang dilakukan pada komponen-komponen timer peringatan sebagai estimasi biaya jika alat akan diimplementasikan. Pada tahap ini juga akan disebutkan kelebihan dan kekurangan dari usulan yang diberikan.

4. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir pada penelitian yang dilakukan. Tahap ini akan memberikan kesimpulan untuk kemudian menjawab rumusan masalah dan tujuan yang ditetapkan sebelumnya. Tahap ini juga akan memberikan saran bagi perusahaan sebagai objek penelitian dan juga saran bagi peneliti selanjutnya.

3. Pembahasan

3.1 Analisis Masalah

Metode observasi dilakukan agar masalah pada proses *sewing* dapat diidentifikasi. Pada proses *sewing* sudah ditetapkan oleh PT XYZ bahwa penggunaan jarum jahit hanya sampai dengan 56 jam atau sama dengan jam kerja selama 7 hari dan tidak boleh melebihi batas penggunaan dikarenakan akan dapat menyebabkan jarum jahit tumpul. Kondisi bermasalah yang didapatkan pada proses *sewing* adalah seringnya jarum tumpul dan menyebabkan jahitan rusak sehingga sering dilakukan *rework*. Sampai saat ini perusahaan hanya menggunakan cara manual dalam mengingatkan waktu penggantian jarum jahit yaitu memperingatkan operator jahit untuk mengganti jarum jahit dengan *supervisor* masing-masing *line*.

3.2 Penyusunan Konsep Rancangan Usulan Timer Peringatan

Pada tahap perancangan usulan dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah pengembangan produk dan metode *Quality Function Deployment* (QFD).

3.2.1 Planning

Pada tahap perencanaan terdapat mission statement yang merupakan rangkuman pernyataan berisikan *product description, benefit, key business goal, primary market, secondary market, assumption, dan stakeholder*. Dalam pengembangan produk mission statement digunakan sebagai arah.

Tabel 1 *Mission Statement*

Mission Statement	
Product Description	Timer untuk pengingat penggantian jarum jahit
Benefit Proposition	Timer akan memberikan pengingat kepada operator <i>sewing</i> untuk mengganti jarum jahit ketika sudah 7 hari pemakaian (56 jam)
Key Business Goal	Mencegah terjadinya <i>defect</i> jahitan rusak akibat jarum jahit yang tumpul
Primary Market	PT XYZ
Secondary Market	Proses <i>sewing</i> celana
Assumption	Dapat memberitahukan kepada operator <i>sewing</i> bahwa jarum jahit harus sudah diganti
Stakeholder	PT XYZ

3.2.2 Technical Responses

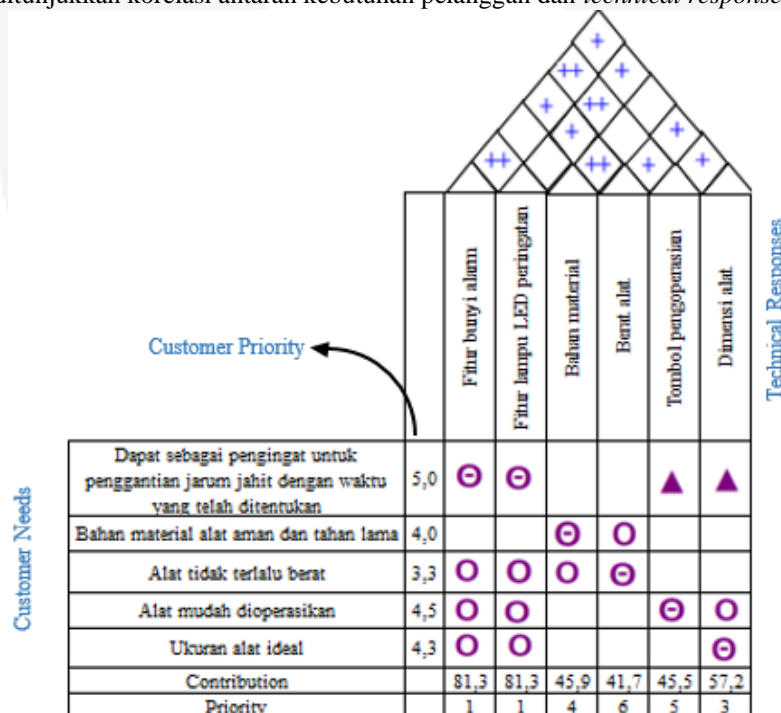
Technical responses berisikan karakteristik teknis kebutuhan pelanggan yang diterjemahkan. Pelanggan yang dimaksud disini adalah operator *sewing* PT XYZ. Pernyataan kebutuhan pelanggan didapatkan dari wawancara yang telah dilakukan.

