



Perancangan *Timer* Otomatis Mesin Lasting pada Proses *Assembly* Sepatu Sekolah Tomkins di PT. XYZ Menggunakan Metode *Reverse Engineering* Berdasarkan Analisis Menggunakan Pendekatan DMAI

Nida Syifa Nadhifah¹ Marina Yustiana Lubis² Yunita Nugrahaini³

Program Studi Teknik Industri, Universitas Telkom^(1,2,3)

DOI: 10.31004/jutin.v6i4.21018

✉ Corresponding author:

nidasyifanadhifah@student.telkomuniversity.ac.id

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Kualitas
Defect
DMAI
Reverse Engineering

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di industri alas kaki. Untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas perusahaan menetapkan CTQ produk agar suatu produk dikatakan sebagai produk yang berkualitas. Namun dikarenakan berbagai faktor masih terdapat produk yang tidak memenuhi CTQ atau dikatakan sebagai produk *defect*. Untuk mengatasi permasalahan ini metode yang digunakan untuk analisis merupakan pendekatan DMAI (*Define, Measure, Analyze, and Improve*) yang digunakan untuk mengidentifikasi proses yang bermasalah dan terindikasi menyebabkan produk *defect*, mengetahui faktor penyebab hal itu dapat terjadi hingga menemukan alternatif solusi yang paling memungkinkan untuk selanjutnya dilakukan perancangan dan perancangan alat bantu usulan dilakukan menggunakan metode *reverse engineering* dimana metode RE berfokus untuk mengembangkan produk yang sudah ada dengan menyesuaikan kebutuhan pengguna. Rancangan usulan alat bantu merupakan *timer* otomatis yang terintegrasi secara langsung dengan mesin lasting serta terhubung dengan *timer* dalam mesin lasting menggunakan *Programmable Logic Controller* yang akan menginstruksikan bahwa waktu perekatan pada bagian depan, samping dan belakang sepatu masing-masing yaitu selama empat detik. Dengan adanya alat bantu usulan perancangan ini, diharapkan dapat mengurangi persentase *defect* agar tidak melebihi 1% dengan berkurangnya frekuensi *defect* lasting miring dan cacat *upper* (terkait *upper* sobek) dan dapat meningkatkan nilai sigma yang lebih baik dari kondisi eksisting.

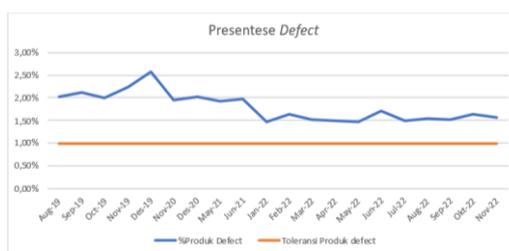
Abstract

PT XYZ is a company operating in the footwear industry. To be able to produce quality products, companies determine product CTQ so that a product is said to be a quality product. However, due to various factors, there are still products that do not meet the CTQ or are said to be defective products. To overcome this problem, the method used for analysis is the DMAI (Define, Measure, Analyze, and Improve) approach which is used to identify processes that are problematic and indicated to cause defective products, find out the factors that cause this to happen and find alternative solutions that are most likely to Next, the design and designing of the proposed tools is carried out using the reverse engineering method where the RE method focuses on developing existing products by adapting user needs. The proposed design of the auxiliary tool is an automatic timer that is integrated directly with the lasting machine and is connected to the timer in the lasting machine using a Programmable Logic Controller which will instruct that the gluing time on the front, side and back of the shoe is four seconds each. With the auxiliary tool This design proposal is expected to reduce the percentage of defects so that it does not exceed 1% by reducing the frequency of slanted lasting defects and upper defects (related to upper tears) and can increase the sigma value which is better than the existing condition.

