

PEMBUATAN PROGRAM *MACHINING TIME GUARD* MESIN *CNC* UNTUK MENJAGA *CYCLE TIME* MESIN PADA PROSES PRODUKSI SEPEDA MOTOR MATIC

Agus Sanjaya Putra¹, Popy Yulianty²

^{1,2}) Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650
Email: sanjayaputraagus@gmail.com, popy.yulianty@mercubuana.ac.id

Abstrak

Perusahaan tempat dilakukan penelitian ini adalah PT. X yang bergerak dibidang manufaktur kendaraan roda dua yang terletak di Jakarta. Permasalahan yang terjadi di PT. X saat ini adalah salah satunya *cycle time* produksi yang melebihi standar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui apa saja penyebab *Cycle Time* yang melebihi standar, menemukan solusi permasalahan *Cycle Time* agar selalu dalam keadaan standar, mengetahui hasil penerapan perbaikan yang dilakukan. Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan konsep *Kaizen* dengan pendekatan metode *PDCA* untuk menyelesaikan serta mengendalikan suatu permasalahan dengan pola yang runtun dan sistematis. Selain itu untuk kegiatan *continuous improvement* dalam rangka memperpendek alur kerja dan menghapuskan pemborosan ditempat kerja dan meningkatkan produktivitas. Hasil dari penelitian ini berupa program *machining time guard* yang berguna untuk menjaga *cycle time* agar tetap dalam kondisi standar. Program *machining time* akan memberikan sinyal *alarm* apabila *machining time* melebihi atau kurang dari standar.

Kata Kunci : Produksi; *Cycle Time*; *PDCA*; *Machining Time*; Alarm

Abstract

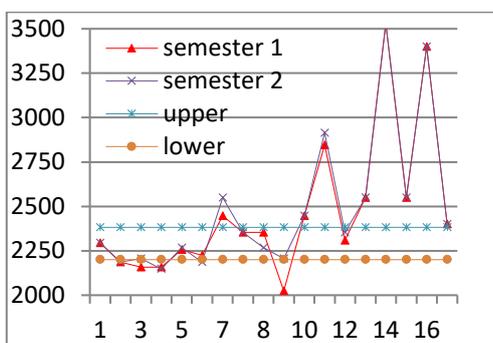
The company where this research was conducted was PT. X which is engaged in manufacturing two-wheeled vehicles located in Jakarta. Problems that occur at PT. X is one of the production cycle times that exceeds the standard. The purpose of this study is to find out what causes Cycle Time that exceeds the standard, find a solution to the Cycle Time problem so that it is always in a standard state, find out the results of the implementation of the improvements made. In conducting this research, the Kaizen concept with the PDCA method approach is used to solve and control a problem in a systematic and collapsed pattern. In addition to continuous improvement activities in order to shorten the workflow and eliminate waste in the workplace and increase productivity. The results of this study are in the form of a machining time guard program which is useful for maintaining cycle times in a standard condition. The machining time program will give an alarm signal if the machining time exceeds or is less than the standard.

Keywords: Productivity; *Cycle Time*; *PDCA*; *Machining Time*; Alarm

PENDAHULUAN

PT. X bergerak pada bidang manufaktur otomotif, dimana produk utamanya adalah sepeda motor. Ada beberapa tipe produk mereka seperti motor bebek, motor matic, dan motor *sport*. Produk yang laris dipasaran adalah produk tipe K81 yaitu jenis motor matic, dimana kapasitas *line* produksi untuk tipe K81 bisa mencapai 2200 unit per hari. Hal tersebut menjadi titik fokus utama para *engineer* untuk dapat mengoptimalkan kapasitas *line* tersebut.

Permasalahan yang sering terjadi adalah kapasitas produksi yang berkurang perlahan-lahan. Banyak faktor yang mempengaruhi kapasitas produksi, hal tersebut perlahan-lahan mengurangi kapasitas produksi yang sebelumnya dapat menghasilkan 2200 unit per hari, menjadi berkurang. Penelitian ini akan mencari penyebab *Cycle Time Line* melebihi standar pada mesin *CNC* di *line* produksi pada bagian *Machining Cylinder Head.*, mencari solusi dan menganalisis hasil dari penerapan solusi yang diberikan. Gambar 1 berikut ini adalah *Cycle Time* standart dibandingkan dengan hasil inspeksi.



Gambar 1. Grafik perbandingan *cycle time* standart dengan hasil inspeksi

Dari data gambar 1 di atas menunjukkan bahwa *cycle time* selalu berubah di setiap pengecekan setiap semesternya. Hal ini membuat beberapa mesin perlu diperbaiki dan dikembalikan ke kondisi *cycle time* yang standar.

Metode yang digunakan adalah metode *Kaizen* dengan pendekatan *PDCA*. Menurut (Kelebihan dari pendekatan *PDCA* adalah untuk memudahkan pemetaan wewenang dan tanggung jawab dari sebuah unit organisasi. Sebagai pola kerja dalam perbaikan suatu proses atau sistem di sebuah organisasi. Untuk menyelesaikan serta mengendalikan suatu permasalahan dengan pola yang runtun dan sistematis untuk kegiatan *continuous improvement* dalam rangka memperpendek alur kerja., menghapuskan pemborosan di tempat kerja dan meningkatkan produktivitas(Kholil & Rafsanjani, 2017).

TINJAUAN PUSTAKA

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi adalah kapasitas produksi jangka panjang, yaitu kemampuan fasilitas-fasilitas operasi untuk barang dan jasa(Budiyanto et al., 2019). Kapasitas produksi berhubungan dengan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menentukan jumlah produk yang dapat dihasilkan. Apabila kapasitas produksi tinggi, maka biaya tetap yang dikeluarkan juga besar, apabila pemanfaatannya sedikit, maka biaya produksi akan mahal, sehingga untuk menentukan kapasitas produksi harus dilakukan perencanaan dan penelitian terlebih dahulu(Pogowonto & Amrina, 2020).