Tabel 2 *Technical Responses*

No	Customer Needs	Technical Responses
1	Dapat sebagai pengingat untuk penggantian jarum jahit dengan waktu yang telah ditentukan	Fitur bunyi alarm Fitur lampu LED peringatan
2	Bahan material alat aman dan tahan lama	Bahan material
3	Alat tidak terlalu berat	Berat alat
4	Alat mudah dioperasikan	Tombol pengoperasian
5	Ukuran alat ideal	Dimensi alat

3.2.3 Matrisk House Of Quality (HOQ)

Dalam HOQ akan ditunjukkan korelasi antaran kebutuhan pelanggan dan *technical responses*.













Gambar 5 Matrisk HOQ

3.2.3 Alternatif Konsep

Alternatif konsep produk usulan diperoleh dari spesifikasi berdasarkan kebutuhan operator. Kombinasi konsep disusun berdasarkan klasifikasi kebutuhan produk. Alternatif konsep timer dengan tujuan untuk menghindari kombinasi konsep yang terlalu luas sehingga hanya dibatasi sampai tiga alternatif.

Tabel 3 Alternatif Konsep

Respon Teknis	Alternatif Konsep		
	A	B	C
Fitur bunyi alarm	 85 dB	 40 dB	 60 dB
Fitur lampu LED peringatan			
Dimensi alat	8 cm X 5 cm X 7 cm	12 cm X 5 cm X 8 cm	15 cm X 6 cm X 8 cm
Bahan material	Plastic	Kayu	Aluminium
Berat alat	60 gram	150 gram	100 gram
Tombol pengoperasian	 		

3.2.4 Pemilihan Konsep

Penentuan konsep terbaik dilakukan dengan perhitungan memberikan simbol “+” jika lebih baik, “0” jika sama dengan, dan “-” jika lebih buruk.

Tabel 4 Penilaian Konsep

Kriteria	Alternatif Konsep		
	A	B	C
Dapat sebagai pengingat untuk penggantian jarum jahit dengan waktu yang telah ditentukan	+	-	-
Bahan material alat aman dan tahan lama	+	-	+
Alat tidak terlalu berat	+	-	0
Alat mudah dioperasikan	+	-	-
Ukuran alat ideal	+	+	+
Sum +	5	1	2
Sum 0	0	0	1
Sum -	0	4	2
Net Score	5	-3	0
Rank	1	3	2
Continue?	Yes	No	No

3.3 Gambaran Usulan Timer Peringatan

Konsep A merupakan konsep yang terpilih, selanjutnya akan dirancang desain dari usulan timer peringatan berdasarkan komponen-komponen yang terpilih pada konsep A.



Gambar 6 Gambaran Usulan Timer Peringatan



Gambar 7 Gambaran Peletakan Timer Peringatan

3.4 Percobaan dengan *Mockup*



Gambar 8 Percobaan *Mockup*

Setelah dilakukan percobaan dengan peletakan mockup di depan mesin jahit, didapatkan kesimpulan dari operator dan kondisi eksisting bahwa :

1. Peletakan alat tidak mengganggu operator saat bekerja.
2. Dimensi alat sesuai, tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil sehingga mudah dilihat.
3. Berat alat sesuai.
4. Alat mudah digunakan. Pada poin ini dilakukan simulasi dengan sesuai case permasalahan yang ada tetapi hanya dilakukan satu hari saja. Pada saat penjelasan dengan memberitahukan fitur-fitur tombol yang hanya mirip dengan alat timer peringatan, operator dapat mudah memahami, dan juga terbantu dari poster cara penggunaan timer peringatan yang tersedia.

Pada saat implementasi *mockup*, dimulai pada tanggal 20 Januari 2021, penulis mendatangi PT XYZ untuk memberikan penjelasan mengenai usulan yang dibuat beserta fitur-fitur, penggunaan, peletakan, kegunaan usulan. Setelah itu penulis mendatangi salah satu operator jahit dengan masa pakai jarum jahit hanya tinggal satu hari lagi, informasi ini diberikan dari supervisor. Selanjutnya menjelaskan lagi secara singkat kepada operator jahit dan *supervisor* langsung pada proses *sewing*. Uji coba dilakukan satu hari saja pada tanggal 21 Januari 2021. Pada keesokan harinya, tanggal 22 Januari 2021 penulis mendatangi PT XYZ kembali dan meminta verifikasi alat usulan yang diberikan. Dari pernyataan operator jahit yang diberikan rancangan alat mirip usulan mengatakan bahwa *mockup* memperingati operator untuk mengganti jarum jahit sehingga penggantian jarum jahit dapat dilakukan sebelum jarum jahit tumpul yang nantinya akan menyebabkan defect jahitan rusak. Sehingga dapat dikatakan bahwa *mockup* yang merupakan rancangan alat mirip usulan dapat mengingatkan operator dalam penggantian jarum jahit tanpa harus diingatkan oleh *supervisor* sebagai *preventive* jarum tumpul yang menyebabkan defect jahitan rusak.