Keywords:
 Quality
 Defect
 DMAI
 Reverse Engineering

1. INTRODUCTION

Suatu perusahaan produk maupun jasa perlu menetapkan kualitas produk yang sesuai dengan harapan konsumen, atau disebut juga dengan *Critical to Quality* yang merupakan atribut paling penting bagi pelanggan dan jika CTQ tidak terpenuhi maka produk dikategorikan sbagai produk *defect*. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di industri alas kaki meliputi produksi dan pemasaran sepatu jenis sports atau casual ke pasar lokal dan internasional dengan penekanan pada jenis sepatu sekolah. Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah *defect* perusahaan periode Agustus 2019 hingga November 2022 diperoleh informasi bahwa persentase *defect* setiap periode melebihi toleransi *defect* yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 1% seperti yang ditampilkan pada



Gambar 1.1. Persentase Defect

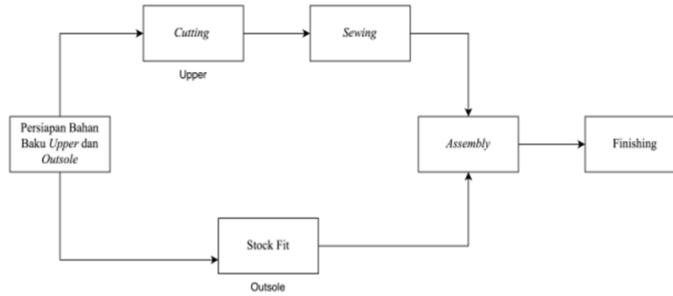
Terdapat beberapa jenis *defect* yang mempengaruhi CTQ yang telah ditetapkan oleh perusahaan sehingga dikategorikan sebagai produk *defect* seperti ditampilkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Jenis Defect

Jenis Defect	Keterangan	CTQ yang tidak terpenuhi
<i>Lasting Miring</i>	Sepatu tidak simetris di bagian depan atau belakang atau juga samping.	Sepatu simetris
<i>Outsole Bertekstur</i>	Outsole bertekstur atau outsole memiliki ukuran yang berbeda antar a sepatu kanan dan kiri	<i>Outsole</i> Sesuai dengan Standar
<i>Cacat Upper</i>	Terdapat benang jahit yang tidak rapih, terdapat bekas lem atau cetakan, dan bagian <i>upper</i> sobek (rusak)	Kerapihan Sepatu

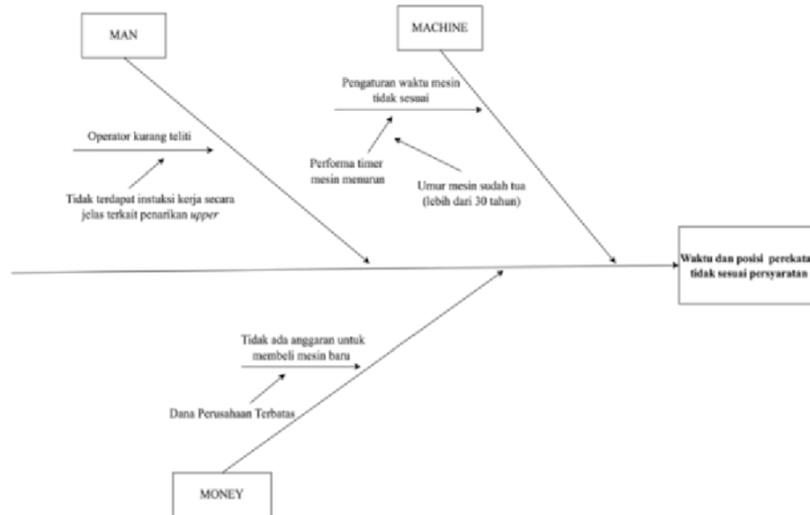
Untuk mengatasi *defect* yang terjadi, perusahaan melakukan *rework* terhadap produk yang dianggap dapat diperbaiki tanpa melakukan perbaikan pada proses yang terindikasi dapat menyebabkan terjadinya *defect*

tersebut. Maka perlu dilakukan evaluasi kembali terhadap alur proses produksi untuk menemukan akar permasalahan yang menyebabkan terjadinya produk cacat. PT XYZ memiliki enam alur proses untuk dapat memproduksi sepatu



Gambar 2. Alur Produksi

Setiap tahapan proses memiliki persyaratan proses (CTQ proses) yang perlu dipenuhi agar mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Setelah menganalisis penjabaran alur proses produksi, diketahui bahwa proses yang paling banyak menghasilkan *defect* yaitu pada proses assembly dengan *defect* lasting dan cacat *upper* (*upper* sobek). Untuk menjabarkan akar permasalahan yang terjadi, berikut merupakan fishbone waktu dan posisi perakitan tidak sesuai persyaratan.

