

ANALISIS EFEKTIVITAS MESIN CO₂ WELDER DAN MESIN PANASONIC ROBOT WELDER DENGAN MENGGUNAKAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (KONSTRUKSI WELDING PT. CHITOSE INTERNASIONAL TBK)

Elsy Destian Maharani¹, Dewi Mulyasari Sumarta², Ai Nurhayati³

Fakultas Industri Kreatif, Departemen Teknik Industri ¹

Universitas Teknologi Bandung^{1,2,3}

Elsydm18@gmail.com¹, ai_sumarta@yahoo.com², ai.nurhayati@sttbandung.ac.id³

Abstrak

Perusahaan harus mampu merencanakan strategi bisnis untuk menghadapi persaingan bisnis yang semakin meningkat. Melalui perkembangan teknologi yang semakin pesat, industri manufaktur dengan skala besar terus mengalami transformasi. Di era yang terus didorong oleh digitalisasi dan konektivitas, penerapan teknologi informasi yang efektif menjadi salah satu kunci kuat peningkatan inovasi di industri manufaktur. Salah satu perusahaan yang telah menerapkan salah satu *IT Master Plan* yaitu strategi robotisasi adalah PT. Chitose Internasional Tbk. Proses penambahan robotisasi mesin dilakukan pada proses pengelasan produk di konstruksi *welding*. Robotisasi mesin ini dilakukan untuk menggantikan mesin CO₂ *welder* manual dengan mesin panasonic robot *welder*. Pada *project* penambahan mesin ini belum dilakukan perhitungan nilai efektivitas untuk kedua mesin yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai efektivitas kedua mesin tersebut dengan menggunakan perhitungan OEE sehingga hasil penelitian ini selanjutnya dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk proses penambahan mesin robotik pada proses pengelasan produk. *Overall Equipment Effectiveness* atau OEE yang merupakan suatu perhitungan untuk mengukur suatu efektivitas agar suatu peralatan dalam kondisi yang optimal. Berdasarkan perhitungan nilai efektivitas mesin dengan menggunakan OEE, diperoleh hasil untuk nilai efektivitas mesin CO₂ *welder* manual ialah 66,40%, dengan nilai *availability rate* 84,33%, *performance rate* 78,83%, dan *quality rate* 99,50%. Sedangkan pada mesin panasonic robot *welder* nilai efektivitas sebesar 72,85%, dengan *availability rate* 80%, *performance rate* 91,17% dan *quality rate* 99,83%. Lalu berdasarkan hasil perhitungan *six big losses* dan analisis dengan menggunakan diagram *fishbone* maka, diperoleh hasil beberapa faktor yang mempengaruhi pengoptimalan penggunaan mesin panasonic robot *welder* ialah *man*, *material*, *machine*, dan *environment*.

Kata Kunci : *Efektivitas, Mesin CO₂ Welder Manual, Mesin Panasonic Robot Welder, PT. Chitose Internasional Tbk, OEE.*

Abstract

Companies must be able to plan business strategies to face increasing business competition. Through increasingly rapid technological developments, the large-scale manufacturing industry continues to undergo transformation. In an era that continues to be driven by digitalization and connectivity, the effective application of information technology is one of the strong keys to increasing innovation in the manufacturing industry. One company that has implemented one of the IT Master Plans, namely the robotization strategy, is PT. Chitose International Tbk. The process of adding machine robotization is carried out in the product welding process in construction welding. This machine robotization was carried out to replace the manual CO₂ welding machine with a panasonic robot welder machine. In this machine addition project, the effectiveness value for the two machines used has not yet been calculated. Therefore, this research aims to analyze the effectiveness value of the two machines using OEE calculations so that the results of this research can then be used as consideration for companies in the process of adding robotic machines to the product welding process. Overall Equipment Effectiveness is a calculation to measure effectiveness so that equipment is in optimal condition. Based on the calculation of the effectiveness value using OEE, the results obtained for the effectiveness value of the manual CO₂ welder machine were 66.40%, with an availability rate 84.33%, a performance rate 78.83%, and a quality rate 99.50%. Meanwhile, on the Panasonic robot welder machine, the effectiveness value is 72.85%, with an availability rate 80%, performance rate 91.17% and quality rate 99.83%. Then, based on the results of the six big losses calculation and analysis using a fishbone diagram, the results obtained were several factors that influence the optimization of the use of the Panasonic robot welder machine, namely man, material, machine and environment.

Keywords : Effectiveness, Manual CO₂ Welder Machine, Panasonic Robot Welder Machine, PT. Chitose International Tbk, OEE.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin mendorong peningkatan persaingan antar perusahaan di pasar nasional maupun internasional, oleh karena itu perusahaan harus mampu merencanakan strategi-strategi bisnis untuk dapat menghadapi persaingan yang semakin meningkat tersebut. Berbagai jenis sektor perusahaan di Indonesia memiliki tingkat persaingan yang sangat tinggi, sehingga perusahaan harus mampu meningkatkan nilai daya saing agar dapat bertahan dalam usaha serta dapat terus meningkatkan keuntungan dengan semaksimal mungkin bagi perusahaan. Menurut Kemenperin [13] menjelaskan bahwa salah satu sektor yang dibutuhkan untuk dapat berkontribusi secara besar pada kemajuan serta kesejahteraan Indonesia ialah sektor industri manufaktur, oleh karena itu sektor industri manufaktur harus mampu memiliki nilai daya saing yang tinggi di era persaingan perusahaan yang semakin meningkat. Ditengah semakin ketatnya persaingan usaha tersebut, sektor industri manufaktur dapat meningkatkan nilai daya saing dengan melakukan penerapan inovasi melalui pemanfaatan teknologi serta efisiensi produksi [14].

Industri manufaktur merupakan industri yang fokus kegiatannya ialah mengubah bahan baku, komponen bagian atau komponen penunjang lainnya untuk menjadi barang jadi yang dapat memenuhi suatu standar spesifikasi [12]. Kegiatan

industri manufaktur pada umumnya berbasis industri skala besar, karena industri manufaktur dapat menyerap banyak tenaga kerja. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik [12] bahwa tercatat pada bulan Agustus 2021 sebanyak 18,20 juta jiwa atau sekitar 14,3% seluruh pekerja di Indonesia merupakan pekerja dari industri manufaktur. Selain dalam aspek tenaga kerja, industri manufaktur yang berbasis skala besar juga memerlukan penggunaan mesin dengan skala besar, dan proses produksi yang dilakukan juga proses produksi yang cukup kompleks. Sektor industri manufaktur pada umumnya menyusun teknologi informasi (IT) *Master plan* untuk dapat ikut menyesuaikan dengan perkembangan teknologi, salah satu *master plan* 2023 ialah robotika. Pada pemilihan teknologi robotika yang sesuai merupakan bagian dari IT *Master Plan* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, dan keselamatan lingkungan kerja [16]. Salah satu perusahaan dari sektor industri manufaktur yang menerapkan IT *Master Plan* tersebut ialah PT. Chitose Internasional Tbk, perusahaan yang bergerak pada bidang furniture [10]. PT. Chitose Internasional Tbk tercatat pada Direktori Industri Manufaktur Indonesia 2023 sebagai perusahaan berskala besar yang memproduksi perlengkapan kursi, meja, dan furnitur lainnya. PT. Chitose Internasional Tbk yang pabrik dan kantor pusatnya terletak di Jl. Industri III, No. 5, Lewigajah, Cimahi, Jawa Barat merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dan sudah beroperasi sejak tahun 1981 yang sebelum beralih nama dari PT. Chitose Indonesia Manufaktur.