3.5 Analisis Biaya

Dalam pembuatan timer peringatan diperlukan perhitungan estimasi biaya. Penentuan estimasi biaya dihitung berdasarkan lampu LED indikator, *buzzer*, *case framing*, tombol pengoperasian, dan juga biaya lainnya.

Tabel 5 Estimasi Biaya

Komponen	Biaya
Lampu LED indikator	Rp 9.000
<i>Buzzer</i>	Rp 15.000
<i>Case Framming</i>	Rp 20.000
Tombol Pengoperasian	Rp 11.500
Biaya lain-lain	Rp 50.000
Total	Rp 105.500

3.6 Analisis Konsep Rancangan Timer Peringatan

Berikut merupakan analisis mengenai kelebihan dan kekurangan usulan yang diberikan :

Tabel 6 Kelebihan dan Kekurangan Usulan

Kelebihan Usulan	Kekurangan Usulan
1. Dapat memperingatkan operator secara otomatis dalam penggantian jarum jahit untuk menghindari jarum jahit tumpul yang menyebabkan <i>defect</i> jahitan rusak	1. Tidak dapat menyimpan data historis mengenai penggunaan jarum jahit
2. Dapat diatur sesuai dengan kebutuhan operator	2. Awal pengoperasian alat masih manual (atur timer)
3. Memberikan informasi kepada operator sisa waktu dalam penggunaan jarum jahit dari sebelumnya	3. Timer tidak dapat otomatis berhenti ketika pedal tidak digerakkan
4. Timer menghitung mundur secara otomatis ketika pedal mesin jahit digerakkan	

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan, yaitu:

1. Atribut kebutuhan dalam proses perancangan timer peringatan terpenuhi sesuai kebutuhan dan keinginan pelanggan (operator).
2. Rancangan konsep usulan timer peringatan yang terpilih adalah konsep A yang terdiri dari beberapa komponen yaitu *buzzer* 85 dB, lampu LED peringatan warna merah, tombol *on*, tombol *off*, tombol *reset*, tombol *pause*, tombol *expand*.
3. Percobaan dengan menggunakan *mockup* yang merupakan rancangan alat mirip usulan dapat mengingatkan operator dalam penggantian jarum jahit tanpa harus diingatkan oleh *supervisor* sebagai *preventive* jarum tumpul yang menyebabkan defet jahitan rusak.

Timer peringatan dirancang mampu menghitung mundur sesuai dengan waktu yang ditetapkan oleh perusahaan dalam penggunaan jarum jahit yaitu 56 jam, dengan tujuan untuk dapat mengingatkan operator dengan output yang dikeluarkan yaitu suara dan cahaya. Suara berbunyi dan cahaya akan menyala jika waktu penggunaan jarum jahit akan habis. Timer peringatan dirancang sebagai bentuk pengingat kepada operator agar penggantian jarum jahit tidak menunggu tumpul yang dapat menyebabkan jahitan rusak, sehingga dengan adanya usulan ini dapat menjadi pengingat operator untuk segera mengganti jarum jahit yang digunakan.

Referensi

- [1] I. Permatasari, "Penerapan Metode Fault Tree Analysis Dan Failure Mode and Effect Analysis Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Busana Muslim (Studi Kasus Di Brand X)," 2019.
- [2] I. W. Suardana, *Kriya Kulit. Jilid 3*, vol. 53, no. 9. Jakarta: Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- [3] D. H. J. Harrington, *Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity and Competitiveness*. California: California: McGraw-Hill, Inc, 1991.
- [4] R. Charron, H. J. Harrington, F. Voehl, and H. Wiggin, *The Lean Management Systems Handbook*. United States: Boca Raton: CRC Press, 2015.
- [5] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control Seventh Edition*. Boca Raton: John Wiley & Sons, Inc, 2013.
- [6] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Product Design and Development*. New York: New York: McGraw-Hill, 2016.
- [7] Suseno, T. Theodossy, and T. Huvat, "PERANCANGAN ALAT PANGGANGAN OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)," *J. Teknol.*, vol. 12, 2019.