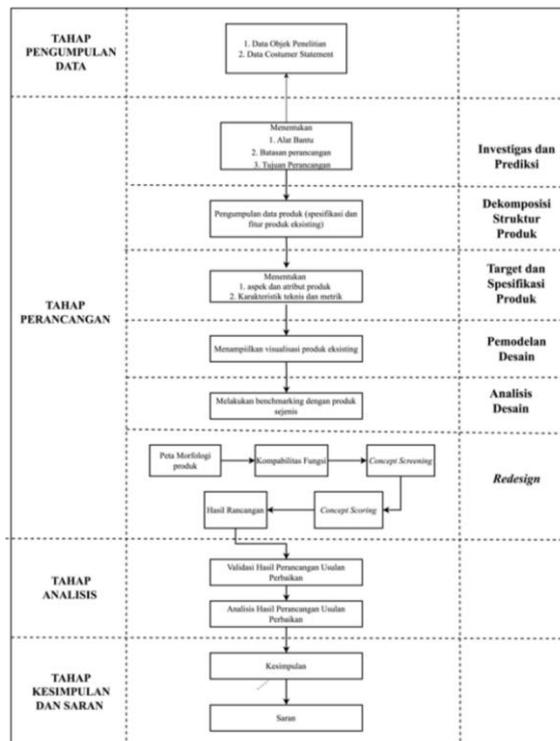


Gambar 3. Fishbone Diagram

Setelah melakukan analisis menggunakan *fishbone diagram* serta membuat alternatif solusi dari setiap permasalahan yang ada, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk mengetahui faktor potensial dengan melihat nilai RPN tertinggi. Berdasarkan hasil kuisioner FMEA nilai RPN tertinggi sebesar 168 dengan penyebab kegagalan pengaturan waktu mesin tidak sesuai. Oleh karena itu alternatif solusi yang terpilih merupakan perancangan alat bantu *timer* otomatis pada bagian luar mesin *lasting* selama empat detik yang dapat dikontrol oleh operator dan terhubung kepada *timer* dalam mesin *lasting* menggunakan instruksi pada *Programmable Logic Controller* (PLC).

2. METHODS

Sistematika perancangan pada Gambar 4 menjabarkan terkait tahapan-tahapan perancangan secara terstruktur dan sistematis yang dilakukan pada penelitian kali ini untuk mencapai tujuan penelitian yang diharapkan yang terdiri dari tahapan pengumpulan data, tahapan perancangan, tahapan analisis hingga tahap kesimpulan dan saran



Gambar 4. Sistematika Penyelesaian Masalah

3. RESULT AND DISCUSSION

A. Proses Perancangan

- **Investigasi dan Prediksi**

Pada tahap inversitagasi dan prediksi dilakukan pengumpulan informasi dan analisis mendalam terhadap produk atau sistem, diantaranya dengan melakukan pengamatan visual langsung terhadap produk fisik untuk memahasi struktur fisiknya, serta menganalisis komponen-komponen internal produk untuk melihat desain dan fungsi setiap elemen. Serta mendapatkan need stamen yang dihasilkan melalui wawancara dengan operator mesin lasting sebagai berikut :

1. Produk terintegrasi dengan mesin lasting dapat dioperasikan langsung oleh operator mesin lasting
2. Produk mudah digunakan
3. Produk memiliki ukuran yang proposional
4. Produk menggunakan material yang tahan lama dan aman
5. Produk memiliki perhitungan yang akurat dapat menginformasikan jika waktu tidak sesuai dengan ketentuan yaitu selama empat detik

- **Dekomposisi Produk**

Dekomposisi produk timer akan dijabarkan pada tabel 2

Tabel 2. Dekomposisi Produk

No.	Komponen	Keterangan
1	Casing/ Kerangka Timer 	Komponen luar yang berfungsi untuk melindungi dan menahasn semua bagian dalam timer dengan material timer yang digunakan pada umumnya menggunakan plastik untuk agar bobot timer ringan
2	Tombol-tombol pengendali <i>Timer</i> 	Tombol timer digunakan untuk pengoperasian selama timer digunakan, pada umumnya terdiri dari tombol <i>Set socend botton</i> untuk mengatur timer dalam satuan detik, tombol <i>Set Minutes botton</i> Untuk mengatur timer dalam satuan menit, tombol