PT. Chitose Internasional Tbk menerapkan penggunaan robotisasi dalam proses produksi sebagai bagian dari langkah strategis untuk dapat meningkatkan nilai daya saing perusahaan. Selain itu, saat ini perusahaan furnitur sedang menghadapi beberapa masalah dalam proses produksinya. Salah satu fokus masalahnya ialah bahwa pada proses produksinya, perusahaan furnitur memiliki ketergantungan pada tenaga kerja manusia yang masih menggunakan metode manual. Oleh karena itu, PT. Chitose Internasional Tbk menerapkan penggunaan robotisasi agar dapat mengurangi kebutuhan penggunaan tenaga kerja manusia yang banyak. Di PT. Chitose Internasional Tbk penggunaan robotisasi ini dilakukan pada tahap proses pengelasan. PT. Chitose Internasional Tbk melakukan perpindahan pada beberapa produk yang sebelumnya menggunakan proses pengelasan dengan mesin CO₂ *welder* manual ke mesin panasonic robot *welder*.

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diperoleh jumlah perpindahan produk sebanyak 29 jenis produk atau 60,42% dari total 48 jenis produk telah berpindah dari proses pengelasan mesin CO₂ *welder* manual ke mesin panasonic robot *welder*. Dalam penelitian ini, objek yang menjadi penelitian ialah penggunaan mesin panasonic robot *welder* pada proses pengelasan produk di kontruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk. Pada proses penggunaannya perusahaan belum memiliki suatu perhitungan mengenai perbedaan efektivitas penggunaan mesin panasonic robot *welder* dengan proses pengelasan dengan menggunakan mesin CO₂ *welder* manual. Setelah dilakukan wawancara secara langsung pada tanggal 15 Oktober 2023 didapatkan data awal mengenai perbandingan jumlah kapasitas yang dihasilkan oleh penggunaan mesin CO₂ *welder* manual dengan penggunaan mesin panasonic robot *welder* pada waktu 8 jam kerja atau 480 menit.

TABEL I
 PERUBAHAN KAPASITAS DAN WAKTU

No	Jenis Produk	Kapasitas Mesin Manual/Operator (pcs)	Kapasitas Mesin Panarobo/Operator (pcs)	Kenaikan Kapasitas (pcs)	Waktu Produksi Mesin Manual (detik)	Waktu Produksi Mesin Panarobo (detik)	Selisih Waktu Produksi (detik)
1.	R. MC 211	125	170	45	230	169	61
2.	R. MC 111	125	170	45	230	169	61
3.	R. LOTUS	135	150	15	213	192	21
4.	R. M. AYUMI	180	180	0	160	160	0
5.	R. K. AYUMI	80	150	70	360	192	168
6.	R. DX	100	200	100	288	144	144
7.	R. C. 395	125	150	25	230	192	38
8.	LEG KURSI TUNGGU	50	100	50	576	288	288
9.	R. KASAI	135	150	15	213	192	21
10.	R. C. 350	125	150	25	230	192	38
11.	R. K. ECON	200	250	50	144	115	29
12.	R. CAVIS	160	200	40	180	144	36
13.	R. CAESAR	130	200	70	222	144	78
14.	R. TARO	110	150	40	262	192	70
15.	R. JIRO	110	150	40	262	192	70

Berdasarkan tabel 1 data perubahan kapasitas dan waktu dari proses pengelasan dengan mesin CO₂ *welder* manual dan mesin panasonic robot *welder* dapat diartikan bahwa penggunaan mesin panasonic robot *welder* meningkatkan jumlah kapasitas produksi dengan waktu produksi yang lebih cepat dari mesin CO₂ *welder* manual. Namun berdasarkan data informasi yang diperoleh tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini ialah analisis perhitungan efektivitas dari mesin CO₂ *welder* manual serta mesin panasonic robot *welder* yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pengelasan produk. Hal tersebut masih belum terspesifikasi untuk dapat dihitung tingkat efektivitasnya, sehingga perlu adanya suatu analisis lebih lanjut untuk dapat mengidentifikasi hasil nyata perhitungan mengenai efektivitas dari penggunaan mesin panasonic robot *welder* serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang dapat memengaruhi pengoptimalan penggunaan mesin tersebut. Salah satu perhitungan untuk dapat menghitung tingkat efektivitas mesin ialah *Overall Equipment Effectiveness* yang merupakan suatu perhitungan untuk mengukur suatu efektivitas dengan didasarkan pada tiga rasio utama yaitu *availability*, *performance efficienct*, dan *rate of quality* (Nakajima, 1989) dalam Muspiroh, 2020 [5].

II. LANDASAN TEORI

1. Perusahaan Manufaktur

Perusahaan manufaktur merupakan perusahaan yang kegiatannya berfokus pada proses produksi barang, perusahaan mengolah bahan baku mentah menjadi suatu produk yang siap untuk dipasarkan dengan melalui berbagai proses produksi. Kumpulan dari perusahaan-perusahaan yang memproduksi barang mentah menjadi barang jadi dengan melakukan serangkaian proses produksi disebut sebagai industri manufaktur. Tujuan dari proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan manufaktur ialah untuk dapat menghasilkan barang jadi yang bernilai jual [2]. Perusahaan manufaktur memiliki berbagai jenis dari skala kecil, menengah, hingga skala multinasional yang memiliki fasilitas untuk proses produksi yang luas. Perusahaan manufaktur pada umumnya beroperasi dalam lingkungan yang terus menyesuaikan dengan perubahan teknologi, kebutuhan pasar, serta tantangan ekonomi disetiap perkembangan industri. Berdasarkan data dari Direktori Perusahaan Industri Manufaktur tahun 2022 milik Badan Pusat Statistik menjelaskan bahwa pada tahun 2022 terdapat 29 ribu usaha atau perusahaan dengan skala menengah dan besar [11].

Berdasarkan data yang tercatat pada Direktori Industri Manufaktur Indonesia [11], salah satu perusahaan manufaktur dengan skala besar ialah PT. Chitose Internasional Tbk yang memproduksi perlengkapan kursi, meja, dan furnitur lainnya. PT. Chitose Internasional Tbk mulai beroperasi sejak tahun 1981 yang sebelum beralih nama dari PT. Chitose Indonesia Manufakturing. Perusahaan ini memiliki kantor pusat dan pabrik yang terletak di Jl. Industri III No.5, Lewigajah, Cimahi, Jawa Barat. Tipe produksi dari PT. Chitose Internasional Tbk terdiri dari *steel chair furniture*, *nursing bed*, dan *office furniture* dengan proses produksinya menggunakan berbagai mesin dan tenaga manual dalam serangkaian proses produksinya. Tata letak pabrik yang digunakan di PT. Chitose Internasional Tbk ialah tata letak proses, terdapat berbagai penggolongan konstruksi yang sesuai dengan alur proses diantaranya ialah konstruksi *welding*, konstruksi *bending*, *powder coating line*, *assy line* dan lainnya. Tempat proses yang difokuskan pada penelitian ini ialah konstruksi *welding*, dimana didalamnya terdapat mesin pengelasan manual dan mesin pengelasan robot yang penggunaannya sebagai bentuk penyesuaian teknologi *modern* untuk mempermudah pekerjaan yang sebelumnya memiliki ketergantungan pada tenaga manusia secara manual

2. Konstruksi *Welding*

Di PT. Chitose Internasional Tbk, terdapat beberapa konstruksi, seperti konstruksi *bending*, konstruksi *welding*, *finishing powder coating line*, *finishing chrome*, *assy line*. Konstruksi yang menjadi fokus utama pada penelitian ini ialah konstruksi *welding*, dimana konstruksi *welding* ini merupakan konstruksi yang didalamnya melakukan tahap proses pengelasan produk.

