



Jurnal
INDUSTRIKRISNA



Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Krisnadwipayana

DAFTAR ISI

1. Menentukan Setting Level Optimal Guna Mengurangi Cacat Botol Pada Mesin Blow Molding Dengan Metode Taguchi di PT XYZ 1 - 8
*Andy Sopiyanto; Florida Butarbutar
2. Analisis Pengendalian Kualitas Dalam Upaya Meminimalisasi Kerusakan Pada Buah Dengan Metode New Seven Quality Tools (Studi Kasus di PT LION SUPER INDO) 9 - 15
*Elrico Alan Febryansyah; Vera Nova L Raja; Ismail Kurnia
3. Perancangan Sistem Kerja Pada Proses Pembuatan Endplate Coil Unit Air Conditioner (AC) Dengan Pertimbangan Aspek Ergonomi di PT. SINERGI MANDIRI SELARAS 17 - 22
*Lukas Sony Budi Laksono; Ir. Florida Butarbutar
4. Implementasi Metode Reliability Centered Maintenance II Pada Perancangan Penjadwalan Perawatan Preventif Alat Persinyalan Kereta Api Studi Kasus UPT Resor Sintelis 1.12 Karawang PT. KERETA API INDONESIA 23 - 31
*Muhtar Supriyadi; Suwanda

Pengantar Redaksi

Industrikrisna – Jurnal Ilmiah Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana menyajikan karangan ilmiah dalam membentuk hasil penelitiain, tinjauan teori ataupun konsep serta penilaian terhadap hasil penelitian atau juga tinjauan buku. Diterbitkan selain sebagai upaya dalam menampung berbagai pemikiran teoritik dan hasil penelitian, juga dimaksudkan untuk mendorong dan memperluas munculnya forum diskusi.

Redaksi mengundang para ilmuwan, sarjana, peneliti, praktisi, pemuda, cendikiawan, dan tokoh masyarakat untuk menulis jurnal ini. Redaksi berhak untuk melakukan perbaikan terhadap isi tulisan serta naskah yang tidak dimuat akan dikembalikan. Jurnal ini diterbitkan secara berkala, dua kali dala setahun, dalam bahasa indonesia atau bahasa inggris

Semoga dengan terbitnya Indutrikrisna ini dapat memberikn wacana dan wawasan kepada dosen dan mahasiswa pada khususnya.

Tim Redaksi

MENENTUKAN SETTING LEVEL OPTIMAL GUNA MENGURANGI CACAT BOTOL PADA MESIN BLOW MOLDING DENGAN METODE TAGUCHI DI PT XYZ

Andy Sopiyanto¹, Ir. Florida Butarbutar, ST, MT²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Kampus Unkris Jatiwaringin Bekasi PO.Box
Email : andy.sopiyanto@gmail.com

Abstrak. Salah satu upaya perusahaan dalam meningkatkan volume penjualan suatu produk adalah dengan mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk yang telah diproduksi oleh perusahaan. Karena itu, sangat penting bagi perusahaan untuk menganalisis dan mengidentifikasi masalah yang telah ditimbulkan selama proses produksi. Masalah yang menyebabkan produk cacat dalam produksi adalah bagaimana membuat pengaturan yang optimal dari masing-masing faktor penyebab masalah yang menyebabkan produk cacat. Penelitian ini dilakukan di PT King Plastic pada produk botol Yamalube MA 800 ml. Metode Taguchi adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimalkan produk cacat dengan menerapkan level faktor optimal. Hasil akhir adalah mengetahui faktor-faktor penyebab produk cacat yaitu Time Air Blow dengan level optimal 1 detik, Suhu Parison dengan level optimal 80°C dan Suhu Mold dengan level optimal 14°C. Loss Function pada kondisi optimal adalah Rp. 13.273.750 atau penghematan biaya sebesar 14.3%.

Kata kunci: Kualitas Produk, Level Optimal, Metode Taguchi

Abstract. One of the company efforts in increasing the sales volume of a product is with maintaining and increasing the quality of a product that have been produce by the company. Therefore, it is very important for the company to analyze and identify the problems that have been caused during the production process so the company can increase the quality of the product and productivity. Problems that cause during analyzing the defect product in production is how to arrange the optimal setting from each factor that significantly related so the company can minimize the defect product. This research was done at PT King Plastic and Bottle Yamalube MA 1000 ml product. Taguchi method is one of the methods that can be used to minimize the defect product by applying robust system for uncontrollable factors. The final result is to know factors that related significantly to the defect product and suggest the level of each factor therefore the defect product can be minimized.

Keywords: Quality of The Product and Productivity, Taguchi Method.

1. PENDAHULUAN

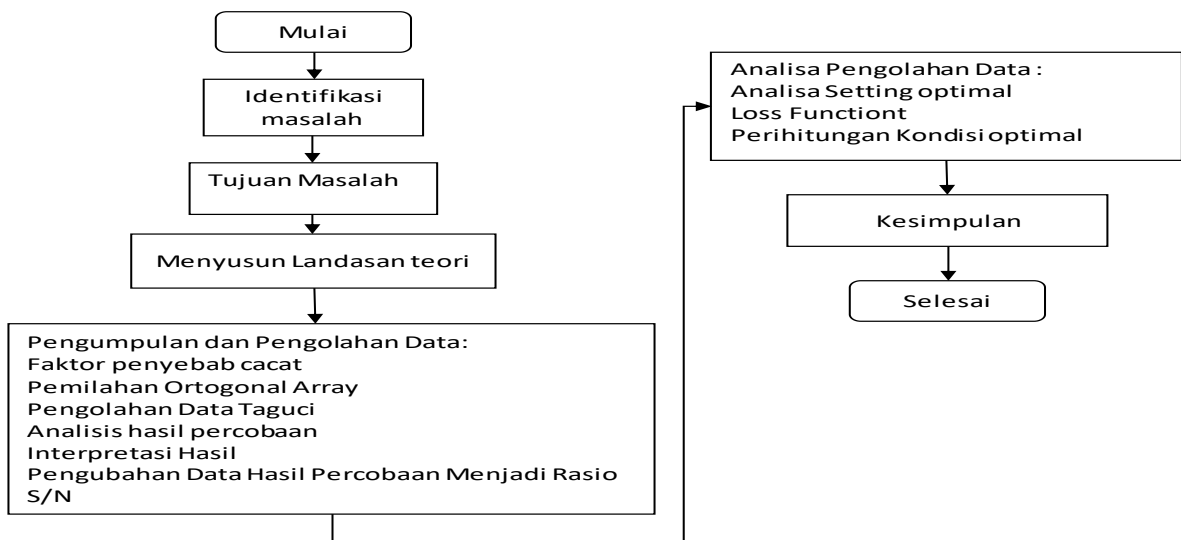
Saat ini persaingan dunia usaha sangat ketat, hal tersebut dapat dilihat dari bermunculannya usaha-usaha sejenis yang didasari oleh kesuksesan pesaing yang sudah terlebih dahulu mendirikan perusahaan. Setiap pengusaha harus memiliki persiapan yang baik dalam membangun perusahaan dan memiliki visi dan misi yang jelas untuk membawa perusahaannya ke arah yang lebih baik dan selalu siap dengan setiap perubahan yang akan terjadi terhadap lingkungan. Produk yang dihasilkan sering melebihi toleransi kecacatan yang telah ditetapkan perusahaan. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan menurunkan tingkat reject maka variasi masalah yang terjadi harus di perkecil. Untuk menyelesaikan masalah cacat produk, tidak semua penyebab dapat diatasi sekaligus, perusahaan harus mampu mengidentifikasi masalah-masalah yang perlu di prioritaskan terlebih dahulu. Sesuai dengan permasalahan tersebut, perlu dilakukan upaya untuk mengidentifikasi factor-faktor kontrol yang berpengaruh terhadap kualitas produk dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi.

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan factor-faktor yang berpengaruh terhadap cacat hasil proses blow molding
2. Menentukan setting level blow molding optimal dari factor – factor yang berpengaruh di mesin *Blow molding*
3. Menentukan *Loss Fuction* pada kondisi optimal

2. METODE PENELITIAN

Pada point ini akan dijelaskan tahapan sistematik dalam pemecahan masalah dan menentukan bagaimana system akan dibangun. Dengan adanya metodologi ini, maka tahapan pemecahan masalah dapat dilaksanakan secara terstruktur. Berikut tahapan penelitian yang dilakukan :

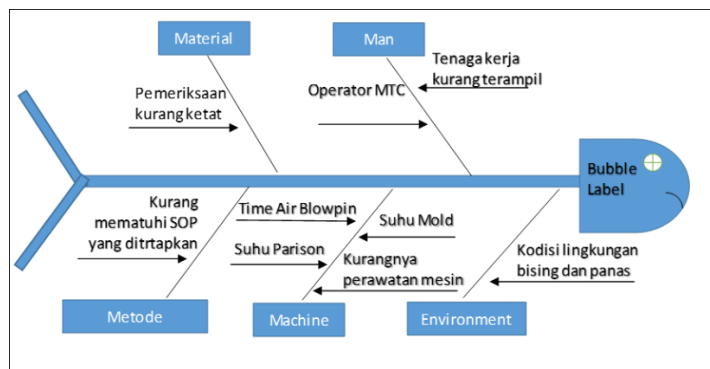


Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Faktor Penyebab Cacat

Faktor – factor yang berpengaruh terhadap kecacatan pada botol atau variable bebas yang teridentifikasi merupakan penyebab timbulnya produk–produk cacat. Dengan bantuan *brainstorming* dan pengamatan langsung di lapangan. Kita dapat menentukan factor-faktor yang berpengaruh terhadap produk atau proses yang menyebabkan kecacatan pada botol tersebut terjadi. Hasilnya bisa dilihat dalam diagram *fishbone* berikut ini :



Gambar 2. Diagram *Fishbone*

Dari analisa fishbone diagram diatas dan brainstorming yang telah dilakukan, didapat factor proses produksi yang dilakukan pengendalian kualitasnya adalah mesin, yang merupakan suatu fase dari metode taguchi, yaitu system design, dimana mesin disini pengendalian kualitasnya dirasa tidak memakan biaya, dengan melaukukan parameter design dengan menentukan setting parameter factor-faktor yang akan dikendalikan.

Faktor-faktor control yang di tetapkan dari hasil analisa fishbone peneliti telah menetapkan bahwa factor control yang menyebabkan cacat antara lain, Timer Blowpin (A), Suhu Parison (B), Suhu Mold (C). Level factor yang di gunakan adalah 2 level dan derajat kebebasan adalah 1

Tabel 1. Kondisi Percobaan Faktor Pada Bagian Pertama

	Faktor Kontrol	Level 1	Level 2
A	Timer Air Blowpin	0.9 detik	1 Detik
B	Suhu Parison	185°C	180°C
C	Suhu Mold	14°C	12°C

3.2 Pemilahan Ortogonal Array

Dalam penelitian ini ada dua variable bebas (factor) dimana setiap variable bebas (factor) mempunyai dua level dan derajat kebebasan adalah 1 maka orthogonal yang di tentukan adalah L4.