Dasar untuk menentukan rencana kapasitas pabrik adalah skala ekonomni (*economic scale*), yaitu fasilitas yang dipilih adalah yang memiliki biaya per unit paling rendah, dan *focus facility*, yaitu fasilitas yang tersedia diusahakan agar dapat menghasilkan beberapa macam produk(Kholil et al., 2020). Misalnya satu pabrik memproduksi komponen produk yang hampir sama.

Takt Time dan Cycle Time

Kata "Takt" berasal dari bahasa Jerman yaitu "*Taktzeit*" yang artinya adalah irama musik. Jadi pada dasarnya, dimaksud dengan *Takt Time* adalah waktu yang tersedia untuk menghasilkan setiap unit produk untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Takt Time* adalah

kecepatan yang harus dicapai oleh produksi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Dengan demikian, Manajemen yang menangani produksi harus mengatur prosesnya sesuai dengan *Takt Time* yang ditentukan agar jumlah unit yang diproduksi sesuai dengan jumlah unit yang dibutuhkan oleh pelanggan. Sebagai contoh, jika *Takt Time* dalam memproduksi setiap unit produk adalah 30 detik, maka setiap waktu 30 detik harus ada unit baru yang dihasilkan oleh lini produksi tersebut

Takt Time dan *Cycle Time* adalah dua hal yang berbeda. Jika dilihat dari definisinya maka yang dimaksud dengan *Takt Time* adalah waktu yang harus dicapai oleh lini produksi untuk memenuhi jumlah unit yang diminta oleh pelanggan (Hasanah et al., 2020). Sedangkan *Cycle Time* atau (Siklus Waktu) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit produk mulai dari awal proses hingga proses yang paling akhir. Untuk mencapai jumlah unit yang diminta oleh pelanggan, *Cycle Time* (Siklus Waktu) harus lebih rendah atau sama dengan *Takt Time* (Yulianty & Kholiq, 2019).

Machining Time

Machine Time adalah waktu satu mesin yang sedang mengerjakan satu produk. Sedangkan *Machining Time* adalah waktu total mesin yang sedang mengerjakan produk (Hasan et al., 2015). Operator yang berdiri disekitar mesin untuk menunggu mesin tidak punya pengaruh pada machine time (Rimawan & Haryono, 2017). Misalkan Jika mesin otomatis berjalan 60 detik, operator bekerja 20 detik, dan waktu menunggu 40 detik, maka *machine time* tetap 60 detik (Amrina et al., 2018).

Kaizen

Kaizen adalah kegiatan sehari-hari yang sederhana bertujuan untuk melampaui peningkatan produktifitas, juga merupakan sebuah proses apabila dilakukan dengan benar akan “memanusiawikan” tempat kerja, mengurangi beban kerja yang berlebihan, dan mengajarkan orang untuk melakukan percobaan dalam pekerjaannya dengan menggunakan metode-metode ilmiah dan bagaimana belajar mengenali serta mengurangi pemborosan dalam proses kerjanya (Ngadono et al., 2020).

Teori *Kaizen*

Kunci keunggulan perusahaan Jepang adalah sangat unggul dalam persaingan salah satu kemampuannya adalah menghilangkan pemborosan dan menghindari berbagai kesulitan sehingga istilah perbaikan mutu secara terus menerus (*Just in time*) (Hernadewita & Rohimah, 2018).

Kaizen merupakan konsep payung yang mencakup teori-teori praktis seperti Gugus Kendali Mutu, *JIT*, Sistem Saran, *Kanban*, *Total Quality Management (TQM)*, Manajemen visual, dan aktivitas kelompok kecil, yang kesemuanya ini saling berkaitan. Pelaksanaan implementasi *Kaizen* dilakukan dengan menggunakan empat alat yang terdiri dari *Kaizen Checklist*, *Kaizen five step plan*, *5W* dan *1 H*, serta *Five M Checklist* (Rozak et al., 2019).

Manfaat Teori *Kaizen*

Adapun *manfaat* yang dapat diperoleh dalam penerapan Teori *Kaizen* menurut Imai, adalah (Rosenberg, 2020) :

1. Setiap orang akan mampu menemukan masalah dengan cepat.
2. Setiap orang akan memberikan perhatian dan penekanan pada tahap perencanaan.
3. Mendukung cara berfikir yang berorientasi proses.
4. Setiap orang berkonsentrasi pada masalah - masalah yang lebih penting dan mendesak untuk diselesaikan.

5. Setiap orang akan berpartisipasi dalam membangun sistem yang baru.

Siklus PDCA

Siklus *PDCA* (*Plan, Do, Check, Action*) dipopulerkan oleh W. Edwards Deming (14 Oktober 1900 – 20 Desember 1993). Siklus *PDCA* atau Siklus ‘Rencanakan, Kerjakan, Cek, Tindaklanjuti’ adalah suatu proses pemecahan masalah empat langkah yang umum digunakan dalam pengendalian kualitas. Artinya, proses *Plan, Do, Check, Action* harus dijalankan.

PDCA seringkali dipergunakan dalam kegiatan *kaizen* dan *DMAIC* dipergunakan pada aktivitas *Lean Six Sigma*. *PDCA* sangat cocok untuk digunakan di kegiatan *continuous improvement* untuk memperpendek siklus kerja, menghapuskan pemborosan di tempat kerja dan produktivitas (Setiawan & Supriyadi, 2021). Sementara *DMAIC* akan lebih *powerfull* dalam hal menghilangkan *varian output*, kestabilan akan mutu, *improve yield*, situasi yang lebih *kompleks*, struktur penghematan biaya, dan efektivitas organisasi bisnis.