No.	Komponen	Keterangan
		<i>Reset Botton</i> untuk mengatur ulang waktu timer, dan <i>Start/Stop botton</i> Untuk memulai dan mengakhiri penggunaan <i>timer</i>
3	Fitur ON/OFF 	<i>ON/OFF Switch</i> Untuk menyalakan dan mematikan timer
4	Layar <i>Timer</i> 	Layar atau tampilan timer merupakan bagian pada timer yang akan menampilkan angka-angka atau informasi waktu yang sedang berlangsung
5	Area Baterai 	Komponen yang disediakan untuk memberikan tenaga listrik kepada timer agar dapat beroperasi, daya baterai timer yang digunakan merupakan jenis 3A
6	Fitur tambahan 	Terdapat empat fitur yang disediakan untuk memudahkan penggunaan timer yaitu <i>Loud clear alarm</i> , fitur yang akan menghasilkan suara untuk menginformasikan bahwa timer telah selesai, <i>Hanging hook</i> digunakan untuk menggantungkan <i>timer</i> agar lebih fleksibel dibawa, <i>Rectable stand</i> untuk memudahkan timer agar dapat tegak lurus pada bidang datar dan terdapat <i>Magnet</i> untuk memudahkan penyimpanan timer agar dapat diposisikan dengan stabil dengan meletakkan pada area yang bersifat magnetic

• **Target Spesifikasi**

Target spesifikasi produk akan menjabarkan parameter atau karakteristik yang ditetapkan untuk sebuah produk dengan tujuan mencapai standar kualitas, performa dan kegunaan suatu produk tertentu. Target spesifikasi kali ini dibuat berdasarkan need statement yang telah diperoleh

Tabel 3. Target Spesifikasi

Aspek	Need Statement	Atribut Produk
Kesesuaian kinerja	Produk terintegrasi dengan mesin lasting dapat dioperasikan langsung oleh operator mesin lasting	Dapat merekat pada area mesin lasting Produk dapat terintegrasi dengan mesin lasting
	Produk memiliki perhitungan yang akurat dapat menginformasikan jika waktu tidak sesuai dengan ketentuan yaitu selama empat detik	Fungsi produk sesuai dengan perhitungan mesin lasting
Kemudahan	Produk mudah digunakan	Produk memiliki tombol kontrol tersendiri
		Produk memiliki bentuk tombol yang familiar dan mudah dioperasikan
		Produk dapat terdengar oleh operator
	Sumber daya produk tersedia dan mudah didapat dipasaran	
Kehandalan	Produk memiliki ukuran yang proposional	Panjang, lebar dan tinggi produk

Aspek	Need Statement	Atribut Produk
		Produk memiliki layar yang cukup untuk menampilkan waktu timer
Material	Produk menggunakan material yang tahan lama dan aman	Panjang, lebar dan tinggi produk

Setelah menentukan atribut produk berdasarkan need statemtn, selanjutnya atribut produk dijadikan acuan untuk menentukan karakteristik teknis untuk perancangan timer otomatis.

Tabel 4. Karakteristik Teknis

Atribut Produk	Karakteristik Teknis
Dapat merekat pada area mesin lasting	Fitur magnet
Produk dapat terintegrasi dengan mesin lasting	Jenis controller
Fungsi produk sesuai dengan perhitungan mesin lasting	Jenis sistem sensor
Produk memiliki tombol kontrol tersendiri	Jenis saklar ON/OFF
Produk memiliki bentuk tombol yang familiar dan mudah dioperasikan	Bentuk press button
Produk dapat terdengar oleh operator	Fitur bunyi timer
Sumber daya produk tersedia dan mudah didapat dipasaran	Sumber daya
Panjang, lebar dan tinggi produk	Ukuran produk
Produk memiliki layar yang cukup untuk menampilkan waktu timer	Layar timer
Jenis material timer	Jenis material timer

• **Pemodelan Desain**

Pada pemodelan sistem ditampilkan produk timer yang sudah tersedia dipasaran yang menjadi acuan dalam perancangan kali ini, gambar 5 akan menampilkan visualisasi timer yang sudah tersedia di pasaran.



Gambar 5. Timer Eksisting

• **Analisis Desain**

Analisis desain dilakukan untuk menganalisis dan mengevaluasi elemen-elemen dalam desain agar dapat memahami kualitas produk, keefektifan, dan kepraktisan produk untuk mengidentifikasi kelebihan dan dan kekurangan dalam desain produk.