Proses pengelasan ialah salah satu jenis penyambungan diantara penyambungan yang lain seperti penyambungan antar komponen [7]. Menurut Deutsche Industrie Normen dalam Rudi Siswanto [7] menjelaskan definisi las merupakan ikatan metalurgi pada suatu sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Berdasarkan hal tersebut, las dapat diartikan sebagai suatu proses penggabungan antara bahan dengan jenis yang sama menjadi satu sehingga terbentuk sambungan melalui ikatan kimia yang dihasilkan dari pemakaian panas serta tekanan. Pengklasifikasian pengelasan berdasarkan dengan cara kerjanya dibagi menjadi tiga kelas yaitu : Pengelasan Cair, Pengelasan Tekan, dan Pematrian.

a. Mesin CO₂ *Welder* Manual

Mesin CO₂ *welder* manual merupakan salah satu jenis mesin las yang proses penggunaannya menggunakan gas yang menyala yang keluar dari busur las dengan fungsi untuk mencairkan logam atau besi. Cara kerja dari mesin CO₂ *welder* manual ini ialah dengan membersihkan terlebih dahulu permukaan objek yang akan dilakukan pengelasan, dengan permukaan objek las yang bersih maka akan memaksimalkan hasil pengelasan. Setelah objek siap, maka atur tekanan gas CO₂ yang hendak dikeluarkan dari busur las. Pada umumnya mesin CO₂ *welder* ini dilengkapi dengan alat pengukur tekanan CO₂ yang dikeluarkan [15].

b. Mesin Panasonic Robot *Welder*

Mesin panasonic robot *welder* merupakan salah satu mesin las robot yang digunakan pada proses pengelasan produk. Mesin panasonic robot *welder* merupakan salah satu bentuk dari perkembangan teknologi yaitu robotisasi. Dengan penerapan robotisasi pada proses pengelasan di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk sebagai bentuk bahwa perusahaan sudah mulai melakukan penggunaan teknologi terbaru dalam proses produksinya dan mengharapkan *ouput* dari penggunaan teknologi tersebut dapat memberikan keuntungan yang baik pada perusahaan dan dapat berjalan dengan efektif pada penggunaannya. Pengendalian mesin robotisasi mesin ialah dengan menggunakan remot kontrol yang dapat mengatur program yang telah disimpan didalam unit memori kontroler pada mesin [3].

3. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) menurut (Nakajima, 1998) dalam Moch. Iqbal, 2023 [4] didefinisikan sebagai suatu metode pengukuran mengenai tingkat suatu efektivitas pemakaian suatu peralatan ataupun sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses perhitungan yang dilakukan tersebut. OEE memiliki tujuan untuk dapat menghitung nilai efektivitas serta performansi dari suatu mesin ataupun dari suatu proses produksi yang nantinya didapatkan hasil mengenai keberhasilan atau tidaknya produktivitas suatu mesin berhasil mencapai

standar yang diterapkan. *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) menetapkan standar benchmark mengenai nilai dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang telah diterapkan atau digunakan secara luas ialah sebagai berikut :

- a. Nilai OEE 40% termasuk kedalam kategori rendah, namun dalam beberapa kasus yang termasuk pada kategori rendah dengan nilai OEE 40% dapat melakukan *improvement* dengan melakukan pengukuran secara langsung dengan mengidentifikasi faktor terjadinya *downtime* dan menangani faktor tersebut.
- b. Nilai OEE 60% termasuk kedalam kategori sedang dengan tetap adanya perbaikan pada sistem yang dilakukan agar nilai OEE dapat meningkat dan perusahaan dapat bergerak menjadi lebih maju kelas dunia. Kategori dengan nilai OEE sebesar 60% ini beresiko menimbulkan kerugian pada ekonomi serta daya saing yang rendah.
- c. Nilai OEE 85% termasuk kedalam kategori kelas dunia, nilai dengan kategori ini termasuk kedalam efek kelas dunia serta memiliki daya saing yang baik.
- d. Nilai OEE 100% termasuk kedalam kategori sempurna, perusahaan dengan nilai kategori ini hanya memproduksi suatu produk yang tanpa adanya produk yang *defect* serta bekerja dengan performansi yang cepat dan tidak adanya *downtime* dalam penggunaan peralatan atau mesin yang digunakan atau dalam proses produksinya.

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) menetapkan standar nilai ideal untuk setiap faktor atau variabel perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* yaitu untuk *availability* dengan standar nilai ideal 90%, *performance* 95%, *quality* 99%, dan yang terakhir ialah nilai standar ideal untuk *Overall Equipment Effectiveness* ialah sebesar 85%.

4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan dari *Overall Equipment Effectiveness* didasarkan pada tiga rasio utama ialah *availability rate*, *performance rate*, dan yang ketiga yaitu *quality rate* [1].

a. *Availability Rate* (Ketersediaan Peralatan/Mesin)

Availability rate merupakan rasio yang menggambarkan penggunaan atau pemanfaatan dari waktu yang tersedia untuk dapat dilakukan kegiatan operasi penggunaan peralatan atau mesin.

$$Availability Rate = \frac{Loading Time - Downtime}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dengan keterangan :

Loading Time (Waktu tunggu) = *Availability Time* – *Planned Downtime*

Downtime (Operasi Terhenti) = Waktu Lama Kendala + *Set up* Mesin

b. *Performance Rate* (Efisiensi Produksi)

Performance rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan ataupun mesin dalam menghasilkan produk.

$$Performance Rate = \frac{Processed Amount \times Ideal Cycle Time}{Operation Time} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dengan keterangan :

Processed Ammount (Jumlah Produk yang diproses)

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

Operation Time (Waktu Operasi Mesin) = *Loading Time* – *Unplanned Downtime*

c. *Quality Rate* (Kualitas Output Peralatan/Mesin)

Quality rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar yang ditetapkan.

$$Quality Rate = \frac{Processed Amount - Defect Amoune}{Processed Amoune} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dengan keterangan :

Processed Amount (Jumlah Produk yang Diproses)

Defect Amount (Jumlah Produk yang Cacat)

d. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut Hansen (2001) dalam Riri Jubaedah (2020) menjelaskan bahwa nilai dari OEE dapat diperoleh dengan perhitungan mengalikan hasil ketiga rasio utama. Berikut merupakan rumus perhitungan nilai OEE :

$$OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance Rate (\%) \times Quality Rate (\%) \dots\dots\dots(4)$$

5. *Six Big Robotisasi*

Proses produksi tentu adanya *losses* yang terjadi dan mempengaruhi produktivitas dari proses produksinya. Terdapat enam kerugian besar yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan dari kinerja suatu peralatan atau mesin yang biasa disebut sebagai *six big losses*. *Six big losses* dihitung untuk dapat mengetahui nilai OEE dari suatu peralatan atau mesin agar dapat dilakukan perbaikan. Menurut Nakajima (1988) dalam beberapa penelitian [6,8,9] mengelompokkan *losses* yang terjadi pada proses produksi tersebut dibagi menjadi enam kerugian besar (*six big losses*) ialah sebagai berikut :

a. *Breakdown losses*

Kerugian dari *breakdown losses* ini terjadi karena peralatan atau mesin mengalami kerusakan dan mesin tidak dapat digunakan sehingga perlu adanya perbaikan atau pergantian komponen atau bagian di dalamnya.