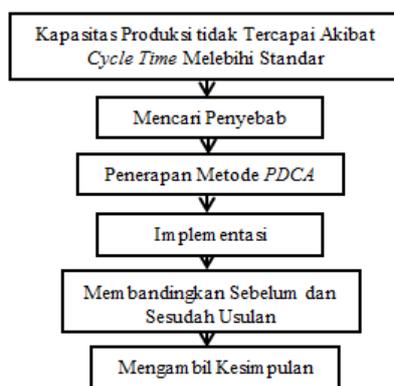
Manfaat dari *PDCA* antara lain: Untuk memudahkan pemetaan wewenang dan tanggung jawab dari sebuah unit organisasi. Sebagai pola kerja dalam perbaikan suatu proses atau sistem di sebuah organisasi. Untuk menyelesaikan serta mengendalikan suatu permasalahan dengan pola yang runtun dan sistematis. Untuk kegiatan *continuous improvement* dalam rangka memperpendek alur kerja. Menghapuskan pemborosan di tempat kerja dan meningkatkan produktivitas (Cholisana, 2019).

Siklus *PDCA* ini efektif untuk :

- a. Membantu penerapan *Kaizen* atau Proses Perbaikan Terus Menerus. Ketika siklus *PDCA* ini diulangi kembali ia akan membuka kemungkinan untuk menemukan area baru yang perlu ditingkatkan.
- b. Mengidentifikasi solusi solusi baru untuk meningkatkan proses berulang secara signifikan.
- c. Membuka cakrawala yang lebih luas akan solusi masalah yang ada, mengujinya dan meningkatkan hasilnya dalam proses yang terkontrol sebelum diimplementasikan secara luas.
- d. Menghindari pemborosan sumber daya secara luas.

METODOLOGI

Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2. Pada diagram alir dijelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan Kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini, untuk menggambarkan bagaimana alur proses analisa hingga mendapatkan solusi dalam penerapan *Machining Time Guard*, untuk menjamin *Cycle Time* selalu dalam keadaan standar.



Gambar 2. Bagan Kerangka Pemikiran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data yang dibutuhkan diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut sesuai dengan metode *Kaizen* dengan prinsip pendekatan *PDCA*. Ada 8 langkah yang dilakukan dalam menggunakan prinsip pendekatan *PDCA* dimana, untuk *plan* 4 langkah, *do* 1 langkah, *check* 1 langkah dan *action* 2 langkah.

Plan (Merencanakan)

Pada tahapan *plan*, ada 4 langkah tahapan yang akan dilakukan yaitu, mengidentifikasi masalah, mencari penyebab masalah, menganalisa akar masalah, dan merencanakan tindakan perbaikan.

Langkah 1: Mengidentifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah *cycle time* produksi produk K81 yang berkurang perlahan-lahan. Hal ini diketahui saat pengecekan *cycle time* per 6 bulanan yang dilakukan oleh *engineer*. Perbedaan *cycle time* dapat dilihat dengan membandingkan *cycle time* standar awal dengan hasil inspeksi. Data hasil inspeksi dapat dilihat pada Tabel 1. Berikut ini :

Tabel 1. Hasil inpeksi *cycle time* 6 bulanan terhadap standar

No.	Urutan Proses		Cycle Time (seconds)					
			Standar Awal		Febuari		November	
			CT	Capacity	CT	Capacity	CT	Capacity
1	Rotary Milling	1	27	2267	26,7	2295	26,7	2295
2	Tapping Center	2A	27,5	2226	28	2186	28	2186
3	Tapping Center	2B						
4	Tapping Center	3A	27,1	2256	28,4	2157	27,7	2206
5	Tapping Center	3B						
6	Tapping Center	4A	27,8	2205	28,4	2157	28,5	2148
7	Tapping Center	4B						
8	Tapping Center	5A	27,5	2226	27,1	2257	27	2268
9	Tapping Center	5B						
12	Tapping Center	6	25	2448	27,5	2225	28	2186
10	Valve Boring	7	26	2354	25	2448	24	2550
13	Tapping Center	7,5	25,5	2400	26	2354	26	2354
11	Cam Boring	8	26,5	2309	26	2354	27	2267
14	Tapping Center	9A	27,5	2228	30,2	2024	27,7	2206
15	Tapping Center	9B						
16	Manual Washing	10	25	2448	25	2448	25	2448
17	Leak Tester Material	11	22	2782	21,5	2847	21	2914
18	Press Seat Ring	12	26	2354	26,5	2309	26	2354
19	Chamfering	13	23,5	2604	24	2550	24	2550
20	Washing	14	20,7	2961	17,3	3531	17,3	3531
21	Sub Assy Table	15	24	2550	24	2550	24	2550
22	Retainer Press	16	18	3400	18	3400	18	3400
23	Leak Tester Valve	17	26	2354	25,5	2400	25,5	2400
Total Cycle Time			439,6		455,1		451,4	
Kapasitas			2205		2024		2148	

Sumber : Data *Engineering Machining*

Langkah 2: Mencari Penyebab Masalah

Setelah didapatkan perbedaan antara hasil *cycle time* standar dengan *cycle time* hasil inspeksi, maka selanjutnya memilih mesin-mesin produksi yang memiliki kapasitas dibawah 2200 unit (dengan efisiensi 85%). Selanjutnya didapat Tabel 2. seperti berikut.