3.3 Pengolahan Data Taguchi

Dengan metode Taguchi, Dimana percobaan dilakukan dengan mengadakan pengulangan sebanyak dua kali percobaan dapat dilihat pada table :

Tabel 2. Data Hasil Percobaan Dua Kali Pengulangan Pada Kondisi Pertama

Trial	Nomor Kolom			Bubble Label	
	Time Air Blowpin	Suhu Parison	Suhu Mold	Y1	Y2
	A	B	C	Jml	Jml
1	1	1	1	120	131
2	1	2	2	132	142
3	2	1	2	140	149
4	2	2	1	150	158

Perhitungan Main Effect (Pengaruh factor rata-rata)

Dari data yang dikumpulkan, selanjutnya dilakukan perhitungan rata – rata cacat bubble label. Perhitungan factor utama menggunakan metode *Average* hasil perhitungan dapat di peroleh sebagai berikut:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^r y_{Ai}}{r}$$

Tabel 3. Perhitungan Lengkap Faktor Utama *Average*

	A	B	C
Level 1	131.3	135	139.8
Level 2	149.3	145.5	140.8
LI-L2	18.0	10.5	1.0
Rank	1	2	3

3.4 Analisa Hasil Percobaan (Analisis Variansi ANOVA)

Langkah 1. Total semua data hasil percobaan (T) $T = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n$

Langkah ke 2. Faktor koreksi (CF)

Langkah ke 3. Total jumlah kuadrat (SS_T)

Langkah ke 4. Jumlah kuadrat factor $SS_A = \frac{A^2}{n_{A1}} + \frac{A^2}{n_{A2}} - CF$

Langkah ke 5. Perhitungan derajat kebebasan (*Degree of Freedom / dof (u)*)

Langkah ke 6. Perhitungan Rata-rata kuadrat / mean of square

Langkah ke 7. Untuk perhitungan error *Some of Square (SS)*

Langkah 8. Rasio factor (factor F Ratio) $MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$

Tabel 4. ANOVA Rata-rata Karakteristik Jumlah Cacat Bubble Label

Sumber	SS	DOF	MS	Fhitung
A	649	1	649	144.2
B	221	1	221	21,7

C	3	1	3	0,6
Error	182	4	4,5	

Menghitung Polling Up ANOVA

Tujuan Polling-up adalah untuk memaksimalkan jumlah factor yang berpengaruh terdapat respon, sehingga kesalahan tipe II atau kesalahan β dapat dihindari.

Factor –faktor dengan nilai $MS_{sumber} < MS_{error}$ pada kondisi ini terdapat satu sumber dimana $MS_{sumber} < MS_{error}$ sehingga terdapat dua factor yang di *pooled*.

Tabel 5. Hasil Analisa Variansi Pooled

Sumber	SS	DOF	MS	Fhitung	Hasil Pengujian
A	649	1	649	144.2	Ada pengaruh
B	221	1	221	21,7	Ada Pengaruh
C	3	1	3	0,6	Ada pengaruh
Error	182	4	4,5		
SST	1054	7			

3.5 Interpretasi Hasil Percobaan

Interpretasi hasil percobaan dilakukan setelah percobaan dan pengolahan data dilakukan. Interpretasi hasil ini dilakukan dengan menggunakan persentase kontribusi.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi

Sumber	SS	DOF	MS	Fhitung	SS'	p
A	649	1	649	144.2	644,5	61,14
B	221	1	221	21,7	216,5	20,54
C	3	1	3	0,6	-1,5	0,14
E(pooled)	182	4	4,5			
SST	1054	7				

3.6 Pengubahan Data Hasil Percobaan Menjadi Rasio S/N

Karakteristik kualitas jumlah cacat bubble label adalah smaller is better, maka diperoleh perhitungan *rasio S/N* dan perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S/N = -10 \log \frac{1}{r} SS_T$$

Dimana :

SST = Sum of square Total

$$SS_T = \sum_{i=1}^r y_i^2$$

r = Jumlah pengujian dalam setiap trial

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Rasio S/N*

Percobaan	1	2	3	Y1	Y2	<i>Rasio S/N</i>
	A	B	C	I	II	
1	1	1	1	120	131	-41,981
2	1	2	2	132	142	-42,740
3	2	1	2	140	149	-43,201
4	2	2	1	150	158	-43,753
Total				542	580	

4. ANALISA PENGOLAHAN DATA

4.1 Analisa Setting Level Optimal

Penelitian dilakukan pada kondisi dimana factor-faktor yang berpengaruh pada kualitas di seting pada kondisi optimum (level terbaik) sehingga pada kondisi ini diharapkan akan memberikan respon (kualitas produksi) yang baik dari hasil percobaan, level terbaik akan di tentukan kerugian kualitas, disini dibandingkan dengan fungsi kerugian kualitas pad produksi bagian pertama, sehingga dapat di tentukan biaya kerugian apabila proses produksi tidak di setting pada level terbaik.

Tabel 8. Kondisi Percobaan Pada Bagian Kedua

Factor	Faktor Pengaruh	Kondisi Awal	Kondisi Optimum
1	Time Air Blowpin	0.9 Detik	1 Detik
2	Suhu Parison	185°C	180°C
3	Suhu Mold	14° C	12° C

Tabel 9. Hasil Percobaan Kedua

No Trial	Kondisi Awal	Kondisi Optimal
	Jml Cacat Bubble Label	Jml Cacat Bubble Label
1	120	131
2	132	142
3	140	149

4	158	158
Rata-rata	135,5	145
Std Variasi	161	130

4.2 Loss Functiont

Tabel 10. Kerugian Kualitas Kondisi Awal

Karakteristik Kualitas	Spesifikasi	Kriteris	Kerugian Kualitas (Rp)
Botol Yamalube	< 10	Smaller the better	15.498.438

Perhitungan kondisi optimal

Kombinasi factor pada kondisi optimum adalah A2, B2, C2 dan kerugian kualitas untuk masing-masing karakteristik kualitas dapat dilihat pada table 10 perhitungan kualitas untuk masing-masing karakteristik adalah :

Botol Yamalube

Sprsfikasi <10

Hasil pengukuran y = 145

$A_0 = 15.000 \rightarrow$ diperkirakan harga botol

$$\text{Konstanta (k)} = \frac{A_0}{\Delta^2} = \frac{15.000}{10^2} = 150$$

$$L(y) = k (S^2 + y^2)$$

$$= 150 (145^2 + 130^2)$$

$$= 350 (21025 + 16900)$$

$$= 350 (37925)$$

$$= \mathbf{13.273.750}$$

Dengan membandingkan jumlah kerugian kualitas kombinasi awal dengan kombinasi optimal, maka di dapatkan pengurangan kerugian kualitas pada hasil *blow molding* sebesar Rp **2.224.688 / Hari**.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian berdasarkan pembahasan dan analisa untuk mencapai tujuan maka peneliti dapat menyimpulkan bahwa kondisi optimal dari factor – factor yang telah di lakukan perbaikan yang berpengaruh pada mesin *blow molding* yaitu Faktor A yaitu Time Air Blowpin sebelumnya 0.9 detik menjadi 1 detik , Faktor B yaitu Suhu Parison sebelumnya 185°C menjadi 180°C, Faktor C Suhu Mold sebelumnya 14°C menjadi 12°C, kemudian *Loss function* pada kondisi awal telah memeberikan dampak kerugian biaya sebesar Rp 15.498.438,

kemudian dari hasil perbaikan dengan kondisi optimal telah di dapatkan pengurangan sebesar Rp 13.273.750 . Maka dari hasil perbaikan tersebut perusahaan telah mendapatkan penghematan biaya sebesar Rp2.224.688,00 atau 14.3 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani Dorothea Wahyu. 1999. Manajemen Kualitas, Universitas Atmajaya, Yogyakarta
- " Nutek, Inc. Bloomfield Hills, MI, USA. *DOE-I Basic Design of Experiments (The Taguchi Approach)*.
www.Nutek-us.com
- Bagchi, Tapan P, 1993. *Taguchi Methods Explained Practical Steps to Robust Design*. Prantice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Gaspersz, Vincent, 2003, Total Quality Management (Terjemahan), PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Irwan Soejanto, 2009, Desain Eksperimen Metode Taguchi, Graha Ilmu, Yogyakarta,
- Parkhan, Ali., Ranita Eka Puspita Ayu.; Setting Kombinasi Level Faktor Optimal Pembuatan Produk Toples Menggunakan Metode Taguchi, *Prosiding Seminar Nasional Teknonin 2008*
- Taguchi, Genichi, Elsayad dan Hsiang, Thomas, 1989, Quality Engineering In Production System, McGraw-Hill Company.
- Muharom, Siswadi. 2015. *Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat*. Jurnal Teknik Mesin. ISSN: 2338-3925. 3(1): 24-28
- Dian Anggraini, Shanti Kusuma Dewi, Thomy Eko Saputra. 2015. *Aplikasi Metode Taguchi Untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Pada Produk Paving*. Jur., nal Teknik Industri.e.ISSN: 2527-4112. 16(1): 1-9

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS DALAM UPAYA MEMINIMALISASI KERUSAKAN PADA BUAH DENGAN METODE NEW SEVEN QUALITY TOOLS (STUDI KASUS DI PT LION SUPER INDO)

Elrico Alan Febryansyah¹, Vera Nova L Raja², Ismail Kurnia³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UKNRIS, Jatiwaringin, Jakarta 13077

Email: elrico.af@gmail.com

Email: veranovalumbanraja@unkris.ac.id

Email: ismailkurnia@yahoo.com

Abstrak. Perusahaan yang di amati merupakan salah satu perusahaan ritel terbaik yang menjual produk segar sebagai fokus penjualannya. Cukup banyaknya produk buah lokal yang mengalami kerusakan membuat daya beli pelanggan dalam membeli buah lokal menurun, oleh sebab itu perlunya pengendalian kualitas yang berkelanjutan saat proses kerja, dengan adanya pengendalian kualitas dan tentunya perbaikan, di harapkan penurunan jumlah kerusakan buah lokal. Penelitian bertujuan mencari faktor-faktor penyebab kerusakan yang terjadi pada buah lokal. Penelitian ini menggunakan metode New Seven Quality Tools, dalam identifikasi menunjukkan bahwa faktor buah, kondisi pajangan, faktor metode kerja dan faktor karyawan. Perusahaan perlu lebih detail lagi dalam pengecekan kualitas buah, dan perlu pembelajaran ulang prosedur kerja karyawan agar fungsi karyawan lebih optimal dalam melaksanakan proses kerja.

Kata kunci : New Seven Quality Tools, perbaikan, kerusakan

Abstract. *The company observed is one of the best retail companies that sells fresh products as the focus of sales . Quite a number of the products fruit locally who suffered damage to make power purchasing customer in buying the fruit locally decreased , by reason was the need to control the quality of the continuous time process work , with the control of quality and of course improvements , in expected decrease in the amount of damage to fruit locally . The study aims to look for factors cause damage that occurs in the fruit locally . This study uses the New Seven Quality Tools method , the identification shows that the fruit factor , the condition of the display, factor methods of work and factors employees. Company need more detail further in checking the quality of the fruit , and the need to study the procedures of work of employees in order to function employees more optimal in carrying out the process of the work .*

Words key : *New Seven Quality Tools, repair, damage*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dalam bidang retail semakin pesat, dengan hadirnya perkembangan tersebut, perusahaan diuntut untuk berkembang dalam hal kualitas yang di hasilkan utnuk memenuhi kebutuhan pelanggan, dalam tuntutan tersebut lulusan perguruan tinggi, di harapkan bisa memecahkan permasalahan tersebut.