$$Downtime Losses = \frac{Total Downtime}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Dengan keterangan :

Downtime (Waktu Terhenti) = Waktu Lama Kendala Mesin + *Set up* Mesin

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

b. *Set-up and adjustment losses*

Kerugian ini terjadi karena adanya perubahan kondisi dari operasi mesin seperti persiapan dimulainya proses produksi atau proses perpindahan *shift* kerja.

$$Setup and Adjustment losses = \frac{Setup Time}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

Dengan keterangan :

Set-up Time (Waktu *set-up* mesin)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

c. *Idling and Minor Stoppages Losses*

Kerugian ini disebabkan oleh terhentinya peralatan atau mesin dikarenakan adanya suatu permasalahan sementara yang terjadi, seperti mesin yang terhenti karena macet atau mesin yang tidak dipakai.

$$Idling and Minor Stoppages = \frac{Non Productive Time}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Dengan keterangan :

Non-productive Time (Waktu Menganggur)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

d. *Reduced Speed Losses*

Reduced Speed Losses merupakan kerugian dengan membandingkan kapasitas dari kapasitas ideal dengan beban kerja actual yang terjadi. Kerugian ini merupakan pengurangan kecepatan dari suatu produksi dari kecepatan desain peralatan atau mesin yang digunakan.

$$Reduced Speed Losses = \frac{Operation Time - (Ideal cycle time \times Total Product Process)}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

Dengan keterangan :

Operation Time (Waktu Operasi) = *Loading Time* – *Unplanned Downtime*

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

Total Product Process (Jumlah produk yang dihasilkan)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

e. *Rework and Quality Defect*

Kerugian ini terjadi karena adanya hasil produksi yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang seharusnya. Hasil produk yang tidak sesuai tersebut dapat di lakukan pengerjaan ulang atau dijadikan sebagai *scrap*.

$$Quality Defect = \frac{Ideal cycle time \times rework}{Loading Time} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Dengan keterangan :

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

f. *Yield Losses*

Yield losses terjadi dikarenakan adanya bahan baku yang terbuang karena adanya kegagalan proses produksi.

$$Yield\ Losess = \frac{Ideal\ cycle\ time\ x\ jumlah\ produk\ cacat\ saat\ setting}{Loading\ Time} \times 100\% \dots\dots\dots(10)$$

Dengan keterangan :

Ideal Cycle Time (Waktu Siklus Ideal)

Jumlah produk cacat saat setting/bahan baku yang terbuang

Loading Time (Waktu Tunggu) = *Available Time* – *Planned Downtime*

6. Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* atau diagram sebab akibat merupakan gambar pengubahan dari garis dan simbol yang didesain dengan tujuan untuk mewakili adanya hubungan yang bermakna antara adanya akibat serta sebabnya. Diagram *fishbone* atau diagram sebab akibat merupakan pendekatan yang terstruktur yang dapat memungkinkan analisis yang dapat terinci untuk menemukan adanya penyebab suatu masalah dengan ketidaksesuaian serta kesenjangan yang ada. Dalam penelitian ini diagram *fishbone* digunakan untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi pengoptimalan mesin panasonic robot *welder* dalam proses pengelasan di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk. Dalam proses pencarian faktor-faktor penyebab, terdapat lima faktor utama yaitu *man, method, machine, material*, dan lingkungan kerja. Menurut Tague (2005) dalam penyelesaian diagram *fishbone* ini dapat menggunakan analisa 5W+1H yaitu dengan melihat masalah dalam berbagai segi :

- a. *Why* : Kenapa kerusakan dapat terjadi pada proses produksi ataupun pada peralatan/mesin yang digunakan?
- b. *What* : Apa yang menjadi penyebab terjadinya kerusakan?
- c. *Where* : Dimana lokasi terjadinya kerusakan?
- d. *When* : Kapan kerusakan terjadi dan kapan waktu untuk diselesaikan?
- e. *Who* : Siapa pelaksana yang dapat melakukan rencana perbaikan yang sesuai dengan yang telah disusun?
- f. *How* : Bagaimana tindakan rencana perbaikan serta langkah-langkah yang harus dilakukan untuk melakukan tindakan sebagai penyelesaian.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

1. Pengolahan Data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin CO₂ *Welder* Manual

a. *Availability Rate* (Ketersediaan Peralatan/Mesin)

TABEL II
 AVAILABILITY RATE MESIN CO₂ WELDER MANUAL

No	Bulan	<i>Operation Time</i> (Menit)	<i>Loading Time</i> (Menit)	<i>Availability Rate</i> (%)
1	Mei	8.357	10.220	82
2	Juni	6.837	8.460	81
3	Juli	13.699	15.430	89
4	Agustus	8.867	10.510	84
5	September	9.667	11.390	85
6	Oktober	10.495	12.340	85

Berdasarkan tabel II diatas terdapat data mengenai nilai *operation time* dan *loading time* untuk dapat menghitung nilai *availability rate*. Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh nilai *availability rate* pada bulan Mei 2023 – Oktober 2023 untuk mesin CO₂ *welder* manual.

b. *Performance Rate* (Efisiensi Produksi)

TABEL III
 PERFORMANCE RATE MESIN CO₂ WELDER MANUAL

No	Bulan	<i>Output</i> (Pcs)	<i>Ideal Cycle Time</i> (Menit/Pcs)	<i>Operation Time</i> (Menit)	<i>Performance Rate</i> (%)
1	Mei	1.770	3	8.357	64
2	Juni	1.665	3	6.837	73
3	Juli	4.305	3	13.699	94
4	Agustus	2.326	3	8.867	79
5	September	2.857	3	9.667	89
6	Oktober	2.582	3	10.495	74

Pada tabel III terdapat nilai *output* atau jumlah hasil produk yang telah dilakukannya proses pengelasan dengan menggunakan mesin CO₂ *welder* manual. Selanjutnya data yang diperlukan ialah data mengenai *ideal cycle time*, dan *operation time*. Berdasarkan data tersebut maka dapat diperoleh nilai untuk *performance rate* mesin CO₂ *welder* manual pada bulan Mei 2023 – Oktober 2023.

c. *Quality Rate* (Kualitas Output Peralatan/Mesin)

TABEL IV
 QUALITY RATE MESIN CO₂ WELDER MANUAL

No	Bulan	Output (Pcs)	Defect (Pcs)	Quality Rate (%)
1	Mei	1.770	30	98
2	Juni	1.665	6	100
3	Juli	4.305	9	100
4	Agustus	2.326	9	100
5	September	2.857	28	99
6	Oktober	2.582	8	100

Pada tabel IV terdapat hasil pengolahan mengenai nilai *quality rate* dalam perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE). Berdasarkan tabel IV tersebut data yang diperlukan untuk menghitung nilai *quality rate* ialah data mengenai jumlah *output* yang dihasilkan oleh mesin CO₂ *welder* manual dan jumlah produk yang cacat dari proses.

d. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

TABEL V
 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS MESIN CO₂ WELDER MANUAL

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	Nilai OEE (%)
1	Mei	82	64	98	51.43
2	Juni	81	73	100	59.13
3	Juli	89	94	100	83.66

TABEL V
 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS MESIN CO₂ WELDER MANUAL (LANJUTAN)

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	Nilai OEE (%)
4	Agustus	84	79	100	66.36
5	September	85	89	99	74.89
6	Oktober	85	74	100	62.90
Rata-rata		84.33%	78.83%	99.50%	66.40%

Berdasarkan nilai dari ketiga rasio utama yang telah diperoleh maka dapat dihitung nilai rata-rata untuk *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin CO₂ *welder* manual untuk mengetahui nilai efektivitas mesin. Diperoleh nilai rata-rata OEE sebesar 66,40%, hal tersebut menunjukkan nilai yang masih berada dibawah nilai standar JIMP. Jika membandingkan dengan nilai standar OEE yang ditetapkan oleh JIMP ialah sebesar 85%.