Tabel 2. Mesin yang mengalami *cycle time* berlebih

No	Urutan Proses		<i>Cycle Time (seconds)</i>					
			Standar Awal		Februari		November	
			<i>CT</i>	<i>Capacity</i>	<i>CT</i>	<i>Capacity</i>	<i>CT</i>	<i>Capacity</i>
1	<i>Tapping Center</i>	2A	27,5	2226	28	2186	28	2186
2	<i>Tapping Center</i>	2B						
3	<i>Tapping Center</i>	3A	27,1	2256	28,4	2157	27,7	2206
4	<i>Tapping Center</i>	3B						
5	<i>Tapping Center</i>	4A	27,8	2205	28,4	2157	28,5	2148
6	<i>Tapping Center</i>	4B						
7	<i>Tapping Center</i>	5A	27,5	2226	27,1	2257	27	2268
8	<i>Tapping Center</i>	5B						
9	<i>Tapping Center</i>	6	25	2448	27,5	2225	28	2186
10	<i>Tapping Center</i>	9A	27,5	2228	30,2	2024	27,7	2206
11	<i>Tapping Center</i>	9B						

Sumber : Pengolahan data

Pada Tabel 2 didapat dari hasil inspeksi semester 1 dan 2 dibanding kan dengan data kapasitas 2200, maka identifikasi masalah diatas dapat dikatakan bahwa mesin yang mengalami perubahan *cycle time* terdapat dimesin dengan urutan proses *Tapping Center*.

Selanjutnya analisa dilakukan untuk mencari penyebab masalah yang terjadi pada mesin *CNC Tapping Center* yang *cycle time* nya berubah dibanding mesin lainnya. Tabel 3 berikut ini adalah *Cycle Time* semester 1

Tabel 3. Data *Cycle Time* semester 1

<i>Flow</i>	<i>Process Name</i>	<i>Cycle Time (sec) standar</i>				<i>Cycle Time (sec) semester 1</i>			
		<i>MT Display</i>	<i>Idle</i>	<i>MT total</i>	<i>Load Unload</i>	<i>MT Display</i>	<i>Idle</i>	<i>MT total</i>	<i>Load Unload</i>
		2A	<i>Tapping Center</i>	40	4	44	12	40	4
2B	<i>Tapping Center</i>	38	4	42	12	40	4	44	12
3A	<i>Tapping Center</i>	93	4	97	12	97	4	101	12
3B	<i>Tapping Center</i>	92	4	96	12	98	4	102	12
4A	<i>Tapping Center</i>	95	4	99	12	97	4	101	12
4B	<i>Tapping Center</i>	95	4	99	12	98	4	102	12
5A	<i>Tapping Center</i>	96	4	100	12	90	4	94	12
5B	<i>Tapping Center</i>	92	4	96	12	95	4	99	12
6	<i>Tapping Center</i>	35	4	39	12	39	4	43	12
7,5	<i>Tapping Center</i>	37	4	41	12	36	4	40	12
9A	<i>Tapping Center</i>	41	4	45	12	46	4	50	12
9B	<i>Tapping Center</i>	37	4	41	12	43	4	47	12

Sumber : Pengolahan data

Catatan:

- a) *MT Display* : *Machining Time* yang tertera pada layar monitor mesin
- b) *Idle* : Waktu tunggu mesin sesaat sebelum mesin beroperasi

c) *MT* : *Machining Time* total (*MT Display* + *Idle*)

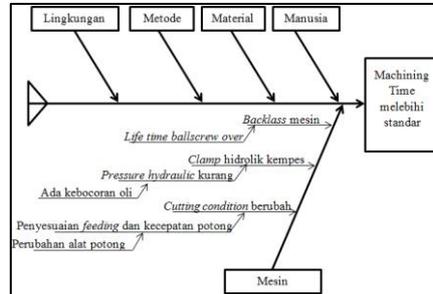
d) *Load Unload*: Proses mengambil dan meletakkan part dari mesin

Dari hasil pencarian penyebab masalah, didapatkan fakta bahwa yang

membuat *cycle time* berubah-ubah adalah data *Machining Time*. Pada data *Idle time* dan *Loading Unloading* tidak berubah karena data tersebut standar yang sudah diberikan perusahaan.

Langkah 3: Manganalisa Penyebab Akar Masalah

Pada langkah ke tiga yaitu menganalisa penyebab akar masalah. Penyebab masalah sudah diketahui pada langkah ke 2, tetapi akar masalah yang mengakibatkan Machining Time berubah belum didapatkan. Untuk itu analisa selanjutnya menggunakan diagram sebab akibat untuk mendapatkan akar masalah dari permasalahan tersebut.



Gambar 3. Diagram *fishbone* (sebab akibat)

Akar masalah yang ditemukan dalam diagram sebab akibat ada 3. Dari ke tiga masalah tersebut tidak ada prioritas pembuktian akar masalah, karena semua akar masalah turut menyumbang *cycle time* melebihi standar.

1. *Backlass mesin (life time ballscrew over)*

Dalam kasus *backlass* mesin, yang menjadi penyebab *cycle time* melebihi standar adalah *backlass* mesin yang terakumulasi sehingga menyebabkan *machining time over*. *Backlass* mesin terjadi akibat *ballscrew* bergerak terus menerus, sehingga mengakibatkan *ballscrew* menjadi longgar akibat bergesekan terus menerus. Berikut adalah gambar *ballscrew* yang di pakai pada mesin *Fanuc*.