• **Redesain Peta Morfologi Produk**

Tabel 5. Peta Morfologi Produk

Fungsi	Alternatif		
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3

Jenis magnet	 Magnet Neodymium		
Sistem controller	 Arduino R3 Atmega 328P	 Arduino Uno WiFi Rev2	 Arduino Uno SMD Rev3
Sistem sensor	 Rigid-Flex PCB		
Jenis saklar ON/OFF	 Slide switch		
Bentuk press button	 Arround Press	 Flat Press	
Fitur bunyi timer	 SFM 27 70 db		
Sumber daya	 Size AA		
Ukuran produk	17 X 2 X 15 cm		
Layar timer	 Layar dalam satuan jam, menit dan detik	 Layar dalam satuan jam dan menit	 Layar dalam satuan detik
Bahan material timer	Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)		

Berdasarkan tiga alternatif pada tabel 5 terdapat kombinasi konsep pada peta morfologi 1x3x1x1x2x1x1x1x3x1= 18 konsep kombinasi part penyusun produk.

b. Concept Screening

Selanjutnya melakukan pemberian nilai pada hasil eliminasi kombinasi, terdapat tiga jenis nilai yang dapat digunakan pada pengisian tabel, menggunakan simbol + (positif) jika atribut produk pada konsep lebih baik dari kondisi pada produk eksisting, angka 0 jika atribut produk pada konsep sama dengan kondisi pada produk eksisting dan simbol - (negatif) jika atribut produk pada konsep lebih buruk dari produk eksisting.

Tabel 6. Concept Scoring

Atribut Produk	Konsep			
	1	2	3	Reff
Dapat merekat pada area mesin lasting	0	0	0	0

Atribut Produk	Konsep			
	1	2	3	Reff
Produk dapat terintegrasi dengan mesin lasting	+	+	0	0
Fungsi produk sesuai dengan perhitungan mesin lasting	0	0	0	0
Produk memiliki tombol kontrol tersendiri	0	0	0	0
Produk memiliki bentuk tombol yang familiar dan mudah dioperasikan	0	0	0	0
Produk dapat terdengar oleh operator	0	0	0	0
Sumber daya produk tersedia dan mudah didapat dipasaran	+	+	+	0
Panjang, lebar dan tinggi produk	+	+	+	0
Produk memiliki layar yang cukup untuk menampilkan waktu timer	+	+	+	0
Jenis material timer	+	+	+	0
Jumlah (+)	5	5	4	
Jumlah (0)	5	5	6	
Jumlah (-)	0	0	0	
Nilai Akhir	5	5	3	
Peringkat	1	2	3	
Lanjutkan	YES	YES	NO	

Dari tiga konsep pada Tabel 6 konsep 1 dan konsep 2 terpilih berdasarkan hasil perhitungan untuk dapat dilanjutkan pada tahapan berikutnya karena memiliki nilai akhir yang paling tinggi.

c. Concept Scoring

Setelah mendapatkan eliminasi konsep yang dilakukan pada tahap sebelumnya, selanjutnya pada tahap concept scoring adalah memberikan peringkat pada setiap konsep yang dihasilkan dari perhitungan weight score tertinggi.

Tabel 7. Concept Screening

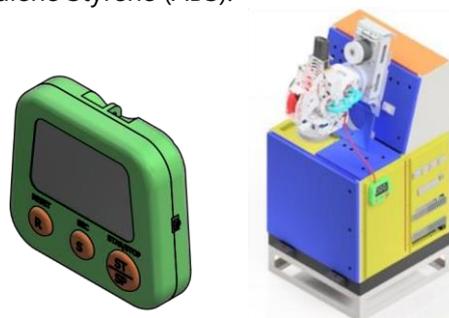
Kriteria Seleksi	Weight	Konsep			
		1		2	
		rating	weight score	rating	weight score
Dapat merekat pada area mesin lasting	9%	4	0,36	4	0,36

Kriteria Seleksi	Weight	Konsep			
		1		2	
		rating	weight score	rating	weight score
Produk dapat terintegrasi dengan mesin lasting	11%	5	0,55	4	0,44
Fungsi produk sesuai dengan perhitungan mesin lasting	11%	5	0,55	5	0,55
Produk memiliki tombol kontrol tersendiri	11%	4	0,44	4	0,44
Produk memiliki bentuk tombol yang familiar dan mudah dioperasikan	9%	4	0,36	4	0,36
Produk dapat terdengar oleh operator	9%	4	0,36	4	0,36
Sumber daya produk tersedia dan mudah didapat dipasaran	11%	5	0,55	5	0,55
Panjang, lebar dan tinggi produk	11%	5	0,55	5	0,55
Produk memiliki layar yang cukup untuk menampilkan waktu timer	11%	5	0,55	5	0,55
Jenis material timer	9%	5	0,45	5	0,45
Total Score	4,72	4,61			
Peringkat	1	2			
Lanjutkan ?	YES	NO			