2. Pengolahan Data OEE Mesin Panasonic Robot *Welder*
 a. *Availability Rate* (Ketersediaan Peralatan/Mesin)

TABEL VI
 AVAILABILITY RATE MESIN PANASONIC ROBOT WELDER

No	Bulan	Operation Time (Menit)	Loading Time (Menit)	Availability Rate (%)
1	Mei	7.895	10.220	77
2	Juni	6.620	8.460	78
3	Juli	12.060	14.140	85
4	Agustus	8.505	10.510	81
5	September	8.775	11.390	77
6	Oktober	10.175	12.340	82

Berdasarkan tabel VI diatas dapat dilihat bahwa untuk memperoleh nilai *availability rate* mesin panasonic robot *welder* maka diperlukan data mengenai nilai *operation time* dan *loading time* dari mesin panasonic robot *welder*. Terdapat perhitungan *availability rate* pada penggunaan mesin panasonic robot *welder* bulan Mei 2023 – Oktober 2023.

b. *Performance Rate* (Efisiensi Produksi)

TABEL VII
 PERFORMANCE RATE MESIN PANASONIC ROBOT WELDER

No	Bulan	Output (Pcs)	Ideal Cycle Time (Menit/Pcs)	Operation Time (Menit)	Performance Rate (%)
1	Mei	3.187	2	7.895	81
2	Juni	2.806	2	6.620	85
3	Juli	5.442	2	12.060	90
4	Agustus	4.787	2	8.505	100
5	September	5.898	2	8.775	100
6	Oktober	4.606	2	10.175	91

Perhitungan performance rate dapat dilakukan dengan nilai *output* atau jumlah produk atau komponen yang dihasilkan dari proses pengelasan dikali dengan nilai *ideal cycle time*.

c. *Quality Rate* (Kualitas Output Peralatan/Mesin)

TABEL VIII
 QUALITY RATE MESIN PANASONIC ROBOT WELDER

No	Bulan	Output (Pcs)	Defect (Pcs)	Quality Rate (%)
1	Mei	3.187	10	100
2	Juni	2.806	16	99
3	Juli	5.442	14	100
4	Agustus	4.787	10	100
5	September	5.898	24	100
6	Oktober	4.606	11	100

Berdasarkan tabel VIII dapat dilihat nilai *quality rate* penggunaan mesin panasonic robot *welder*. Perhitungan *quality rate* ini memerlukan data jumlah hasil produk yang telah diproduksi dan data jumlah produk yang cacat.

d. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

TABEL IX
 OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS MESIN PANASONIC ROBOT WELDER

No	Bulan	Availability Rate (%)	Performance Rate (%)	Quality Rate (%)	Nilai OEE (%)
1	Mei	77	81	100	62.37
2	Juni	78	85	99	65.64
3	Juli	85	90	100	76.50
4	Agustus	81	100	100	81.00
5	September	77	100	100	77.00
6	Oktober	82	91	100	74.62
Rata-rata		80%	91.17%	99.83%	72.85%

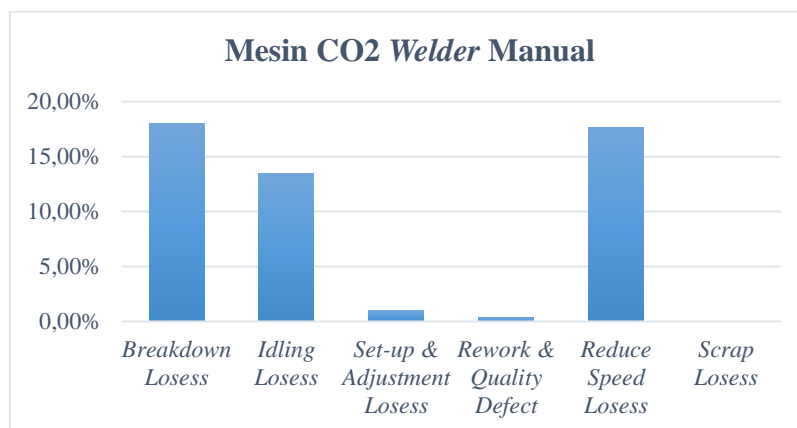
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan bahwa nilai OEE mesin panasonic robot welder lebih besar dibandingkan dengan nilai OEE mesin CO₂ welder manual, namun nilai OEE tersebut masih berada dibawah nilai standar OEE yang ditentukan oleh JIMP. Nilai standar untuk *overall equipment effectiveness* (OEE) mesin ialah sebesar 85%. Nilai OEE yang masih berada pada rentang nilai dibawah 80% termasuk kedalam kategori sedang dengan tetap adanya perbaikan pada sistem yang dilakukan agar nilai OEE dapat meningkat dan perusahaan dapat bergerak menjadi lebih maju ke kelas dunia.

3. Pengolahan Data Six Big Losses Mesin CO₂ Welder Manual

TABEL X
 REKAP DATA HASIL SIX BIG LOSSES MESIN CO₂ WELDER MANUAL

No	Bulan	Breakdown Losses (%)	Idling Losses (%)	Set-up & Adjustment Losses (%)	Rework & Quality Defect (%)	Reduce Speed Losses (%)	Scrap Losses (%)
1	Mei	20,38	14	1	1	29.81	0
2	Juni	21,23	17	1	0	21.77	0
3	Juli	13,49	10	1	0	5.08	0
4	Agustus	17,82	14	1	0	17.97	0
5	September	17,85	14	1	1	9.10	0
6	Oktober	17,30	12	1	0	22.28	0
Rata-rata		18,01%	13,50%	1%	0,33%	17,67%	0%

Berdasarkan tabel X diatas terdapat nilai *six big losses* mesin CO₂ welder manual pada bulan Mei 2023 – Oktober 2023 yang kemudian dihitung rata-rata nilai pada setiap *losses* yang dihitung. Selanjutnya nilai *six big losses* tersebut disajikan dalam bentuk diagram batang untuk memperjelas tingkat hasil nilai *six big losses* mesin CO₂ welder manual.