Gambar 4. Contoh *ballscrew* yang ada di Mesin

2. Ada kebocoran oli hidrolik (hidrolik kempes)

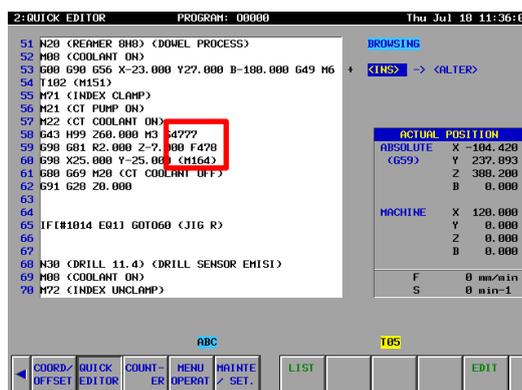
Clamp hydraulic yang kempes juga menjadi salah satu akar masalah dari *machining time* yang over. Pada sistem *clamping* di mesin *Fanuc* menggunakan sistem *Hydraulic*, dimana jika *pressure hydraulic* kempes maka sistem *clamp unclamp* akan lebih lambat, sehingga *machining time* akan membengkak / over. Berikut adalah gambar *clamping* pada mesin *fanuc*.



Gambar 5. *Clamping part* yang ada di mesin

3. *Cutting condition* berubah (perubahan alat potong)

Dalam prosesnya, *cutting condition* (*speed* dan *feeding*) dapat berubah sesuai permintaan seksi *Tools grinding* yang dikarenakan perubahan *spec cutting tools*, pergantian maker *cutting tools* dan lain-lain. Hal itu dilakukan untuk menyesuaikan kebutuhan, yang secara tidak langsung akan menambah waktu produksi. Berikut adalah gambar *cutting condition* (*speed* dan *feeding*) pada program mesin *Fanuc*.



Gambar 6. *Cutting condition* yang ada diprogram CNC mesin *Fanuc*

Dari ketiga akar masalah yang sudah didapat, dilakukan *Brainstorming* atau *Focus Group Discussion (FGD)*. Untuk menentukan akar masalah dan pengambilan keputusan untuk mengangkat satu akar masalah serta solusinya (terlampir). Dari hasil *Focus Group Discussion* tersebut didapat keputusan bahwa, akar masalah utama terjadi pada akar masalah ke tiga yaitu *cutting condition* berubah (perubahan alat potong).

Langkah 4: Merencanakan Tindakan Perbaikan

Untuk mengatasi permasalahan *cycle time* melebihi standar, maka dilakukan perencanaan pengatasan masalah tersebut. Dari permasalahan tersebut diputuskan untuk melakukan rencana perbaikan pada pogram CNC yang diaplikasikan *Machining Time Guard* pada lini produksi. Berikut analisa *5W+1H* untuk melakukan rencana perbaikan yang akan dilakukan.

1. Akar masalah 1 *Life time ballscrew over*

Tabel 4. Analisa *5W+1H* akar masalah 1

<i>what</i>	<i>why</i>	<i>where</i>	<i>who</i>	<i>when</i>	<i>how</i>
<i>Life time ballscrew over</i>	Teraplikasikannya <i>work order preventife</i> (<i>repeat mesin</i>)	Lini Produksi K81	<i>Maintenance</i>	Januari 2018 s/d Feburai 2018	<i>work order preventife</i> dilakukan sesuai jadwal

Sebanyak 333 unit mesin *CNC Tapping Center Fanuc* di *plant 2*. Mesin *Fanuc* menggunakan *ballscrew* untuk *axis X, Y, Z*. Mesin *CNC Fanuc* sangat presisi hingga mencapai lebih kecil dari 5 mikron, dengan pemakaian *ballscrew* mencapai 2 tahun. Sehingga sangat lama *ballscrew* untuk dapat mencapai *life time* hingga muncul *backlass*. Ada aktivitas *Repeat Preventif* untuk mengecek *backlass* mesin per 6 bulan sekali yang dilakukan oleh *maintenance*. Berikut adalah gambar *check sheet WO preventife maintenance* yang digunakan dalam menjalankan *preventife maintenance*.



Gambar 7. *Check sheet work order preventife*

Aktivitas pengecekan repeat mesin, dilakukan 1 orang dan dalam pengecekannya meliputi sumbu *axis* X, Y, Z, dan A, B (jika mesin 5 dan 6 *axis*).

Dari analisa diatas, didapat kesimpulan bahwa akar masalah 1 sudah dapat dieliminasi, karena sudah dicegah dengan adanya kegiatan repeat mesin pada aktivitas Preventife maintenance. Sehingga tidak dilakukan analis lanjutan (pemecahan masalah) dalam akar masalah 1 diatas.

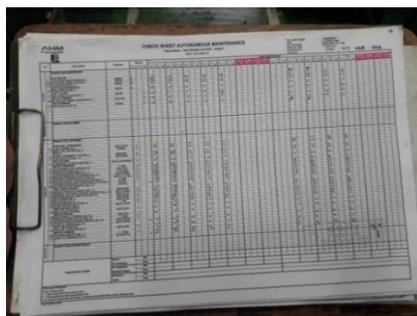
2. Kebocoran oli (oli hidrolik bocor)

Tabel 5. Analisa 5W+1H akar masalah 2

<i>what</i>	<i>why</i>	<i>where</i>	<i>who</i>	<i>when</i>	<i>how</i>
Kebocoran oli (hidrolik)	Ada aktivitas pengecekan hidrolik	Lini Produksi K81	Maintenance	Januari s/d Febuari	Jadwal dan aktivitas <i>Autonomous maintenance</i> dijalankan

Pada akar masalah 2, kebocoran oli hidrolik seharusnya tidak terjadi dikarenakan sudah teraplikasikannya aktivitas *autonomous maintenance* yang dilakukan operator produksi sendiri setiap hari rabu. Aktivitas *autonomous maintenance* meliputi pengecekan *pressure hydraulic*, kondisi jig, kebersihan dan lain sebagainya.