Pengendalian kualitas itu sendiri bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan sebuah perusahaan dengan cara mengurangi faktor kesalahan, cacat produk, kegagalan, dan ketidaksesuaian spesifikasi. Apabila kualitas produk yang diproduksi tidak baik maka konsumen kurang berkenan untuk membeli atau menggunakan produk tersebut begitu juga dengan sebaliknya. Proses ini berpengaruh terhadap kuantitas penjualan dan keuntungan perusahaan. Konsumen lebih memilih produk yang mempunyai kualitas baik karena dengan kualitas yang baik dapat memberikan kepuasan bagi mereka.

Penelitian di laksanakan pada PT Lion Super Indo, perusahaan ini bergerak dalam bidang retail, memperjualbelikan beraneka ragam kebutuhan mulai dari kebutuhan pokok, hingga sayuran, buah, ikan dan daging, oleh karena itu pengendalian kualitas menjadi hal yang sangat penting untuk menunjang kinerja karyawan tersebut agar bisa memaksimalkan pelayanan terhadap pelanggan

2. LANDASAN TEORI

Kualitas

Kualitas adalah tekad pelanggan, bukan tekad insinyur, bukan tekad pemasaran atau tekad manajemen. Hal ini didasarkan pada pengalaman actual pelanggan terhadap produk atau layanan, yang di ukur berdasarkan persyaratannya, dinyatakan atau tidak dinyatakan, disadari atau hanya di rasakan, secara teknis operasional atau sepenuhnya objektif.(Feigenbaum,1986)

Pengendalian Kualitas

Suatu teknik dan aktivitas/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meingkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen. (Vincent Gasperz,2005)

Metode *New Seven Quality Tools*

Adalah alat-alat bantu untuk yang dapat memetakan permasalahan, mengidentifikasi masalah dan membantu mencari faktor-faktor penyebab masalah yang terjadi, adapun ketujuh alat-alat bantu dalam metode *New Seven Quality Tools* yaitu

1) *Affinity Diagram*

Metode ini biasa digunakan untuk menentukan dengan akurat (pinpointing) masalah dalam situasi yang kacau (chaotic) dengan harapan dapat menghasilkan strategi solusi untuk penyelesaian masalah tersebut. Oleh karena itu, metode ini membutuhkan keterlibatan semua pihak dalam organisasi. Affinity diagram selanjutnya dapat dijadikan masukan untuk membuat sebuah fishbone diagram. Kusnadi (2012)

2) *Interrelationship Diagram*

Interrelationship diagram (diagram keterkaitan masalah) adalah alat untuk menganalisis hubungan sebab dan akibat dari berbagai masalah yang kompleks sehingga kita dapat dengan mudah membedakan persoalan apa yang merupakan driver (pemicu terjadinya masalah) dan persoalan apa yang merupakan outcome (akibat dari masalah). Kusnadi (2012)

3) *Tree Diagram*

Tree diagram adalah teknik yang digunakan untuk memecahkan konsep apa saja, seperti kebijakan, target, tujuan, sasaran, gagasan, persoalan, tugas-tugas, atau aktivitas-aktivitas secara lebih rinci ke dalam sub-subkomponen, atau tingkat yang lebih rendah dan rinci. *Tree Diagram* dimulai dengan satu *item* yang bercabang menjadi dua atau lebih, masing-masing cabang kemudian bercabang lagi menjadi dua atau lebih, dan seterusnya sehingga nampak seperti sebuah pohon dengan banyak batang dan cabang. Kusnadi (2012)

4) *Matrix Diagram*

Matrix diagram adalah alat yang sering digunakan untuk menggambarkan tindakan yang diperlukan untuk suatu perbaikan proses atau produk. *Matrix diagram* selalu terdiri dari baris dan kolom yang menggambarkan hubungan dua atau lebih faktor untuk mendapatkan informasi tentang sifat dan kekuatan dari masalah sehingga kita bisa mendapatkan ide-ide untuk memecahkan masalah. Kusnadi (2012)

5) *Matrix Data Analysis*

Matrix data analysis adalah alat yang digunakan untuk mengambil data yang ditampilkan dalam *matrix diagram* dan mengaturnya sehingga dapat lebih mudah diperlihatkan dan menunjukkan kekuatan hubungan antar variabel. Hubungan antara variabel data yang ditampilkan pada kedua sumbu diidentifikasi dengan menggunakan simbol-simbol untuk derajat kepentingan atau data numerik untuk evaluasi. Kusnadi (2012)

6) *Activity Network Diagram*

Activity network diagram adalah alat yang digunakan untuk merencanakan atau menjadwalkan proyek. Untuk menggunakannya, kita harus mengetahui urutan tugas-tugas beserta durasinya. Beberapa versi *activity network diagram* yang luas pemakaiannya adalah: CPM (*critical path method*), PERT (*program evaluation and review technique*), dan PDM (*precedence diagram method*). Kusnadi (2012)

7) *Process Decision Program Chart*

PDPC adalah diagram untuk memetakan rencana kegiatan beserta situasi yang mungkin terjadi sehingga PDPC bukan saja dibuat untuk tujuan pemecahan akhir dari suatu masalah, tetapi juga untuk menanggulangi kejutan risiko yang mungkin terjadi. Dengan kata lain PDPC digunakan untuk merencanakan skenario, jika pada situasi tertentu terjadi masalah, kita telah merencanakan bagaimana kemungkinan penyelesaian masalahnya sehingga kita siap untuk menanganinya. Kusnadi (2012)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian di laksanakan analisis dan pengendalian kualitas kerusakan buah menggunakan metode *New Seven Quality Tools* untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan pada buah, penelitian ini di butuhkan oleh perusahaan untuk mengurangi buah rusak yang terjadi, tahapan awal yaitu identifikasi awal masalah yang terjadi, di lanjutkan perumusan masalah, studi lapangan di bagian buah pada PT Lion Super Indo, Studi pustaka di laksanakan untuk mengetahui masalah berkaitan dengan teori, studi pustaka di dapat melalui buku dan jurnal terkait, pada tahapan pengumpulan data di lakukan dengan cara mengidentifikasi buah yang mengalami kerusakan. Data di dapatkan dengan memwancarai karyawan dan *team leader* bagian buah, pengumpulan data di mulai dari proses kedatangan buah sampai pada saat pemajangan, melihat langsung proses kerja, metode kerja dan lingkungan kerja

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

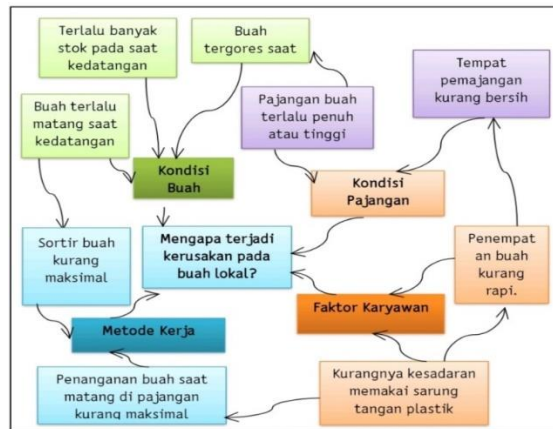
1. *Affinity Diagram*



Gambar 1 *Affinity Diagram*

Pada hasil *affinity diagram* diatas menunjukkan bahwa terdapat 4 faktor utama penyebab kerusakan yaitu kondisi buah, kondisi pajangan, metode kerja, dan faktor karyawan.

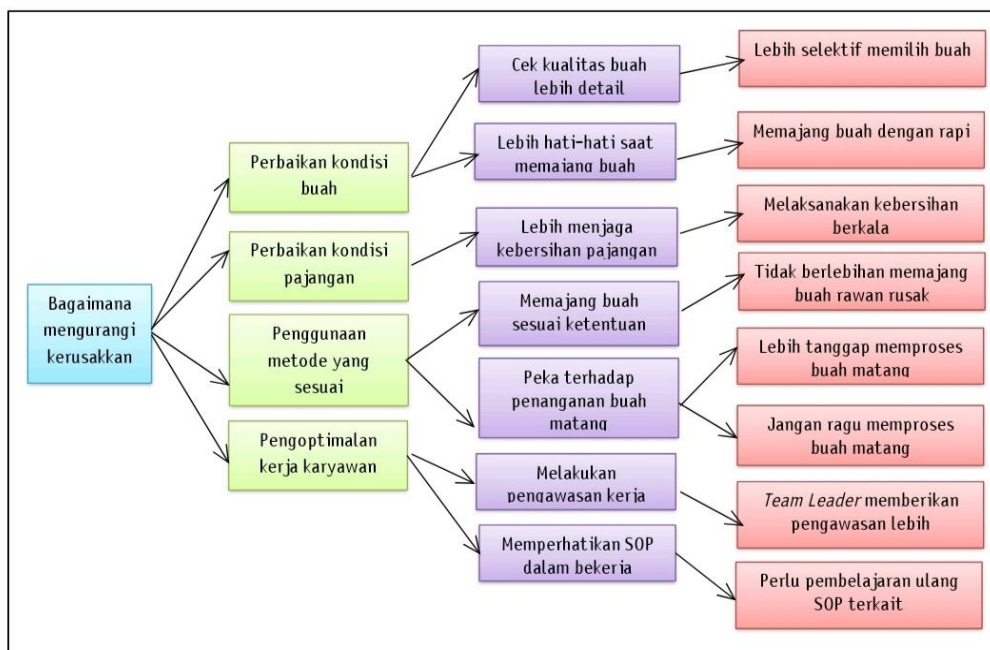
2. *Interrelationship Diagram*



Gambar 2 *Interrelationship diagram*

Interrelationship diagram merupakan diagram yang menunjukkan hubungan antar variabel satu dengan yang lainnya, varibel yang di maksud yaitu faktor yang menyebabkan kerusakan pada buah lokal.

3. *Tree Diagram*



Gambar 3 *Tree diagram*

Tree diagram di gunakan untuk memecahkan masalah secara lebih jelas dan terperinci ke beberapa sub komponen di dapatkan hasil informasi.