Pada hasil concept scoring tabel 7, konsep 1 memiliki peringkat pertama dengan total nilai tertinggi yang selanjutnya akan dikembangkan untuk merancang timer otomatis pada mesin lasting

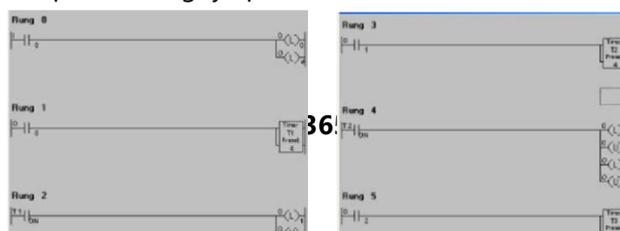
d. Hasil Rancangan

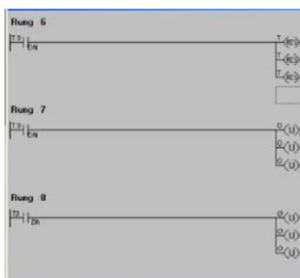
Berikut merupakan spesifikasi rancangan akhir alat bantu timer otomatis yang terintegrasikan dengan mesin lasting pada proses assembly. Dengan spesifikasi rancangan hasil yaitu tersedia magnet neodmium pada timer, dengan jenis sistem controller Arduino R3 atmega 328P, sistem sensor Rigid-Flex PCB, saklar slide untuk on/off timer, bentuk lingkaran pada tombol pengaturan timer, fitur bunyi SFM 27 70 db, sumber daya menggunakan baterai ukuran AA, ukuran produk sebesar 17x2x15cm, tampilan layar dalam satuan detik dan bahan material timer merupakan Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS).



Gambar 6. Timer Usulan

Dengan diimplementasikan alat bantu timer otomatis yang terintegrasi dengan mesin lasting, diharapkan dapat membantu keefektifan proses assembly dalam meminimasi terjadinya produk defect yang tidak melebihi dari toleransi yang diberikan yaitu sebesar 1% dan dapat meningkatkan kapabilitas proses dengan level sigma yang semula sebesar 4,251 sigma meningkat sebesar 0,477 menjadi 4,728 sigma yang bermakna bahwa hasil rancangan berpengaruh terhadap berkurangnya produk defect.





Gambar 7. Ladder Diagram

Pada Gambar 7 simbol I0 merupakan tuas mesin lasting, jika tuas mulai ditekan maka perekatan pada bagian depan sepatu (O0) akan dimulai selama empat detik, jika O0 telah selesai, maka selanjutnya mesin melakukan perekatan pada bagian samping sepatu (O1) selama empat detik dan akan melanjutkan perekatan pada bagian belakang sepatu (O2) selama empat detik dan perekat akan membuka secara otomatis. Proses ini akan terjadi secara berulang yang dimulai jika operator menekan tuas pada mesin lasting dan setiap mesin melakukan perekatan, pada timer luar mesin lasting juga akan menampilkan visualisasi perhitungan yang akurat

Tabel 8. Penjelasan Ladder Diagram

Simbol	Deskripsi
I0	Tuas mesin lasting
O0	Perekatan pada bagian depan sepatu
O1	Perekatan pada bagian samping sepatu
O2	Perekatan pada bagian belakang sepatu
O4	Visualisasi hitungan pada lay timer eksternal ketika proses perekatan pada bagian depan sepatu
O5	Visualisasi hitungan pada lay timer eksternal ketika proses perekatan pada bagian samping sepatu
O6	Visualisasi hitungan pada lay timer eksternal ketika proses perekatan pada bagian belakang sepatu

- Analisis Estimasi**

Biaya Estimasi biaya dilakukan untuk menghitung perkiraan total pengeluaran yang diperlukan dalam suatu perancangan, tabel 9 akan menampilkan estimasi biaya perancangan timer otomatis pada mesin lasting