Oleh karena itu jika ada kebocoran pada *unit hydraulic*, maka hal tersebut dapat diketahui lebih cepat, sehingga tidak sampai mengakibatkan pembengkakan *machining time*. Berikut adalah check sheet *autonomous maintenance* dan aplikasinya dilapangan.



Gambar 8. *Check sheet autonomous maintenance*

Dari analisa diatas maka akar masalah 2 dapat dieliminasi, dikarenakan terjadinya kebocoran oli dapat diketahui sedini mungkin dengan aktivitas *autonomous maintenance*. Selanjutnya analisa akar masalah dilanjutkan pada akar masalah yang lain.

3. Perubahan alat potong (*cutting tools*)

Tabel 6. Analisa 5W+1H akar masalah 3

<i>what</i>	<i>why</i>	<i>where</i>	<i>who</i>	<i>when</i>	<i>how</i>
Perubahan alat potong (<i>cutting tools</i>)	Menjaga <i>machining time</i> tetap pada kondisi standar	Lini Produksi K81	Agus	Januari 2018 s/d Juni 2019	Diaplikasikan <i>Machining Time Guard</i>

bahan *cutting condition* sangat berpengaruh pada *machining time*, hal ini terjadi jika perubahan pada *speed* dan *feeding* menjadi lebih lama. Perubahan tersebut akan membuat total *machining time* menjadi *over*. Belum ada aktivitas yang dapat menjaga *machining time* agar tetap standar, sehingga analisa akar masalah difokuskan pada akar masalah 3 yaitu dengan menjaga *machining time* agar tidak berubah dan tetap standar.

Do (Mengerjakan)

Pada tahapan *do* adalah lanjutan dari tahapan *plan* (merencanakan) dimana semua rencana langkah aktivitas dan analisa yang dilakukan akan di kerjakan pada langkah 5 ini.

Langkah 5: Melaksanakan Perbaikan

Pembuatan Program *Machining Time Guard*, program dibuat menjadi 2 bagian yaitu kepala program (O9008) dan akhir program (O9009).

```

%
O9008 (MACH TIME GUARD START)
#550=#3001 (VARIABLE TIMER)
#3001=0 (RESET TIMER COUNT)
#550=0 (RESET VARIABLE TIMER)
#551=44 (MACH TIME STANDART)
#552=4 (ALLOWANCE)
#553=#551-#552 (LOWER)
#554=#551+#552 (UPPER)
M99
%
```

Gambar 9. Main Progame MT Guard

Pada program O9008 berfungsi sebagai *Initial programme* atau program awal yang berguna untuk memberi batasan-batasan. Program O9008 juga berguna untuk *me-reset Timer Counter* dan *Variable Timer* yang sudah masuk di *Variable Macro* pada proses sebelumnya. Selanjutnya dibuatkan akhir program dengan nama program O9009 yang diletakkan pada akhir program CNC utama. Pada akhir program ini, dibuat sebagai

```

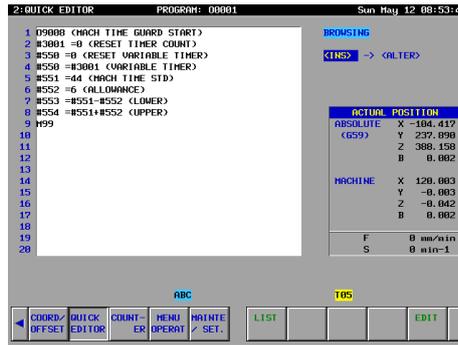
%
O9009 (MACH TIME GUARD END)
N10
#550=[#550+#3001]/1000 (MT CALCULATION)
N20
//2/3/4/5 GOTO30
GOTO40
N30
IF[#550LE#553]GOTO50
IF[#550GE#554]GOTO60
N40
M99
N50
#3000=10 (MACH TIME FASTER)
N60
#3000=12 (MACH TIME SLOWER)
%
```

Gambar 10. End Program MT Guard

1. *Trial and Error*

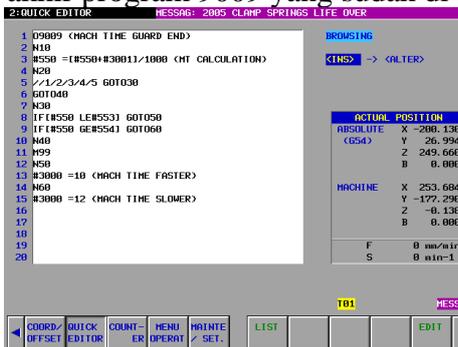
Setelah pembuatan program *machining time guard* selesai, maka dilakukan proses *trial and error*.

- a. Berikut adalah gambar program 9008 yang di *upload* di mesin.



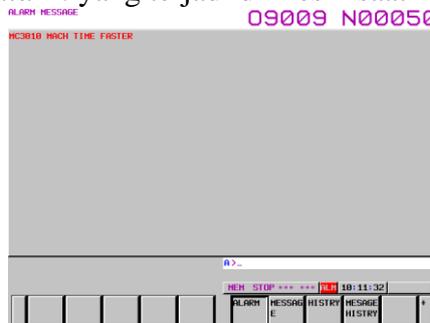
Gambar 11. Kepala program *MT Guard*

b. Berikut adalah gambar akhir program 9009 yang sudah di *upload* dimesin CNC.



Gambar 12. Akhir program *MT Guard*

c. Berikut adalah gambar *alarm* yang terjadi di mesin saat *Machining time* terlalu cepat



Gambar 13. *Alarm* yang terjadi saat *MT* terlalu cepat

d. Berikut adalah gambar *alarm* yang terjadi di mesin saat *Machining time* terlalu lama



Gambar 14. *Alarm* yang terjadi saat *MT* terlalu lama *Check* (Mengevaluasi)

Tahapan selanjutnya adalah check (mengevaluasi), yaitu langkah 6 mempelajari hasil perbaikan.