Gambar 1 Diagram Batang Rekap Six Big Losses Mesin CO₂ Welder Manual

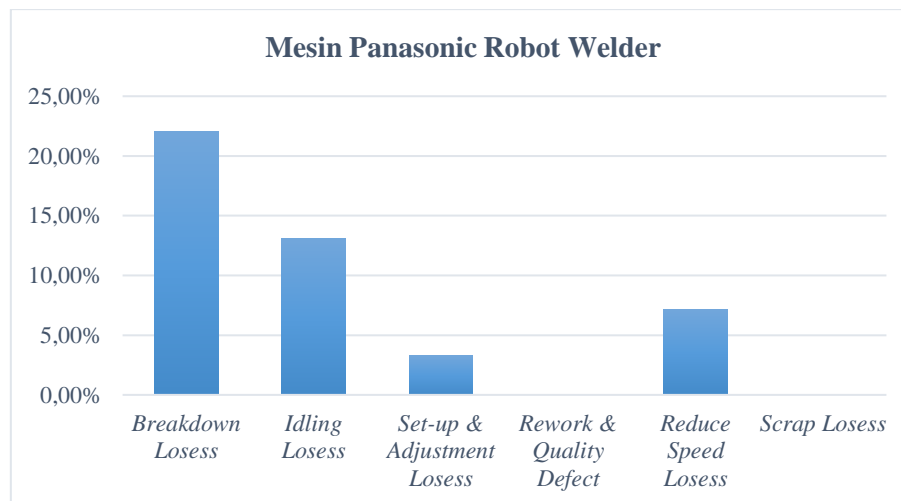
Berdasarkan gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa tiga nilai *six big losses* terbesar secara berturut-turut ialah nilai pada *breakdown losses*, *reduce speed losses* dan *idling losses*.

4. Pengolahan Data *Six Big Losses* Mesin Panasonic Robot Welder

TABEL XI
 REKAP DATA HASIL *SIX BIG LOSSES* MESIN PANASONIC ROBOT WELDER

No	Bulan	<i>Breakdown Losses (%)</i>	<i>Idling Losses (%)</i>	<i>Set-up & Adjustment Losses (%)</i>	<i>Rework & Quality Defect (%)</i>	<i>Reduce Speed Losses (%)</i>	<i>Scrap Losses (%)</i>
1	Mei	24,90	14	5	0	15	0
2	Juni	23,88	17	3	0	12	0
3	Juli	16,97	11	2	0	8	0
4	Agustus	21,27	14	3	0	0	0
5	September	25,15	13	4	0	0	0
6	Oktober	19,89	12	3	0	8	0
Rata-rata		22,01%	13,50%	3,33%	0%	7,17%	0%

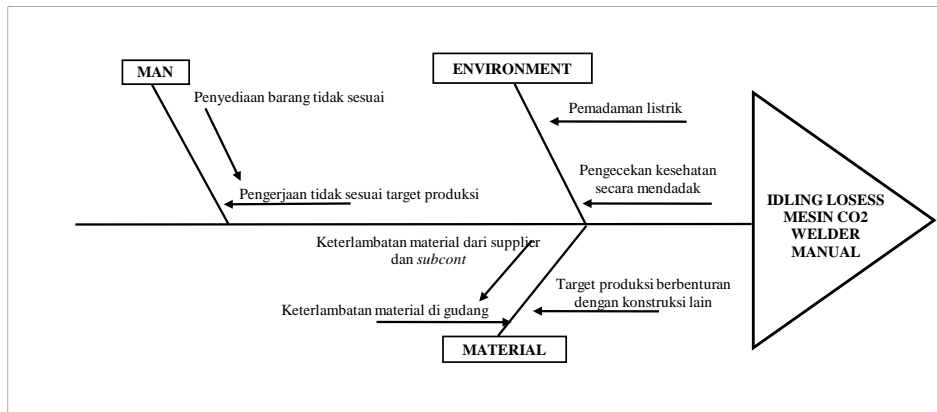
Pada tabel XI diatas mengenai rekap data hasil *six big losses* mesin panasonic robot welder dapat dilihat untuk nilai rata-rata terbesar ialah pada nilai *breakdown losses* dan *idling losses*. Berdasarkan tabel XI rekapitulasi data hasil *six big losses* mesin panasonic robot welder, data tersebut disajikan pula dalam bentuk diagram batang untuk memperjelas tingkat nilai *six big losses*.



Gambar 2 Diagram Batang Rekap Hasil *Six Big Losses* Mesin Panasonic Robot Welder

Berdasarkan gambar 2 diatas menunjukkan bahwa hasil dari *six big losses* terbesar ialah pada *breakdown losses* dengan nilai sebesar 22,01%. Selanjutnya ialah nilai *idling losses*, *reduce speed losses* dan nilai *set-up and adjustment losses*. Dari gambar 4.2 tersebut dapat menjelaskan tingkat nilai *six big losses* mesin panasonic robot welder.

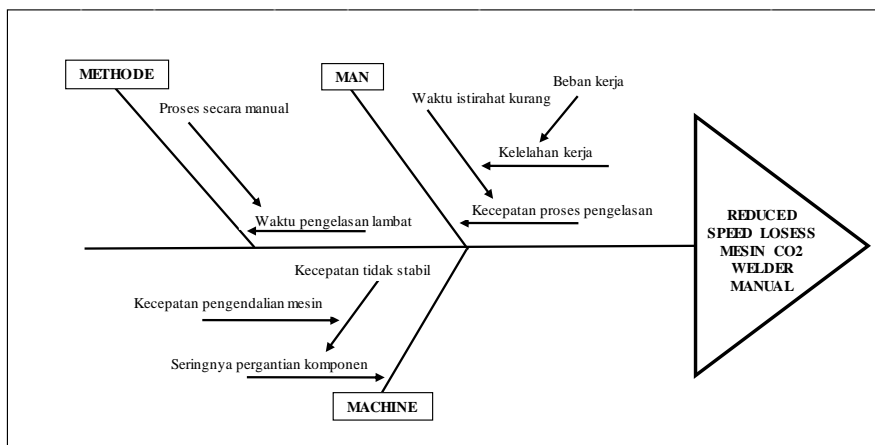
5. Analisis Diagram *Fishbone* Mesin CO₂ Welder Manual
 a. *Idling Losses* Mesin CO₂ Welder Manual



Gambar 3 Diagram Fishbone Idling Losses Mesin CO₂ Welder Manual

Berdasarkan gambar 3 diatas yang berisi diagram fishbone dari idling and minor stoppages mesin CO₂ welder manual. Pada gambar diatas dapat dilihat penyebab terjadinya idling and minor stoppages losses ialah karena beberapa hal, seperti dari man power atau operator mesin, lalu dari machine dan terakhir ialah dari material.

b. Reduced Speed Losses Mesin CO₂ Welder Manual

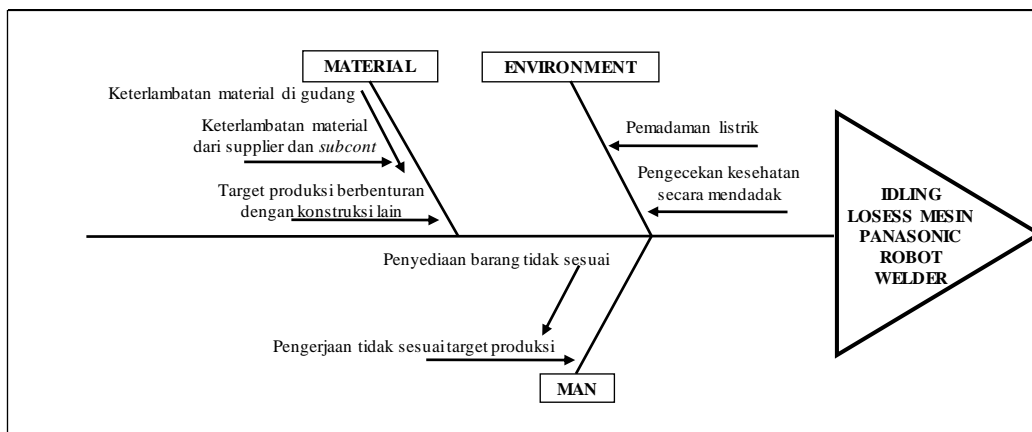


Gambar 4 Diagram Fishbone Reduce Speed Losses Mesin CO₂ Welder Manual

Berdasarkan gambar 4 diatas menunjukkan bahwa penyebab terjadinya reduced speed losses mesin CO₂ welder didasarkan pada tiga faktor yaitu man power atau operator produksi, machine, dan methode.