4. Matrix Diagram

Tabel 1 Matrix diagram

Aktifitas Perbaikan	Meningkatkan kualitas buah	Perbaikan kondisi pajangan	Meningkatkan metode kerja	Perbaikan kinerja karyawan
Aktifitas Spesifik				
Pengecekan buah sebelum di pajang	●			
Kebersihan pajangan secara berkala	○	●		
Pembelajaran ulang SOP kerja			○	●
Memajang barang dengan rapi	○	●		
Optimalisasi penanganan buah yang matang			●	○
Melakukan sortir dengan konsisten	●		○	
Pengawasan oleh Team Leader			○	●

Simbol	Nilai Simbol	Keterkaitan	Dukungan	Tanggung Jawab
●	9	Kuat	Kuat	Utama
○	3	Sedang	Sedang	Sekunder
△	1	Lemah	Lemah	Tetap terinformasi

Dalam pengolahan data matrix diagram, didapati bahwa faktor utama dalam keterkaitan untuk menurunkan kerusakan buah lokal yaitu meningkatkan kualitas buah terlihat dari indikator terbanyak pada pengolahan data matrix diagram, dilanjutkan dengan meningkatkan metode kerja, lalu perbaikan kinerja karyawan serta perbaikan kondisi kerja.

5. Matrix Data Analysis

Tabel 2 Matrix Data Analisis

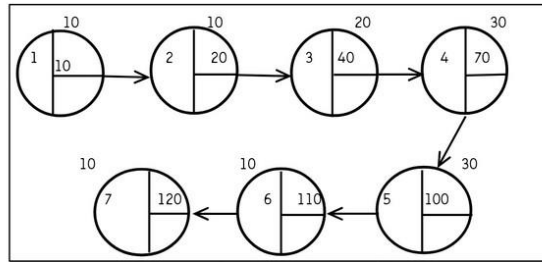
Primary	Secondary	Tertiary	Importance	PT Lion Super Indo Position
Kondisi buah kurang baik	Cek buah sebelum di pajang kurang konsisten	Buah rusak cukup tinggi harus di tangani (1)	9	7
Area pajangan kurang baik	Area pajangan kurang rapi	Masih di temukan pajangan kurang bersih (2)	8	5
Metode kerja kurang maksimal	Kurangnya penanganan buah yang sudah matang	Kurang konsistennya sortir buah (3)	8	6
Karyawan kurang optimal bekerja	Karyawan memajang buah tanpa sarung tangan plastik	Buah tergores saat memajang (4)	7	7
	Karyawan memajang buah terlalu banyak	Buah menjadi bonyok saat di pajang (5)	7	6

Tahapan *Matrix Data Analysis* dimulai dengan wawancara karyawan terkait tentang penyebab kerusakan pada buah local, dengan hasil *Matrix Data Analysis* dapat di lihat tingkat penyebab kerusakan yang paling tinggi dan paling rendah, sehingga dapat di mulai perbaikan dari faktor penyebab yang paling tinggi dan prioritas utama dalam di laksanakan penurutan kerusakan pada buah local, berdasarkan pemikiran responden atau karyawan tersebut yang di anggap mengetahui dan memahami masalah terkait.

6. Activity Network Diagram

Tabel 3 Activity Network Diagram

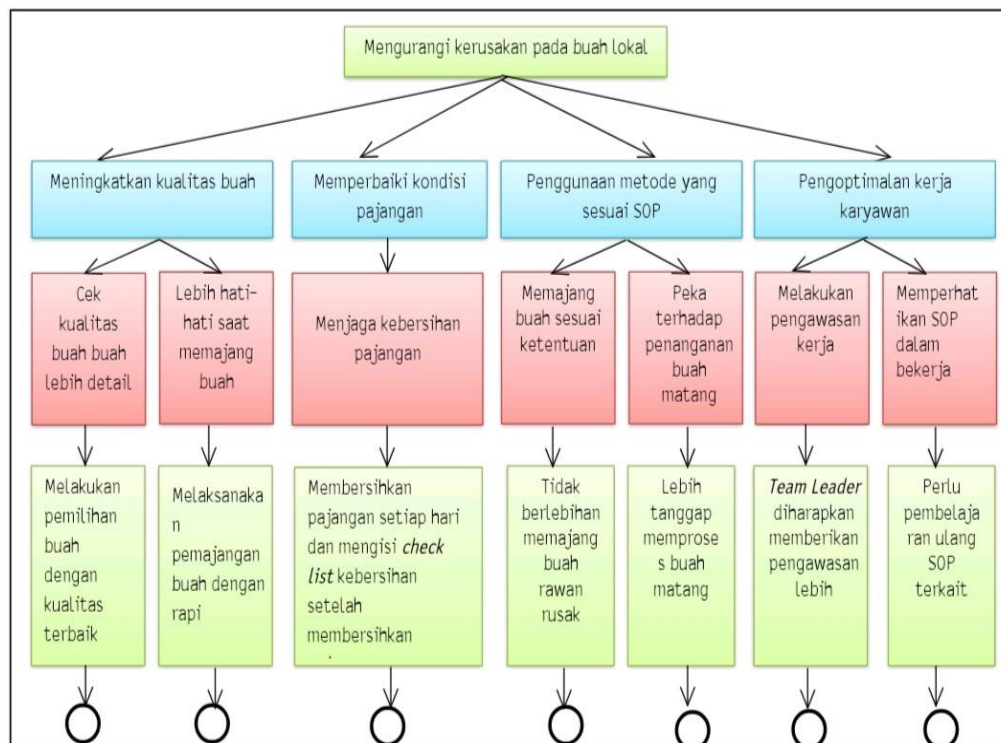
No	Daftar Kegiatan	Durasi (Menit)
1	Mengambil buah di tempat penyimpanan	10
2	Mengecek buah sebelum di pajang	10
3	Memajang buah	20
4	Sortir buah	30
5	Membersihkan pajangan	30
6	Memproses buah yang sudah matang	10
7	Membaca kembali SOP (E-Learning)	10



Gambar 4 Activity Network Diagram

Proses pembuatan Activity Network Diagram, mengacu pada proses buah dari awal hingga akhir proses buah, berikut tahapan dari proses buah beserta durasi proses.

7. Process Decision Program Chart



Gambar 5 Process Decision Program Chart

Di gunakan untuk memetakan kemungkinan yang terjadi dalam proses kerja dan kejadian saat mencoba memecahkan masalah. PDPC bisa membantu menentukan proses yang akan di gunakan untuk mendapatkan hasil yang di inginkan dengan mengevaluasi hasil yang di inginkan

5. KESIMPULAN

Dengan menggunakan New Seven Quality Tools, akar masalah dapat di buat secara terperinci menjadi 4 faktor yaitu faktor kondisi buah, kondisi pajangan, faktor metode kerja dan faktor karyawan.

PT Lion Super Indo perlu memperbaiki kualitas buah menjadi lebih segar, memperbaiki kondisi pajangan sehingga lebih menarik perhatian pengunjung untuk membeli, bekerja sesuai metode kerja, dan memperbaiki kinerja karyawan agar proses kerja berjalan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Arman V Feigenbaum. 1986. *Total Quality Control*. Edisi Ketiga. Singapura: Mcgraw-Hill Book Co

Assauri, Sofjan. 1998. *Manajemen Operasi Dan Produksi*. Edisi Revisi. Depok: Universitas Indonesia.

Chandradevi, Amelia. 2016. *Analisa Pengendalian Kualitas Produksi Botol X 500 ml Pada PT. Berlina, TBK Dengan Menggunakan Metode New Seven Tools*. Vol 5, No 4. Universitas Diponegoro. Semarang.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/download/14114/13648> (di akses 1 November 2019)

Ferastra, Kevin. 2019. *Peningkatan Kualitas Pada Layanan Pemasangan ASTINET Dengan Menggunakan Metode New Seven Tools (Studi Kasus : PT. Telkom Divisi Regional II Jabodetabek)*. Vol 8, No 1. Universitas Diponegoro . Semarang.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/23249/21182>

(di akses 1 November 2019)

Gasperz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama

Kodu, Sarini. 2013. *Harga, Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan Pengaruhnya Terhadap Keputusan Pembelia Mobil Toyota Avanza*. Hal 1252. Universitas Sam Ratulangi. Manado.

<https://media.neliti.com/media/publications/1746-ID-harga-kualitas-produk-dan-kualitas-pelayanan-pengaruhnya-terhadap-keputusan-pemb.pdf>

(di akses 5 November 2019)

Montgomery, Douglas C. 2001, *Introduction to Statistical Quality Control, 4 th Edition*, New York : Jhon Wiley & Sons. Inc.

Kusnadi, Eris 2012. About 7 New Quality Tools <https://eriskusnadi.com/2012/12/22/about-7-new-quality-tools/> (di akses 2 November 2019)

Prawirosentono, Suyadi, 2007, *Filosofi Baru Tentang Mutu Terpadu*. Edisi Kedua. Jakarta : Bumi Aksara

Rachmadina, Diva Permatasari. 2015. Analisis Penyebab Cacat Pada Penyetripan Obat X di PT .XYZ Menggunakan New Seven Tools. Vol 4, No 4. Universitas Diponegoro. Semarang.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/9870/9589>

(di akses 1 November 2019)

Tjiptiono, Fandy. 2005. *Service, Quality & Satisfaction*. Yogyakarta : Penerbit Andi

Yurin Febria Suci, 2017. Penggunaan Metode *Seven New Quality Tools* dan Metode DMAIC *Six Sigma* Pada Penerapan Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus : Roti Durian Panglima Produksi PT.Panglima Roqiiqu Group Samarinda). Universitas Mulawarman. Samarinda.

<http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/download/72/42/>

(di akses 7 November 2019)

Yamit, Zulian. 2010. *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta : EKONISIA

PERANCANGAN SISTEM KERJA PADA PROSES PEMBUATAN ENDPLATE COIL UNIT AIR CONDITIONER (AC) DENGAN PERTIMBANGAN ASPEK ERGONOMI DI PT. SINERGI MANDIRI SELARAS

Lukas Sony Budi Laksono¹, Ir. Florida Butarbutar²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Kampus Unkris Jatiwaringin Bekasi PO.Box
Email: sonylukas210890@gmail.com

Abstrak. Pekerja merupakan aset penting bagi terjaminnya kelangsungan hidup perusahaan, tetapi seringkali perusahaan kurang memperhatikan kebutuhan dan kepentingan pekerja. Kenyamanan dalam bekerja merupakan salah satu hal yang penting dalam proses produksi sehingga perlu dilakukan perancangan pada sistem kerja agar pekerja selalu merasa nyaman ketika melakukan pekerjaan. PT. PT. Sinergi Mandiri Selaras yang memproduksi semua komponen AC khususnya memproduksi endplate coil. Dalam proses pembuatan endplate coil terdapat beberapa masalah yaitu operator mudah lelah pada bagian tubuh tertentu dan fasilitas kerja yang kurang efektif sehingga operator harus melakukan pekerjaan yang membuatnya tidak nyaman. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan fasilitas kerja yang ergonomis melalui perancangan peralatan meja. Perancangan dilakukan untuk mendapatkan waktu kerja yang optimal dalam bekerja sehingga dapat meningkatkan output produksi. Beberapa hal yang dijadikan dasar dalam melakukan perancangan fasilitas kerja adalah data antropometri dan persentil sebagai dasar perancangan, analisa RULA (Rapid Upper Limb Assesment) sebagai dasar menganalisa postur kerja operator serta menggunakan software Catia V5 yang digunakan untuk simulasi dari hasil perancangan, waktu siklus untuk menentukan waktu baku. Serta untuk membandingkan postur kerja sebelum dan sesudah perancangan. Hasil penelitian terdapat penurunan level cedera yang tinggi yakni skor 7 menjadi level cedera rendah dengan skor 4 menggunakan metode RULA. Dengan fasilitas kerja sesudah perancangan waktu standar mengalami penurunan yang cukup signifikan sebesar 8,6% .