Tabel 9. Penjelasan Ladder Diagram

Spesifikasi	Harga	Sumber
Jenis magnet Magnet Neodymium	Rp 6.500	Shopee
Sistem controller Arduino R3 Atmega 328P	Rp 110.000	Shopee
Sistem sensor Rigid-Flex PCB	Rp 96.000	Shopee
Jenis saklar ON/OFF Slide switch	Rp 2.000	Shopee
Bentuk press button Arround Press	Rp 7.200	Shopee
Fitur bunyi timer SFM 27 70 db	Rp 4.700	Shopee
Baterai Size AA	Rp 2.500	Shopee
Layar timer dalam satuan detik	Rp 40.500	Shopee
Material timer Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)	Rp 100.000	Shopee
Sistem controller Arduino R3 Atmega 328P	Rp 110.000	Shopee
Programmable Logic Diagram	Rp 500.000	Shopee

Spesifikasi	Harga	Sumber
Sensor Proximity Capacity	Rp 29.000	Shopee
Biaya Kodingan menggunakan laddsim	Rp 100.000	Shopee
Total	Rp 369.400	

• **Kelebihan dan Kekurangan**

Perancangan Berikut kelebihan dan kekurangan hasil rancangan desain timer otomatis mesin lasting pada proses assembly

Tabel 10. Kelebihan dan Kekurangan

Kelebihan Hasil Rancangan	Kekurangan Hasil Rancangan
1. Alat bantu terintegrasi dengan mesin lasting, dapat dioperasikan juga dikontrol secara langsung oleh mesin lasting dan dapat menginformasikan kepada operator jika waktu mesin sudah harus berhenti yaitu selama empat detik 2. Dengan tersedianya magnet pada area belakang timer sehingga memudahkan operator untuk melakukan pemeliharaan timer	

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pada penelitian yang telah dilakukan pada PT XYZ maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Hasil rancangan desain yang terpilih dengan menggunakan metode *reverse engineering* merupakan konsep 1 dengan komponen penyusun sesuai dengan *need statement* yaitu tersedia magnet *neodymium* pada *timer*, dengan jenis sistem controller Arduino R3 atmega 328P, sitem sensor *Rigid-Flex PCB*, saklar *slide* untuk on/off timer, bentuk lingkaran pada tombol pengaturan *timer*, fitur bunyi SFM 27 70 db, sumber daya menggunakan baterai ukuran AA, ukuran produk sebesar 17x4x15cm, tampilan layar dalam satuan deteik, bahan material *timer* merupakan Plastik *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)* dan dengan bantuan pemrograman pada ladder diagram untuk menginstruksi kerja mesin agar sesuai dengan waktu yang sesuai dengan persyaratan yaitu selama empat detik
2. Dengan diimplementasikan alat bantu timer otomatis yang terintegrasi dengan mesin lasting, diharapkan dapat membantu keefektikan proses assembly dalam meminimalisir terjadinya produk defect yang tidak melebihi dari toleransi yang diberikan yaitu sebesar 1% dan dapat meningkatkan kapabilitas proses dengan level sigma yang semula sebesar 4,251 sigma meningkat sebesar 0,477 menjadi 4,728 sigma yang bermakna bahwa hasil rancangan berpengaruh terhadap berkurangnya produk defect lasting miring dan cacat upper (terkait upper sobek)

3. REFERENCES

D. Hoyle, ISO 9000 quality systems handbook: increasing the quality of an organization's outputs, Taylor & Francic eBooks DRM Free Collection, 2018.
 D. A. W. T. K. and Y. U. , Pengendalian Kualitas, ACOPINDO MEDIA PUSTAKA, 2020.
 T. V. Stren, Leaner Six Sigma: Making Lean Six Sigma Easier and Adaptable to Current Workplaces, United Kongdom: Taylor & Francis Group, 2019.
 J. E. Ross, Total Quality Management: Text, Cases, and Readings, Third Edition. Britania Raya, Britania Raya: Taylor & Francis, 2017.
 M. Coccia, The Fishbone Diagram to Identify,

Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies., Journal of Social and Administrative Sciences, 2018.

K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, Product design and development Sixth Edition, Boston: McGraw-Hill higher education., 2016.

A. Telea, Reverse Engineering, Recent Advances and Applications, 2012.

J. Fraden, Handbook of Modern Sensors Physics, Designs, and Applications, San Diego: Springer International Publishing, 2010.

W. Bolton, Programmable Logic Controllers, United States of America, 2015.