6. Analisis Diagram Fishbone Mesin Panasonic Robot Welder

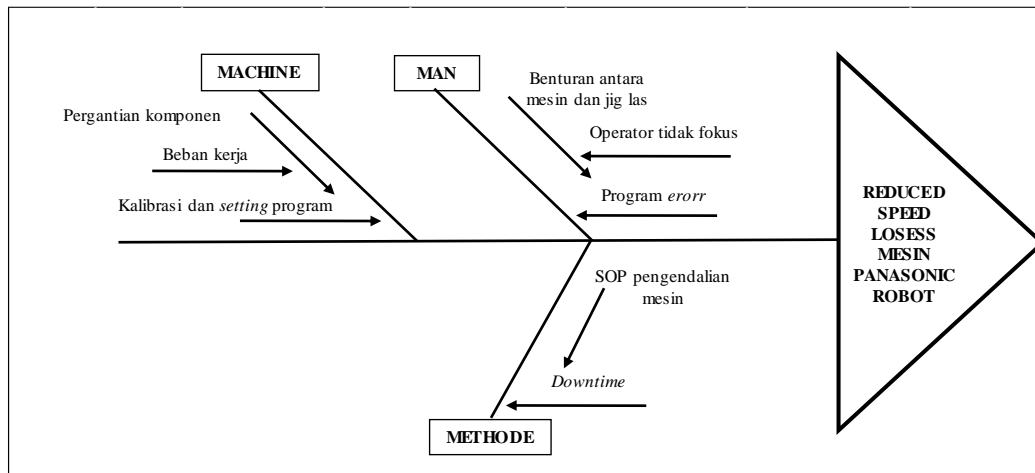
a. Idling Losses Mesin Panasonic Robot Welder



Gambar 5 Diagram Fishbone Idling Losses Mesin Panasonic Robot Welder

Berdasarkan gambar 5 diatas dapat dilihat bahwa terjadinya *idling and minor stoppages* disebabkan oleh tiga faktor yaitu *man power* atau operator produksi, material, dan *methode* yang digunakan pada proses pengelasan produk.

b. *Reduce Speed Losses* Mesin Panasonic Robot Welder



Gambar 6 Diagram *Fishbone Reduced Speed Losses* Mesin Panasonic Robot Welder

Pada gambar 6 diatas menunjukkan hasil dari analisis faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya *reduced speed losses* pada mesin panasonic robot welder dengan menggunakan diagram *fishbone*. Berdasarkan gambar 6 diatas terdapat tiga faktor utama yang menjadi penyebab terjadinya kerugian *reduced speed* pada mesin panasonic robot welder, yaitu faktor *man power* atau operator produksi, material, dan yang terakhir ialah *machine*.

7. Selisih Biaya Produksi Pada Penggunaan Mesin

Pada penelitian ini dihitung nilai selisih biaya pengelasan produk dengan menggunakan mesin CO₂ welder manual dan mesin panasonic robot welder ialah sebagai berikut : Dengan diketahui nilai biaya FOH (*Factory Overhead*) sebesar Rp. 53,66/detik dan nilai biaya DL (*Direct Labor*) sebesar Rp. 120/detik. Selanjutnya dilakukan perhitungan pada jenis produk R.Caesar yang diproduksi pada bulan Juli. Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan, kapasitas produksi jenis produk R. Caesar dengan menggunakan mesin CO₂ welder manual ialah sebanyak 130 pcs/ operator, sedangkan dengan penggunaan mesin panasonic robot welder ialah sebanyak 200 pcs/operator.

Berdasarkan perhitungan pada waktu kerja selama 8 jam, maka *ideal cycle time* untuk jenis produk R. Caesar dengan mesin CO₂ welder manual ialah 222 detik/pcs dan mesin panasonic robot welder 144 detik/pcs. Maka dapat dilakukan perhitungan untuk selisih waktu yang diperoleh ialah hasil dari pengurangan 222 detik – 144 detik, diperoleh selisih 78 detik/pcs. Berdasarkan hasil perhitungan selisih tersebut, berikut merupakan nilai selisih biaya yang dibutuhkan untuk proses pengelasan produk dengan menggunakan mesin CO₂ welder manual dan mesin panasonic robot welder. Dilakukan dengan penambahan nilai FOH dan DL lalu dikali dengan nilai selisih waktu sebesar 78 detik/pcs, maka diperoleh hasil selisih biaya proses pengelasan produk sebesar Rp. 13.545,48 per satuan detik.

Berdasarkan nilai selisih biaya per pcs produk maka dapat diketahui selisih biaya proses pengelasan produk dengan menggunakan mesin CO₂ welder manual dan mesin panasonic robot welder pada proses pengerjaan produk bulan Juli 2023. Diperoleh data jumlah produk yang dihasilkan pada bulan Juli 2023 ialah sebanyak 5.898 pcs. Maka dapat dihitung selisih biaya pada proses pengelasan produk R. Caesar pada bulan Juli 2023 dengan menggunakan mesin CO₂ welder manual dan mesin Panasonic robot welder ialah dengan cara pengalian selisih biaya per pcs produk dengan total hasil produksi pada bulan Juli 2023. Maka diperoleh hasil sebesar Rp. 79.891.241,04.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil selisih biaya pengelasan produk antara penggunaan mesin CO₂ welder manual dan mesin panasonic robot welder ialah sebesar Rp. 79.891.241,04. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan mesin panasonic robot welder dapat menekan biaya produksi sebesar Rp. 79.891.241,04 lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan mesin CO₂ welder manual pada proses pengelasan produk bulan Juli 2023 di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk.

8. Rekap Perbandingan

Hasil pengolahan data, analisis serta pembahasan yang telah dilakukan menghasilkan beberapa hal yang menjadi perbandingan antara penggunaan mesin CO₂ *welder* manual dengan mesin panasonic *welder* pada proses pengelasan produk di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk.