Kata kunci: Perancangan, Sistem Kerja, Ergonomi, RULA.

Abstract. Workers are an important asset for the survival of companies, but often companies pay less attention to the needs and interests of workers. Comfort in working is one of the important things in the production process so it is necessary to design the work system so that workers always feel comfortable when doing the work. PT. PT. Sinergi Mandiri Selaras which produces all ac components, especially producing endplate coil. In the process of making endplate coil, there are several problems that operators are easily tired of certain parts of the body and work facilities that are less effective so that the operator has to do a job that makes it uncomfortable. This research aims to obtain ergonomic work facilities through the design of desk equipment. Design is done to get optimal up time in work to increase production output. Some of the basics in designing work facilities are anthropometric and percentile data as the basis for design, analysis of RULA (Rapid Upper Limb Assessment) as a basis for analyzing the operator's work posture and using Catia V5 software used for simulation of design results, cycle time to determine the raw time. As well as to compare work posture before and after design. The results of the study showed a decrease in the high injury level of 7 to a low injury level with a score of 4 using the RULA method. With work facilities after standard time design experienced a significant decrease of 8.6%.

Keywords: Design, Ergonomics, RULA, Working System.

1. PENDAHULUAN

Pekerja merupakan aset penting bagi terjaminnya kelangsungan hidup perusahaan, tetapi seringkali perusahaan kurang memperhatikan kebutuhan dan kepentingan pekerja. Masih banyaknya perusahaan yang proses produksinya tidak di dukung oleh metode yang standard dan fasilitas kerja yang ergonomi menyebabkan pekerja sering mengalami keluhan – keluhan pada bagian tubuhnya. Keluhan – keluhan yang timbul di akibatkan tidak adanya fasilitas kerja yang ergonomis dan sesuai dengan postur tubuh pekerja sehingga menyebabkan pekerja pun terasa kurang nyaman

Kenyamanan dalam bekerja merupakan salah satu hal yang penting dalam proses produksi, dengan memperhatikan kenyamanan dalam bekerja maka akan dapat mengurangi terjadinya keluhan – keluhan dalam bekerja seperti pegal – pegal otot leher, punggung, kaki dan sebagainya.

Berdasarkan pengamatan awal di PT.SINERGI MANDIRI SELARAS terdapat proses dan cara kerja yang kurang efisien dan efektif di dalam proses produksinya untuk mencapai hasil yang maksimal. Oleh karena itu harus ada perubahan dan perbaikan pada system kerja untuk mencapai hasil yang maksimal. Perancangan system kerja merupakan bagian yang sangat penting dan harus di perhatikan untuk mencapai tujuan dalam melaksanakan kegiatan perusahaan. Dalam proses produksinya PT.SINERGI MANDIRI SELARAS dilakukan secara manual di mana peralatan yang digunakan adalah mesin *cutting* material plate, mesin *cnc punching*, mesin *cutting endplate*, mesin *bending* tekuk. Untuk proses pemotongan plate menggunakan mesin *cutting* material plate dengan posisi telapak kaki yang terlalu menekuk pada saat menginjak pedal mesin. Hal ini menyebabkan keluhan – keluhan pada beberapa anggota tubuh terutama pada bagian kaki. Pada proses mesin *punching cnc* posisi anggota tubuh terutama tangan dan punggung yang agak membungkuk untuk menaikkan plate material ke meja *cnc punching* yang kurang baik sehingga menimbulkan keluhan – keluhan seperti keram di otot tangan dan pegal – pegal pada bagian punggung. Begitu juga halnya yang terdapat pada proses mesin *cutting endplate* dan mesin *bending* tekuk.

Di PT.SINERGI MANDIRI SELARAS ini juga masih belum adanya prosedur kerja yang jelas bagi pekerja yang terdapat pada semua divisi terutama *sheet metal*. Maka pekerja sering melakukan kesalahan – kesalahan yang diakibatkan karena prosedur kerja yang tidak jelas dan menghambat proses kerja. Selain itu kondisi lingkungan kerja dengan suhu yang panas dan sikap kerja yang kurang baik juga mempengaruhi kualitas dalam bekerja. Jika hal ini tidak di atasi dengan segera maka kenyamanan dalam bekerja tidak dapat diciptakan serta system kerja yang mempertimbangkan kemampuan dan keterbatasan manusia dalam melakukan pekerjaannya tidak akan tercapai, sehingga akan merugikan perusahaan dan pekerja itu sendiri. Dan untuk mendukung semua itu diperlukan beberapa fasilitas yang tentunya sangat mendukung pekerjaan tersebut terutama pada proses produksinya dan tentunya fasilitas – fasilitas yang diperlukan pada bagian divisi *sheet metal*.

2. METODE PENELITIAN

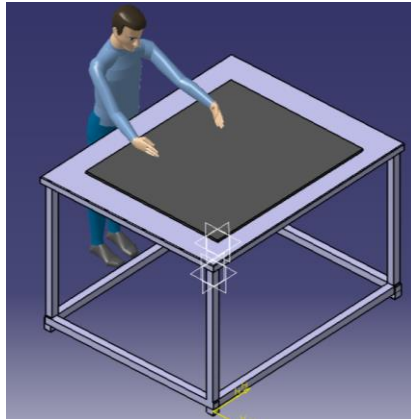
Study lapangan dilakukan di PT.SINERGI MANDIRI SELARAS study ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan – permasalahan yang terjadi dan informasi – informasi yang diperlukan untuk menentukan kearah mana penelitian akan dilakukan. Berdasarkan informasi tersebut maka di dapat tahap penyelesaian masalah yang ada, sehingga pembahasan dalam penelitian ini menjadi lebih terarah.

Dalam study lapangan ini data – data yang diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Data keluhan – keluhan semua pekerja yang berada pada bagian *sheet metal*.
2. Data antropometri yang diambil dari pekerja yang berada pada bagian *sheet metal*
3. Data target produksi selama enam bulan terakhir

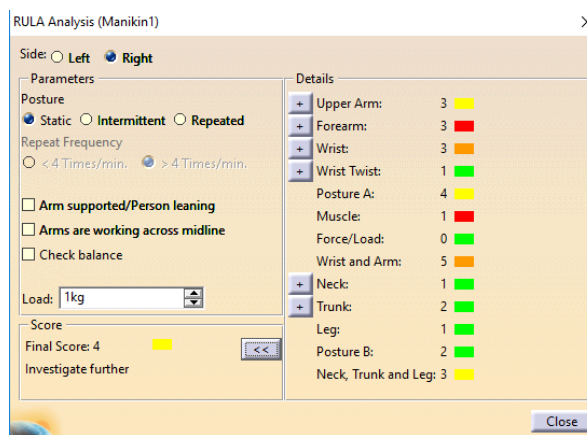
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data Tingkat Kelelahan Akibat Kerja



Gambar 3. Analisa Gerak

Bedasarkan analisa gerak yang di lakukan *software* catia V5 dengan fasilitas kerja yang sudah di rancang, tangan kanan dan kiri memegang material yang akan diproses pada mesin skor RULA dapat di lihat pada gambar 2 dan 3.

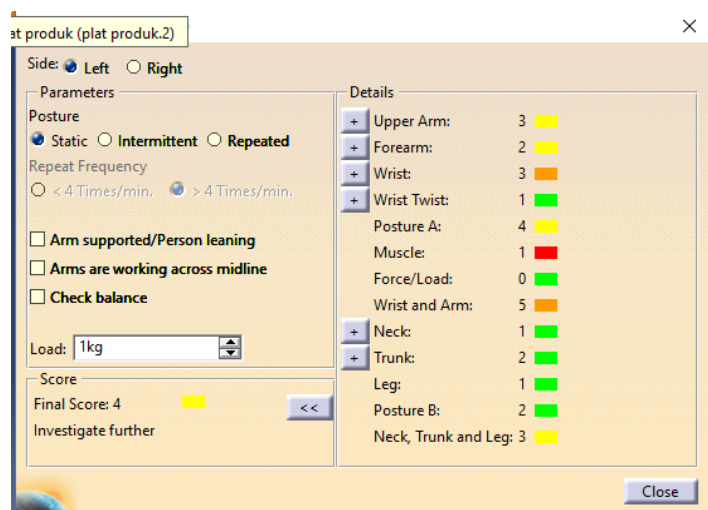


Gambar 4. Analisa Pada *Software* Catia V5

Tabel 11. Perhitungan Skor RULA Postur Kerja Bagian Kanan Setelah Perancangan

No	Keterangan	Skor	Alasan
1	Posisi lengan atas (<i>Upper arm</i>)	+3	lengan membentuk 45-90 derajat dari posisi tubuh.
2	Posisi lengan bawah (<i>Lower arm</i>)	+3	lengan bawah membentuk sudut diatas 90.
3	Posisi pergelangan tangan (<i>Wrist position</i>)	+3	pergelangan tangan membengkok ke samping.

4	Penikungan pergelangan tangan (<i>Wrist twist</i>)	+1	pergelangan tangan terpelintir sampai batas tengah
Skor Tabel A Wirst & Arm			+5
1	Skor Tabel A <i>Wirst & Arm</i>	+4	Didapat dari Skor A
2	Penggunaan Otot (<i>Muscle Use Score</i>)	+1	di karenakan aktivitas di lakukan lebih dari 4x per menit
3	Muatan (<i>Skor Force</i>)	+0	beban di bawah <44 lbs. Berat cap hanya 23 gram
Skor Lengan & Pergelangan tangan (<i>Wirst & Arm</i>)			+4
1	<i>Neck</i> Posisi (Leher)	+1	leher tegak.
2	<i>Trunk</i> Posisi (Punggung)	+2	pada aktifitas bekerja, badan tegak
3	<i>Leg</i> Posisi (Kaki)	+1	bedasarkan analisa bahwa kaki dalam kondisi duduk dan tertopang.
Skor Tabel B <i>Neck, Trunk & Leg</i>			+3
1	Skor Tabel B <i>Neck, Trunk & Leg</i>	+2	Didapat dari Skor B
2	Penggunaan Otot (<i>Muscle Use Score</i>)	+1	dkarenakan aktivitas bagian kepala dan leher lebih dari 4x per menit naik turun.
3	Muatan (<i>Skor Force</i>)	+0	karna beban di bawah <44 lbs. Berat topi hanya 300 gram.
Skor Leher, Punggung & Kaki (<i>Neck, Trunk & Leg</i>)			+3



Gambar 5. Analisa Pada Software Catia V5

Tabel 12. Perhitungan Skor RULA Postur Kerja Bagian Kiri Setelah Perancangan

No	Keterangan	Skor	Alasan
1	Posisi lengan atas (<i>Upper arm</i>)	+3	lengan membentuk 45-90 derajat dari posisi tubuh.
2	Posisi lengan bawah (<i>Lower arm</i>)	+2	lengan bawah membentuk sudut dibawah 90.
3	Posisi pergelangan tangan (<i>Wrist position</i>)	+3	pergelangan tangan membengkok ke samping.