Langkah 6: Mempelajari Hasil Perbaikan

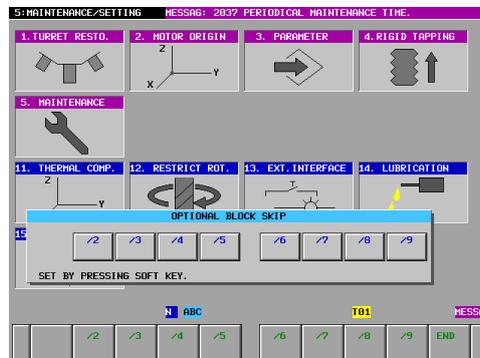
Setelah perbaikan berhasil dilakukan, ditemukan kendala dalam penerapan *MT guard* tersebut. Adapun kendala tersebut adalah perbedaan spesifikasi mesin *CNC Fanuc* yang dipakai dalam penelitian ini. Perbedaan spesifikasi mesin membuat *tools* fasilitas mesin juga berbeda, dan mengakibatkan beberapa program CNC tidak terbaca di mesin seri lama (iCL, iDL dan iEL). Sebelumnya program *MT guard* dibuat berdasarkan fasilitas mesin dengan seri terbaru (iFL). Adapun permasalahan program yang tidak bisa terbaca oleh mesin *Fanuc* seri lama yaitu fasilitas *optional block skip*. Berikut adalah *optional block skip* yang di pakai pada akhir program *MT guard*.

```

%
O9009(MACH TIME GUARD END)
N10
#550=[#550+#3001]/1000(MT CALCULATION)
N20
//2/3/4/5 GOTO30
GOTO40
N30
IF[#550LE#553]GOTO50
IF[#550GE#554]GOTO60
N40
M99
N50
#3000=10(MACH TIME FASTER)
N60
#3000=12(MACH TIME SLOWER)
%
    
```

Gambar 15. Bagian *End Program MT Guard* yang bermasalah

Fasilitas mesin *Optional blok skip* hanya terdapat di mesin seri terbaru (iFL), sedangkan mesin seri (iCL, iDL dan iEL) lama tidak ada. Sehingga perlu adanya penyesuaian program akhir *MT guard* agar dapat terbaca di semua seri mesin. Berikut adalah gambar fasilitas *optional block skip* yang ada di mesin seri terbaru.



Gambar 16. Fasilitas Mesin *Optional block skip*

Berikut adalah gambar mesin dari setiap seri iCL, iDL, iEL dan iFL. Terdapat keterangan pada *cover* depan pada mesin *CNC Fanuc*.



Gambar 17. Seri mesin a: iCL, b: iDL, c: iEL, dan d: iFL

Aktivitas selanjutnya dilakukan penyesuaian program *MT guard* agar dapat digunakan pada mesin *CNC Fanuc* seri lama dan baru.

1. Pembuatan akhir program *MT guard* baru.

Berikut adalah program MT guard yang baru dengan penyesuaiaan yang diperlukan.

```

2: QUICK EDITOR          MESSAGE: 2037 PERIODICAL MF
1 09009 (MACH TIME GUARD END)
2 N10
3 #550 = (#550+#3001)/1000 (MT CALCULATION)
4 N15
5 /2/3/4/5 GOTO20 (UNTUK IFLa)
6 GOTO40
7 N20
8 IFI#1011 E011 GOTO40
9 N21
10 IFI#1012 E011 GOTO40
11 N22
12 IFI#1013 E011 GOTO40
13 N23
14 IFI#1014 E011 GOTO40
15 N24
16 IFI#1015 E011 GOTO40
17 N30
18 IFI#550 LE#5531 GOTO50
19 IFI#550 GE#5541 GOTO60
20 N40
    
```

Gambar 18. Program akhir MT guard yang baru

2. Trial dan Evaluasi

Dari uji coba yang dilakukan terhadap program akhir MT guard didapatkan bahwa hasil uji coba berhasil. Dengan teraplikasikannya MT guard ini, beberapa manfaat yang di dapat yaitu:

- 1) Machining time yang tidak setandar dapat diketahui lebih dini.
- 2) Munculnya alarm pada mesin jika Machining time keluar standar.
- 3) Hilangnya potensi kerugian akibat hilangnya loss product akibat machining time over.
- 4) Perbaikan machining time yang tidak setandar tidak dilakukan dan dikumpulkan dulu selama 6 bulan.

3. Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan penyesuaian pembacaan program pada mesin seri iCL, iDL, iEL dan iFL, didapat perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan.

Tabel 7. Perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan

No.	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan
1	Machining time melebihi standar diketahui setelah 6 bulan	Machining time melebihi standar diketahui dari munculnya alarm
2	Kerugian lost product $(2024 + 2147) / 2 = 2085$ unit	Tidak ada kerugian lost product (machining time yang keluar standar langsung di perbaiki)
3	Kerugian uang sebesar $2085 \times \text{Rp } 171.277 = \text{Rp } 357.112.545,-$	Tidak ada kerugian uang (machining time yang keluar standar langsung di perbaiki)
4	Perbaikan machining time dikumpulkan disetiap 6 bulan	Perbaikan machining time saat alarm muncul

Action (Menindaklanjuti)

Langkah 7: Menstandarisai

Untuk menjaga agar perbaikan dapat tetap termonitor dan terawasi, maka dilakukan standarisasi. Setandarisasi dilakukan pada inpeksi cycle time 6 bulanan dengan berupa form ceck sheet yang tergabung pada work order process. Berikut adalah form ceck sheet work order process yang telah dibuat.