TABEL XII
 REKAP HASIL PERBANDINGAN PENGGUNAAN MESIN

No	Keterangan	Mesin CO ₂ <i>Welder</i> Manual	Mesin Panasonic Robot <i>Welder</i>
1	<i>Ideal Cycle Time</i>	3 menit	2 menit
2	Pengendalian	Manual	Remot kontrol
3	Nilai <i>Availability Rate</i>	84,33%	80%
4	Nilai <i>Performance Rate</i>	78,83%	91,17%
5	Nilai <i>Quality Rate</i>	99,50%	99,83%
6	Nilai OEE	66,40%	72,85%
7	Nilai <i>Reduce Speed Losses</i>	17,67%	7,17%
8	Nilai <i>Idling and Minor Stoppages</i>	13,50%	13,50%
9	Kapasitas Mesin/Hari	250 pcs	350 pcs
10	Jumlah Produksi (Contoh : Pada bulan September)	2.634 pcs	5.263 pcs

Berdasarkan tabel XII diatas menjelaskan beberapa perbandingan hasil pengolahan data, analisis serta pembahasan pada mesin CO₂ *welder* manual dan mesin panasonic robot *welder*. Pada nilai *overall equipment effectiveness* (OEE), mesin CO₂ *welder* manual memiliki nilai rata-rata OEE sebesar 66,40% dan mesin panasonic robot *welder* dengan angka 72,85%. Berdasarkan standar *ideal* nilai OEE yang telah ditentukan oleh JIMP yaitu sebesar 85%, maka penggunaan mesin panasonic robot *welder* dengan nilai rata-rata OEE 72,85% sudah lebih mendekati standar *ideal* nilai tersebut. Perbedaan nilai tersebut juga menunjukkan nilai efektivitas penggunaan mesin pada proses pengelasan produk di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk. Penggunaan mesin panasonic robot *welder* memiliki nilai efektivitas mesin lebih besar dibandingkan dengan penggunaan mesin CO₂ *welder* manual pada proses pengelasan produk.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, berikut merupakan beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan pada mesin CO₂ *welder* manual dan mesin panasonic robot *welder* di konstruksi *welding* PT. Chitose Internasional Tbk :

1. Nilai efektivitas mesin CO₂ *welder* manual pada proses pengelasan produk dilihat berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan OEE. Diperoleh nilai *overall equipment effectiveness* sebesar 66,40% dengan nilai *availability rate* sebesar 84,33%, *performance rate* 78,83%, dan *quality rate* 99,50%. Hasil nilai OEE sebesar 66,40% merupakan nilai yang masih dibandingkan dengan nilai standar benchmark *word class* yang dianjurkan JIMP yaitu sebesar 85%. Selanjutnya untuk nilai *six big losses* diperoleh hasil untuk *breakdown losses* 18,01%, *set-up and adjustment losses* 1%, *idling and minor stoppages losses* 13,50%, *reduced speed losses* 17,67%, serta pada *rework and quality defect losses* dan *scrap losses* ialah sebesar 0%. *speed losses* 7,17%, serta pada *rework and quality defect losses* dan *scrap losses* yaitu sebesar 0%.
2. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan diagram *fishbone*, maka pengoptimalan penggunaan mesin panasonic robot *welder* pada proses pengelasan produk dapat dilakukan dengan memperbaiki tiga faktor yaitu *man power* atau operator produksi, *machine*, dan material. Pada faktor *man power* atau operator produksi yaitu semua operator perlu mengikuti kegiatan pelatihan agar dapat menjadi operator yang ahli dalam mengoperasikan mesin dan tidak terjadinya kerusakan mesin yang disebabkan oleh operator. Selain itu perlu adanya pemantauan bagi operator agar dapat melakukan tugas dengan teliti dan sesuai dengan prosedur. Pada faktor material ialah perusahaan harus lebih detail dan teliti mengenai persediaan material di gudang agar proses produksi tidak terhambat karena menunggu penerimaan material dari pihak *supplier* ataupun *subcont* di gudang. Selanjutnya pada faktor *machine* yaitu perlu adanya perkiraan jadwal pergantian komponen mesin agar waktu pergantian komponen dapat dipersiapkan sebelumnya dan tidak membutuhkan waktu yang cukup lama. Selain itu target produksi harus disesuaikan dengan kemampuan atau kapasitas produksi agar tidak terjadinya kerusakan. Jika

- terjadinya kerusakan pada mesin, proses kalibrasi dan *setting* program pada mesin dapat dilakukan lebih cepat jika adanya persiapan dan operator yang sudah ahli pada pengendalian mesin.
3. Pada penggunaan mesin panasonic robot *welder*, diperoleh nilai efektivitas dilihat berdasarkan hasil perhitungan *overall equipment effectiveness* sebesar 72,85% dengan berdasar pada hasil nilai *availability rate* 80%, *performance rate* 91,17%, dan *quality rate* 99,83%. Berdasarkan nilai efektivitas mesin tersebut, sudah dikategorikan mendekati nilai standar benchmark *word class* yang dianjurkan JIMP ialah sebesar 85%. Selain itu, penggunaan mesin panasonic robot *welder* menunjukkan nilai efektivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan mesin CO₂ *welder* manual pada proses pengelasan produk. Selanjutnya pada perhitungan nilai *six big losses* yang telah dilakukan pada proses pengolahan data, diperoleh nilai *breakdown losses* sebesar 22,01%, *set-up and adjustment losses* 3,33%, *idling and minor stoppages losses* 13,50%, *reduced*

REFERENSI

- [1] Kemenperin.go.id. *Angkat Kontribusi Sektor Manufaktur di Indonesia, Perlu Transformasi Struktural*. [Online]. Diakses : <https://kemenperin.go.id/artikel/24241/Angkat-Kontribusi-Sektor-Manufaktur-di-Indonesia-Perlu-Transformasi-Struktural#:~:text=Sektor%20manufaktur%20adalah%20sektor%20andalan,serta%20tingkat%20penyerapan%20tenaga%20kerja> (2023).
- [2] Kemenperin.go.id. *Industri Manufaktur Terus Didorong untuk Perbanyak Terobosan*. [Online]. Diakses : <https://kemenperin.go.id/artikel/20985/Industri-Manufaktur-Terus-Didorong-untuk-Perbanyak-Terobosan> (2019).
- [3] Badan Pusat Statistik. [Online]. Diakses : <https://www.bps.go.id/id>.
- [4] Miratex Konsultan. [Online]. Diakses : <https://mitratex.id/>
- [5] Proposal WOW awards 2023. *Efektivitas Robotic Welding*. PT. Chitose Internasional Tbk. (2023). Direktori Industri Manufaktur 2023.
- [6] Muspiroh. *Strategi Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Cutting Wire Export di PT. XYZ*, Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung. (2020).
- [7] T. Syahril D, M. Amri Nasution. *Studi Kelayakan Bisnis*, Edisi Cetak Pertama. Medan : Undhar ; 2021.
- [8] Direktori Industri Manufaktur 2023.
- [9] Siswanto, Rudi. *Teknologi Pengelasan (HMKB791), Buku Ajar Teknologi Pengelasan HMKB791*. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. (2018).
- [10] News.indotrading.com. Cara Mudah Menggunakan Mesin Las CO₂ Bagi Pemula. [Online]. Diakses : <https://news.indotrading.com/cara-menggunakan-mesin-las-co2/>.
- [11] Agus Putranto, dkk.. *Teknik Otomasi Industri*, Jilid 1. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional ; 2008.
- [12] Moch. Iqbal Ramadhan. *Efektivitas Filling Bottle Pada Line-Dua Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness di PT. Fuchs Indonesia*. Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung. (2023).
- [13] Ansory N, Mustajib M. Imron. *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance Sistem)*, Edisi Cetak Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu ; 2013.
- [14] Riri Jubaedah. *Analisis Produktivitas dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Then PT. Ayoe Indotama Textile*, Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung. (2020).
- [15] Wildan Arisman. *Peningkatan Efektivitas Mesin Korsh Melalui Penerapan Pilar Total Productive Maintenance (TPM)*, Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung. (2022).
- [16] Yudi Saripudin. *Analisis Efektivitas Mesin Kertas I dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) dan Pendekatan Total Productive Maintenance (TPM) PT. Kertas Padalarang*, Skripsi, Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Bandung. (2017).