4	Penikungan pergelangan tangan (<i>Wrist twist</i>)	+1	pergelangan tangan terpelintir sampai batas tengah
Skor Tabel A <i>Wrist & Arm</i>		+5	
1	Skor Tabel A <i>Wrist & Arm</i>	+4	Didapat dari Skor A
2	Penggunaan Otot (<i>Muscle Use Score</i>)	+1	di karenakan aktivitas di lakukan lebih dari 4x per menit
3	Muatan (<i>Skor Force</i>)	+0	beban di bawah <44 lbs. Berat cap hanya 23 gram
Skor Lengan & Pergelangan tangan (<i>Wrist & Arm</i>)		+4	
1	<i>Neck</i> Posisi (Leher)	+1	leher tegak.
2	<i>Trunk</i> Posisi (Punggung)	+2	pada aktifitas bekerja, badan tegak
3	<i>Leg</i> Posisi (Kaki)	+1	bedasarkan analisa bahwa kaki dalam kondisi duduk dan tertopang.
Skor Tabel B <i>Neck, Trunk & Leg</i>		+3	
1	Skor Tabel B <i>Neck, Trunk & Leg</i>	+2	Didapat dari Skor B
2	Penggunaan Otot (<i>Muscle Use Score</i>)	+1	dkarenakan aktivitas bagian kepala dan leher lebih dari 4x per menit naik turun.
3	Muatan (<i>Skor Force</i>)	+0	karna beban di bawah <44 lbs. Berat topi hanya 300 gram.
Skor Leher, Punggung & Kaki (<i>Neck, Trunk & Leg</i>)		+3	

Berdasarkan analisa bagian tubuh kanan dan kiri di atas bahwa skor RULA keduanya menunjukkan angka 4, yang berarti level resiko cedera pada aktifitas setelah perancangan rendah.

Kategori Postur kerja merupakan hasil dari pengolahan data, dimana inputnya berupa postur-postur kerja para pekerja pada bagian sheet metal. Postur kerja dikategorikan menurut tingkat resiko terhadap kenyamanan dalam bekerja menggunakan metode RULA. Penilaian tingkat kelelahan dan cedera akibat kerja dapat dilihat di tabel 3 berikut.

Tabel 13. Rekapitulasi Penilaian Postur Kerja Setelah Dan Sebelum Perancangan

Analisa RULA		
Keterangan	Sebelum Perbaikan	Sesudah perbaikan
Skor Aktivitas OP 1	7	4
Skor Aktivitas OP 2	7	4
Skor Aktivitas OP 3	7	4
Skor Aktivitas OP 4	7	4
Posisi Badan	Membungkuk	Tegak
Resiko cedera	Tinggi	rendah

Berdasarkan tabel 1 bahwa setelah dilakukan perancangan kerja pada divisi *sheet metal* dengan pendekatan ergonomi terdapat penurunan tingkat resiko kelelahan cedera akibat kerja yang signifikan sebesar 3 *point* menggunakan metode RULA.

Postur tubuh pekerja ketika melakukan aktivitas pembuatan endplate coil pada meja kerja tidak lagi membungkuk yang dapat mengakibatkan merasa cepat lelah seperti yang dialami operator pada saat bekerja, bahwa keluhan pekerja sebelum perancangan bagian tubuh yang sering terasa sakit adalah punggung sebesar 7,22% dapat diminimalisir sesuai analisa RULA menggunakan catia dengan kondisi kerja sekarang punggung dalam posisi tegak.

3.2 Analisa Waktu Baku

Waktu baku digunakan untuk mengetahui berapa waktu sebenarnya yang diperlukan pekerja untuk membuat 1 buah endplate coil. Perhitungan waktu baku harus dinyatakan termasuk toleransi beristirahat untuk mengatasi kelelahan atau faktor-faktor lain yang tidak dapat dihindarkan. Sehingga sebelum menentukan waktu baku terlebih dahulu menghitung waktu normal untuk menormalkan hasil pengukuran agar pekerjaan operator tetap dalam kecepatan wajar dan diberikan kelonggaran (*allowance*) yang dinyatakan dalam persen dari waktu normal. Kelonggaran ini diberikan untuk tiga hal, yaitu kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi dan tidak dapat dihindarkan oleh pekerja. Perbandingan waktu baku sebelum dan sesudah perancangan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Perbandingan Waktu Baku Sebelum Dan Sesudah Perancangan

Keterangan	Waktu Siklus (detik)	Waktu Normal (detik)	Waktu baku (detik)
Sebelum Perancangan	792,16	912,07	1.879,12
Sesudah Perancangan	722,07	830,96	1.715,85

Berdasarkan tabel 4 diatas, terlihat sebelum perancangan waktu baku awal yaitu sebesar 1.879,12 detik. Dan setelah perancangan terlihat penurunan waktu baku yang cukup signifikan menjadi 1.715,85 detik. Dengan turunnya nilai waktu baku sebesar 8,6 % maka diharapkan dapat meningkatkan target dari produksi yang telah ditentukan.

3.3 Analisa Rancangan Sistem Kerja

Berdasarkan observasi yang telah di lakukan pada divisi sheet metal, terdapat banyak aktivitas yang menagharuskan pekerja bergerak untuk menjangkau setiap material yang akan diproduksi, kondisi jangkauan tangan pekerja pada setiap stasiun kerja baik pada saat proses cutting material, proses CNC punch atau proses cutting endplate bahkan pada saat proses bending coil terlihat kesulitan dikarenakan meja kerja yang kurang ergonomi, meja kerja yang digunakan pada setiap stasiun kerja terlalu pendek atau tidak sesuai dengan antropometri pekerja sehingga pada saat melakukan proses pekerjaan kurang efektif dan ergonomis. Dengan kondisi kerja lama yang kurang efisien dan ergonomis, maka dilakukan perancangan sistem kerja baru dengan merancang fasilitas kerja berupa meja kerja. Rancangan sistem kerja baru dibuat berdasarkan data pengukuran antropometri pekerja dengan pengambilan langsung terhadap 30 responden. Data antropometri akan digunakan dalam perancangan fasilitas kerja berupa meja kerja yang sesuai dengan nilai persentil yang dibutuhkan agar tercapai nilai ergonomi rancangan sistem kerja yang baru. Adapun ukuran yang akan digunakan dalam rancangan dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 15. Ukuran Yang Ditetapkan Dalam Rancangan

No	Rancangan	P	Hasil
1	Tinggi Meja (TSB+Toleransi)	P5	102 cm
2	Panjang Meja (PM)	-	160 cm
3	Lebar Meja (LM)	P95	130 cm

Berdasarkan tabel diatas, ukuran tinggi meja kerja menggunakan persentil 5 dari nilai ukuran tinggi siku berdiri dengan tujuan agar pekerja yang kurang tinggi tetap dapat menggunakan meja dengan nyaman. Pada ukuran panjang meja didapat dari ukuran panjang dari panjang endplate ditambah toleransi agar meja yang digunakan sesuai dan cukup untuk menyimpan material yang akan diproses. Pada ukuran lebar meja didapat

dari lebar material endplate yang sesuai dengan gambar standard yang telah ditentukan oleh bagian engineering ditambah dengan toleransi dari lebar material tersebut.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa dapat disimpulkan perancangan system kerja pada proses pembuatan endplate coil unit air conditioner (AC) dengan pertimbangan aspek ergonomi di PT. SINERGI MANDIRI SELARAS adalah Kenyamanan dalam bekerja merupakan salah satu hal yang penting dalam proses produksi. Dengan memperhatikan kenyamanan dalam bekerja maka akan dapat mengurangi terjadinya keluhan – keluhan dalam bekerja seperti pegal – pegal otot, leher, punggung, kaki dan sebagainya. Dan berdasarkan analisa RULA terdapat penurunan level cedera, dari yang sebelumnya level cedera tinggi yakni Proses OP 1 dengan skor 7, Proses OP 2 dengan skor 7, Proses OP 3 dengan skor 7, dan Proses OP 4 dengan skor 7. Dan setelah melakukan perbaikan terjadi penurunan level cedera yang cukup rendah yakni menjadi skor 4 pada setiap proses operasi, Rancangan sistem kerja yang baru pada proses pembuatan endplate dari yang sebelumnya waktu standard proses pembuatan endplate coil 1.879,12 detik menjadi 1.715,85 detik. Sehingga waktu standar mengalami penurunan sebesar 8,6%, dan terakhir Sistem kerja yang ergonomi dilakukan dengan merancang fasilitas kerja meja kerja berdasarkan ukuran data antropometri pekerja dengan ukuran rancangan yang sesuai dengan kondisi kenyamanan di PT. Sinergi Mandiri Selaras adalah

Meja

- Tinggi meja = 102 cm
- Lebar Meja = 130 cm
- Panjang meja = 160 cm

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, Meri. 2016. *Perancangan Peralatan Secara Ergonomi Untuk Meminimalkan Kelelahan*. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>.
- Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi Dan Operasi Edisi Revisi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia : Jakarta
- Astuti, Rahmaniyah Dwi dan Irwan Iftadi. 2016. *Analisis Dan Perancangan Sistem Kerja*. Anggota IKAPI : Yogyakarta
- Fahmi, Irham. 2014. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Alfabeta : Bandung.
- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Grasindo : Jakarta.
- Ishak, Aulia. 2010. *Manajemen Operasi*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Iftikar z, Sutalaksana Ruhana Anggawisastra, Jann H, Tjakraatmadja. 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. ITB : Bandung.
- Jennie Hasimijaya, Mariana Wibowo, Dodi Wondo, 2017. *Kajian Antropometri & ERGONOMI Desain*. <https://media.neliti.com>.
- Kristanto, Agung. 2016. *Perancangan Sistem Kerja Pada Proses Pengemasan Dengan Pendekatan ERGONOMI*. <https://jurnal.umj.ac.id>
- Kusuma, Hendra. 2009. *Manajemen Produksi Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Andi : Yogyakarta
- Muhamad Kholil, Rudini Mulya, 2013. *Analisa Postur kerja Dengan Metode RULA*. <https://www.scribd.com>.
- Nasution, Arman Hakim & Prasetyawan, Yudha. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Nurul Dzikirillah, Euis Nina Saparina Yuliani, 2015. *Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode RULA*. <https://journal.untar.ac.id>
- Suamir, I Nyoman, dkk. 2015. *Sistem Pengkondisian Udara Dan Analisa Gangguan*. Politeknik Negeri Bali : Bali.