Gambar 19. Form ceck sheet work order

Langkah 8: Menentukan Rencana Perbaikan Selanjutnya

Pada langkah metode *PDCA* terakhir adalah menentukan perbaikan berikutnya. Perbaikan berikutnya akan berfokus pada pemanggilan program *CNC*. Hal ini dilakukan karena banyaknya kejadian salah pemanggilan program *CNC* sehingga mesin nabrak. Tema rencana selanjutnya adalah “*Autocall programme*” yang dimana program *tapp*, *no tapp*, *jig R only*, *jig L only* dan *warming up* dapat dilakukan dalam 1 program.

PENUTUP

Simpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Analisis *Machining Time Guard* Pada Mesin *CNC* Untuk Menjaga *Cycle Time* Mesin Dengan Metode *Kaizen* adalah:

1. Akar masalah yang mengakibatkan *Cycle Time* mesin berubah adalah *Machining Time* mesin, yang tertera pada layar monitor mesin.
2. Solusi pemecahan masalah yang telah didapat yaitu dengan membuat program *CNC* sebagai program penjaga *Machining Time* yang memberi sinyal *alarm* saat *Machining Time* mesin melebihi standar.
3. Munculnya sinyal *alarm* dari program *Machining Time Guard* diharapkan dapat mengurangi *lost product* seminimal mungkin karena dilakukan perbaikan lebih awal. Program *Machining Time Guard* berupa program *CNC* yang dapat digunakan pada mesin semua mesin *Tapping Center* di semua *Plant PT.X*.

Saran

Program *machining Time* ini masih dapat di modifikasi sesuai dengan mesin yang dibutuhkan, dan dilakukan *trial and error* sangat disarankan dalam pengaplikasian program ini. Hal ini dikarenakan perkembangan mesin yang semakin maju dapat membuat program perlu dilakukan penyesuaian.

Program *Machining Time Guard* ini hanya diperuntukan di mesin *CNC Tapping Center Fanuc*, jika diperlukan di mesin lain harus ada penyesuaian program dan memastikan fasilitas sinyal alarm ada di mesin untuk memunculkan alarm.

DAFTAR PUSTAKA

Amrina, U., Junaedi, D., & Prasetyo, E. (2018). Setup Reduction in Injection Moulding Machine Type JT220RAD by Applying Single Minutes Exchange of Die (SMED). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/453/1/012033>

Budiyanto, E., Yuono, L. D., & Farindra, A. (2019). Upaya Peningkatan Kualitas dan Kapasitas Produksi Mesin Pengupas Kulit Kopi Kering. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.926>

Cholisana, A. (2019). Penurunan Error Proses Data Warranty di PT. ADM Menggunakan

- Metode PDCA (Studi Kasus : PT. Astra Daihatsu Motor, Jakarta). *Jurnal PASTI*, XIII(1), 96–105.
- Hasan, S. H., Ahmad, A. N. A., & Feriyanto, D. (2015). *COMPUTERIZED VALUE STREAM SYSTEM (CVSS) TO REDUCE WASTE IN LEAN MANUFACTURING OPERATION*. 1(1), 13–18.
- Hasanah, T. U., Wulansari, T., Putra, T., & Fauzi, M. (2020). Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode Takt Time dan FMEA untuk Mengidentifikasi Waste pada Proses Produksi Steril PT.XYZ. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v7i2.435>
- Hernadewita, & Rohimah, A. (2018). Lean manufacturing implementation using value stream mapping to eliminate seven waste in painting process. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. <https://doi.org/10.24247/ijmperdapr201974>
- Kholil, M., Almahdy, I., Fortinina, A., & Suparno, A. (2020). *Implementation of Continuous Review System Method , Periodic Review System Method and Min-Max Method for Cheese Powder Inventory (Case Study : PT . Mayora Indah TBK)*. 01(2), 45–49. <https://doi.org/10.37869/ijatec.v1i2.16>
- Kholil, M., & Rafsanjani, M. F. (2017). PENINGKATAN KAPASITAS PRODUKSI LINI PRODUKSI ED FRAME UNTUK MEMENUHI PERMINTAAN PASAR (Studi Kasus: PT. TMMIN). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v3i2.498>
- Ngadono, T. S., Rokhim, M., & Ikatrinasari, Z. F. (2020). Lean manufacturing implementation on extrude process with value stream mapping: Study case in tyre manufacture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012104>
- Pogowonto, A., & Amrina, U. (2020). Reduction of Cycle Time in Vehicle Engine Assembly Line Using Karakuri Kaizen. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*. <https://doi.org/10.31695/ijerat.2020.3657>
- Rimawan, E., & Haryono, A. (2017). Welding Process Improvement in Pressure Vessel Fabrication Approach to DMAIC Methodology case in Small and Medium Industries in Indonesia. *International Journal of Scientific & Engineering Research*.
- Rosenberg, S. M. (2020). Kaizen. In *The Digitalization of the 21st Century Supply Chain*. <https://doi.org/10.4324/9781003054818-5>
- Rozak, A., Shadrina, A., & Rimawan, E. (2019). Kaizen in world class automotive company with reduction of six big losses in cylinder block machining line in Indonesia. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 4(7), 339-344.
- Setiawan, H., & Supriyadi, S. (2021). Perbaikan Kinerja Load Lugger dengan Menggunakan Siklus Plan-Do-Check-Action. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*. <https://doi.org/10.36040/industri.v1i1i2.3637>
- Yuliarty, P., & Kholiq, A. (2019). Peningkatan Produktivitas Produk Screw Pan M5X13Mm Pada Mesin Jbf-06403 Di Bagian Forming Dengan Metode Define, Measure, Analyze, Improve, Control (Dmaic) (Studi Kasus Pt Garuda Metalindo). *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 32–37. <https://doi.org/10.36040/industri.v8i1.671>