- Sunaryo kuswana, Wowo. 2015. *ANTROPOMETRI Terapan Untuk Perancangan Sistem Kerja*. PT Remaja Rosdakarya : Bandung
- Tarwaka, 2015. *ERGONOMI INDUSTRI Dasar – Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja*.Harapan Press : Surakarta
- Yanto dan Billy Ngaliman,2017.*ERGONOMI Dasar – Dasar Studi Waktu Dan Gerakan Untuk Analisis Dan Perbaikan System Kerja*. Andy : Yogyakarta

**IMPLEMENTASI METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II* PADA
PERANCANGAN PENJADWALAN PERAWATAN PREVENTIF ALAT
PERSINYALAN KERETA API STUDI KASUS UPT
RESOR SINTELIS 1.12 KARAWANG
PT. KERETA API INDONESIA**

Muhtar Supriyadi¹ , Suwanda²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jl. Kampus Unkris Jatiwaringin Bekasi 13077
Email : Muhtar.supriyadi22@gmail.com

Abstrak. Dengan bertambahnya minat masyarakat terhadap moda transportasi kereta api, PT. Kereta Api Indonesia (Persero) berusaha meningkatkan pelayanannya. Salah satunya adalah menjamin kelaikan sarana dan prasarana, sehingga keselamatan dan ketepatan perjalanan kereta api dapat terpenuhi. Sebagai unit prasarana yang bertanggung jawab terhadap keandalan peralatan persinyalan, UPT Resor Sintelis 1.12 Karawang masih terdapat jumlah gangguan peralatan persinyalan yang cukup tinggi, dimana permasalahan tersebut mengakibatkan keterlambatan perjalanan kereta api. Tujuan dilakukan penelitian yaitu untuk menentukan interval perawatan yang tepat pada peralatan persinyalan kereta api dengan mengetahui komponen kritis dan tindakan yang tepat saat perawatan. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Reliability Centered Maintenance II* dengan perhitungan *Failure Mode and Effect Analyze*. RCM II diartikan sebagai metode yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan saat perawatan, sedangkan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan tertinggi pada setiap kerusakan mesin. Dari penelitian dengan perhitungan FMEA dan RCM II, diperoleh interval perawatan yang optimal pada tiga peralatan kritis yaitu, Point Machine selama 273 jam, Axle Counter selama 280 jam dan Track Circuit selama 225 jam.

Kata Kunci: FMEA dan RCM II, Perawatan Preventif, Persinyalan.

Abstract. With increasing public interest in rail transportation modes, PT. Kereta Api Indonesia (Persero) seeks to improve its services. One of them is ensuring the feasibility of facilities and infrastructure, so that the safety and accuracy of train travel can be met. As an infrastructure unit that is responsible for the reliability of signaling equipment, UPT Resort Sintelis 1.12 Karawang still has a number of signaling equipment disturbances that are quite high, where these problems result in delays in train travel. The purpose of the research is to determine the appropriate maintenance interval in the train signaling equipment by knowing the critical components and the right actions during treatment. To overcome this problem, the method used in this study is *Reliability Centered Maintenance II* with the calculation of *Failure Mode and Effect Analyze*. RCM II is defined as the method used to determine what to do during maintenance, while FMEA is used to identify the highest form of failure in any engine failure. From research with FMEA and RCM II calculations, an optimal maintenance interval is obtained for three critical machines, namely 273 hours maintenance interval of Point Machine, 280 hours maintenance interval of Axle Counter and 225 hours maintenance interval of Track Circuit.

Keywords: FMEA and RCM II, Interlocking , Preventive Maintenance.

1. PENDAHULUAN

Peralatan persinyalan menjadi salah satu fasilitas dalam pengoperasian kereta api, yang memberi petunjuk dan panduan perjalanan kereta api. Peranan peralatan persinyalan sangatlah penting bagi perjalanan kereta api, yakni sebagai pembagi ruang dan waktu sehingga tidak mungkin berjalan dua kereta atau lebih dalam satu jalur dan satu waktu. Untuk mempertahankan kondisi tersebut, maka perlu dilakukan pemeliharaan secara terprogram dan terorganisir yang sesuai dengan jenis sarana dan prasarannya. Karena perannya yang sangat penting itulah, maka jika terjadi kerusakan/gangguan pada salah satu alat persinyalan maka perjalanan kereta api juga akan terhambat sehingga waktu perjalanan bertambah yang berakibat keterlambatan kedatangan kereta api di stasiun tujuan.

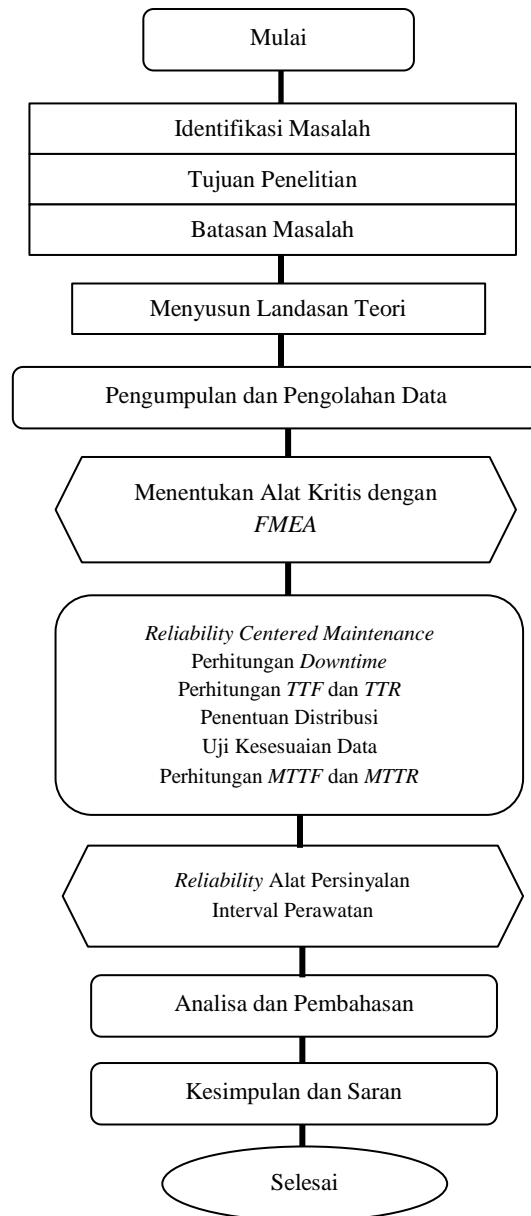
Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jadwal interval perawatan alat persinyalan yang tepat supaya dapat meningkatkan keandalan dan menurunkan jumlah kerusakan/gangguan sekecil mungkin.
2. Memilih tindakan perawatan preventif yang tepat dan efektif.

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian disesuaikan dengan diagram alir (*Flow Chart*) yang ditunjukkan pada Gambar 1. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder berupa teori mengenai Perawatan, data peralatan dan komponennya, *Reliability Centered Maintenance* dan *Preventive Maintenance*, serta data primer berupa data historis gangguan peralatan persinyalan, frekuensi gangguan dan jadwal perawatan.

Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan mengelompokkan dan mengklasifikasikan data kerusakan/gangguan alat persinyalan, menentukan komponen kritis dengan *Failure Mode and Effect Analysis*, perhitungan *Time to Failure* dan *Time to Repair*, penentuan distribusi, uji kesesuaian data, perhitungan *MTTF* dan *MTTR* alat persinyalan, menghitung reliabilitas alat persinyalan, sehingga dari analisis pengolahan data tersebut diperoleh interval jadwal perawatan yang tepat.

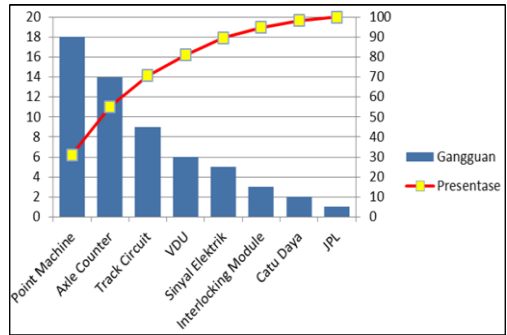


Gambar 6. Diagram Alur Penelitian

3. PENGOLAHAN DATA

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data meliputi :

- 1) Penentuan Alat/komponen Kritis.
Menentukan alat/komponen kritis dalam sistem persinyalan kereta api dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan jumlah atau frekuensi kerusakan setiap alat/komponen. Pada Gambar 2, menunjukkan tiga alat dengan jumlah kerusakan/gangguan terbanyak, yaitu : *Point Machine*, *Axle Counter* dan *Track Circuit*.



Gambar 2. Diagram Pareto Sub-Sistem Kritis.

2) *Failure Mode and Effect Analysis.*

Selanjutnya adalah menghitung nilai *RPN* pada masing-masing alat/komponen dengan terlebih dahulu membuat tabel *FMEA* untuk mengetahui berbagai penyebab kerusakan/kegagalan fungsi serta dampak yang ditimbulkan. Analisis dilakukan dengan penilaian *Severity*, *Occurance* dan *Detection*, selanjutnya rumus yang digunakan untuk menghitung *RPN* adalah :

$$RPN = S \times O \times D \dots \dots \dots (1)$$

3) *Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet.*

RCM II Decision Worksheet digunakan untuk mencari jenis tindakan perawatan (*Maintenance Task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure mode*. Salah satu contoh adalah *Proposed Task* yaitu langkah penanganan yang dianjurkan, misalnya *Scheduled Restoration Task*, *Scheduled Discard Task* dan *Scheduled on condition Task*.

4) Penentuan Distribusi Data.

Setelah diperoleh 3 alat dengan frekuensi kerusakan dan nilai *RPN* tertinggi, maka selanjutnya adalah menentukan *Time to Repair* dan *Time to Failure*. Untuk kemudian menentukan distribusi data. Proses penentuan distribusi untuk data *TTF* dan *TTR* masing-masing alat/komponen kritis adalah dengan membuat hipotesa apakah data kerusakan mengikuti distribusi *Weibull*, *Lognormal*, atau *Ekspontial* dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting*.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

(2)

Dimana *r* : *index of fit*

Letak nilai *r* terbesar merupakan distribusi yang akan digunakan untuk pengolahan data berikutnya. Contoh hasil perhitungan untuk penentuan distribusi data dapat dilihat pada Lampiran 1.

5) Uji Kesesuaian Distribusi Data.

Dilakukan uji *Goodness of fit* terhadap data *TTF* dan *TTR* yang diperoleh, hal ini bertujuan untuk meyakinkan apakah pola distribusi data sudah sesuai dengan pola distribusi tertentu untuk diolah lebih lanjut guna memperoleh parameter dari masing-masing alat/komponen. Misalkan Uji *Mann's* untuk menentukan apakah data berdistribusi *Weibull* atau bukan.

a. Menentukan Hipotesa, dimana :

H_0 : Data berdistribusi *weibull*.

H_1 : Data tidak berdistribusi *weibull*.

Dengan taraf nyata (α) = 0,05 dan wilayah kritik : tolak H_0 bila $M > F_{erit}$

- b. Menghitung selang waktu antar kerusakan (t_i), kemudian menghitung nilai k_1 dan k_2 dengan menggunakan rumus :

$$k_1 = \left[\frac{r}{2} \right] \dots \dots \dots (3)$$

$$k_2 = \left[\frac{r-1}{2} \right] \dots \dots \dots (4)$$

- c. Menghitung nilai Z_i masing-masing data dengan menggunakan rumus :

$$Z_i = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{i-0,5}{n+0,25} \right) \right] \dots \dots \dots (5)$$

- d. Menghitung nilai M_i masing-masing data dengan rumus :

$$M_i = Z_{i+1} - Z_1 \dots \dots \dots (6)$$

- e. Menghitung Nilai M menggunakan rumus :

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)}{k_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)} \dots \dots \dots (7)$$

- f. Terakhir adalah membandingkan nilai M dengan nilai F tabel sesuai dengan derajat kebebasan/taraf nyata, bila $M < F_{erit}$ maka data berdistribusi *weibull*.

6) Menentukan Parameter.

Penentuan Parameter pada *TTF* dan *TTR* dengan distribusi *weibull* meliputi perhitungan intersep (a), gradien (b), parameter bentuk (β) dan parameter skala (θ) dengan menggunakan rumus :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots (8)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots \dots \dots (9)$$

$$\beta = b \dots \dots \dots (10)$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} \dots \dots \dots (11)$$

7) Perhitungan *MTTF* dan *MTTR*.

Menghitung *Mean Time to Failure (MTTF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)* dengan menggunakan parameter yang telah didapat pada masing-masing alat/komponen. Maka perhitungannya adalah :

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots \dots \dots (12)$$

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots \dots \dots (13)$$

Contoh hasil perhitungan untuk uji kesesuaian distribusi data dapat dilihat pada Lampiran 2.

8) Perhitungan *Reliability* Alat Persinyalan.

Menghitung keandalan dilakukan untuk mengetahui probabilitas kinerja dari ketiga alat (*Point Machine, Axle Counter, Track Circuit*) untuk memenuhi fungsi yang diharapkan, rumus yang digunakan adalah :

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \dots \dots \dots (14)$$

9) Penentuan Interval Perawatan Alat Persinyalan.

- a. Rata-rata jam kerja per bulan.

Dihitung dengan mengalikan Hari kerja dalam satu bulan dengan jam kerja dalam satu hari, dimana ketiga alat mempunyai rata-rata jam kerja yang sama, yaitu : 30 hari × 24 jam = 720 jam.

b. Waktu rata-rata perbaikan.

$$\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}}$$

Sehingga rata-rata waktu perbaikannya adalah : $\mu R = \frac{1}{1/\mu} \dots (15)$

c. Waktu rata-rata pemeriksaan.

$$\frac{\bar{t}}{i} = \frac{\text{rata - rata sekali periksa}}{\text{rata - rata jam kerja per bulan}}$$

Sehingga rata-rata waktu sekali periksa adalah : $i = \frac{1}{\bar{t}/i} \dots (16)$

d. Rata-rata kerusakan.

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 2 tahun}}{24}$$

e. Interval waktu perawatan.

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu R}} \dots (17)$$

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n} \dots (18)$$

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan untuk menentukan alat/mesin kritis pada peralatan persinyalan dengan menggunakan tabel *FMEA (Failure Mode and Effect Analyze)*, maka ditemukan 3 (tiga) alat kritis, yaitu : *Point Machine* dengan *RPN* sebesar 196, *Axle Counter* dengan *RPN* sebesar 175, dan *Track Circuit* dengan *RPN* 112.

Kemudian berdasarkan *RCM II Decision Worksheet* diperoleh bahwa tindakan yang perlu dilakukan untuk tiap alat/mesin yang sering mengalami kerusakan dapat dilihat pada Lampiran 3 yang menunjukkan kegiatan perawatan yang disarankan dan interval perawatan yang optimal.

1. Pada alat *Point Machine* dengan interval perawatan 273,76 jam, dilakukan tindakan *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task* artinya alat tersebut membutuhkan tindakan pengecekan untuk penggantian komponen.
2. Pada alat *Axle Counter* dengan interval perawatan 280,15 jam, dilakukan tindakan *scheduled discard task* artinya alat tersebut membutuhkan tindakan pengecekan untuk penggantian komponen.
3. Pada alat *Track Circuit* dengan interval perawatan 225,7 jam, perlu dilakukan tindakan *scheduled restoration task* dimana butuh tindakan perawatan secara terjadwal.

5. KESIMPULAN

Interval perawatan berdasarkan *Reliability Centered Maintenance II Decision Worksheet* untuk alat persinyalan yang mempunyai potensi dan/atau jumlah kegagalan tertinggi terdapat pada *Point Machine*, *Axle Counter*, dan *Track Circuit* dengan masing-masing interval perawatan sebelum dan sesudah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*, sehingga diperoleh usulan

interval perawatan optimal, diantaranya *Point Machine* sebelumnya setiap 2 minggu sekali dan mengalami gangguan sebanyak 18 kali dalam 2 tahun, menjadi setiap 273 jam (11 hari), kemudian *Axle Counter* sebelumnya setiap 1 bulan sekali dan mengalami gangguan sebanyak 14 kali dalam 2 tahun, menjadi setiap 280 jam (11 hari), *Track Circuit* sebelumnya setiap 1 bulan sekali dan mengalami gangguan sebanyak 9 kali dalam 2 tahun, menjadi setiap 225 jam (9 hari).

DAFTAR PUSTAKA

- Dwiatmoko, Hermanto. 2013. *Keselamatan Fasilitas Operasi Kereta Api*. Kencana Prenada Media Group. Jakarta.
- Kurniawan, Fajar. 2013. *Manajemen Perawatan Industri*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Moubray, John. 1991. *Reliability Centered Maintenance II Second Edition*. Penerbit Butterworth-Heinemann. Oxford.
- Nachnul Ansori & M. Imron Mustajib. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Pedoman Perawatan Sintelis*. 2011. Direktorat Teknik Sinyal Telekomunikasi dan Kelistrikan. Bandung.
- Pranoto, Hadi ,MT. 2015. *Reliability Centered Maintenance*. Mitra Wacana Media. Jakarta.

Lampiran 1

Hasil perhitungan Least Square of Fitting untuk TTR pada distribusi Weibull

<i>Point Machine</i>							
i	ti	xi=ln ti	F(ti)	yi	xi.yi	xi ²	yi ²
1	4	1,38	0,04	-3,2	-4,416	1,9044	10,24
2	106	4,66	0,09	-2,36	-10,9976	21,7156	5,5696
3	135	4,9	0,15	-1,81	-8,869	24,01	3,2761
4	136	4,91	0,21	-1,44	-7,0704	24,1081	2,0736
5	172	5,14	0,27	-1,15	-5,911	26,4196	1,3225
6	203	5,31	0,32	-0,95	-5,0445	28,1961	0,9025
7	237	5,46	0,38	-0,73	-3,9858	29,8116	0,5329
8	257	5,54	0,44	-0,54	-2,9916	30,6916	0,2916
9	272	5,6	0,5	-0,36	-2,016	31,36	0,1296
10	366	5,9	0,55	-0,22	-1,298	34,81	0,0484
11	572	6,34	0,61	-0,06	-0,3804	40,1956	0,0036
12	658	6,49	0,67	0,1	0,649	42,1201	0,01
13	758	6,63	0,72	0,24	1,5912	43,9569	0,0576
14	759	6,63	0,78	0,41	2,7183	43,9569	0,1681
15	1292	7,16	0,84	0,6	4,296	51,2656	0,36
16	1983	7,59	0,9	0,83	6,2997	57,6081	0,6889
17	6212	8,73	0,96	1,17	10,2141	76,2129	1,3689
Total	14122	98,37		-9,47	-27,212	608,3431	27,0439
Index of Fit				0,94			

Lampiran 2

Hasil perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi dengan Mann's Test

<i>Point Machine</i>								
i	ti (jam)	ln (ti)	Zi	Mi	ln(ti+1)- ln(ti)	ln(ti+1)- ln(ti)/Mi	M	
1	4	1,38	-1,07	-1,32	3,28	-2,48	1,0625	
2	106	4,66	-2,39	0,54	0,24	0,44		
3	135	4,9	-1,85	0,35	0,01	0,028		
4	136	4,91	-1,5	0,3	0,23	0,76		
5	172	5,14	-1,2	0,24	0,17	0,7		
6	203	5,31	-0,96	0,19	0,15	0,79		
7	237	5,46	-0,77	0,2	0,08	0,4		
8	257	5,54	-0,57	0,18	0,06	0,33		
9	272	5,6	-0,39	0,17	0,3	1,76		
10	366	5,9	-0,22	0,14	0,44	3,14		
11	572	6,34	-0,08	0,15	0,15	1		
12	658	6,49	0,07	0,17	0,14	0,82		
13	758	6,63	0,24	0,17	0	0		
14	759	6,63	0,41	0,19	0,53	2,79		
15	1292	7,16	0,6	0,19	0,43	2,26		
16	1983	7,59	0,79	0,31	1,14	3,67		
17	6212	8,73	1,1	1,1	8,73	7,93		
k1	8,5					24,338		
k2	8							

Lampiran 3

	Nama Alat	Jenis Kerusakan	Tindakan Perawatan	Interval Perawatan Optimal
Alat Persinyalan	<i>Point Machine</i>	Kontak jari kotor/berkerak	<i>Scheduled Restoration Task</i>	273,76 jam
		Pen Gapel/ <i>Boshing</i> aus	<i>Scheduled Discard Task</i>	
	<i>Axle Counter</i>	Modul <i>Bandpass Filter</i> rusak	<i>Scheduled Discard Task</i>	280,15 jam
		Tegangan WDE Drop	<i>Scheduled Restoration Task</i>	
		Modul <i>Generator Board</i> rusak	<i>Scheduled Discard Task</i>	
	<i>Track Circuit</i>	Kontak <i>Relay</i> kotor/berkerak	<i>Scheduled Restoration Task</i>	225,7 jam
		Dudukan <i>Relay</i> kendur	<i>Scheduled Restoration Task</i>	
		<i>Coil Relay</i> putus	<i>Scheduled Discard Task</i>	



Jurnal
INDUSTRIKRISNA



Penanggung Jawab	: Dr. Ir. Ayub Muktiono, M.SiP.
Pimpinan Redaksi	: Ir. Florida Butarbutar, M.T.
Redaksi Ahli	: Dr. Zefri, M.Si. : Dr. Suwanda, S.T, M.T. : Ir. Tri Ongko P, M.T. : Dr. Samuel Salean, M.Si. : Harjono P Putro, S.Kom, M.Kom
Anggota Penyunting	: Ismail Kurnia, S.T, M.T. : Yudi Sosialisman, S.T. M.T. : Hendro Susiyanto, S.T. M.T. : Ir. Japinal Sagala, M.M. : Mutoharoh, S.Pd, M.Si. : Johny Purnomo, S.T, M.T.
Mitra Bestari	: Dr. Ir. Harun Ar Rosyid, M.T.
Editor/Layout	: M. Syahri Nur Afif, S.T.
Kesekretariatan	: Dwi Octafiana, S.Sos, M.Si. : Rahima Azizatul Hikmawati, S. Kom
Bendahara	: Ir. Vera Nova Lumbanraja, M.T.
Penerbit	: Program Studi Teknik Industri
Alamat Sekretariat	: Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta Jl. Kampus UNKRIS Jatiwaringin, Tel.021-84998529 JAKARTA 13077 E-Mail : industry-unkris@gmail.com