

ANALISIS JENIS *DOWNTIME* PADA MESIN FANUC ROBOSHOT MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE* (SMED) DAN *WASTE REDUCTION* SEBAGAI UPAYA PENGURANGAN WAKTU *SETUP* MESIN DI PT XYZ

Muhammad Rafi Nugraha ¹, Herry Suliantoro*²

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT XYZ menghadapi permasalahan rendahnya utilisasi mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA nomor 52 pada proses molding yang hanya mencapai 46%, jauh di bawah target perusahaan sebesar 80%, akibat tingginya downtime sebesar 398,69 jam per bulan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab downtime, menganalisis kontribusi masing-masing jenis downtime, serta mengevaluasi penerapan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) dan *waste reduction* untuk meningkatkan efisiensi proses setup. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, studi dokumen, serta laporan produktivitas mesin, kemudian dianalisis menggunakan Diagram Pareto dan metode SMED. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas scan ticket merupakan penyebab downtime terbesar dengan kontribusi 63%, diikuti *changeover* sebesar 23% dan *cleaning* sebesar 15%. Analisis SMED menunjukkan bahwa beberapa aktivitas internal dapat dikonversi menjadi aktivitas eksternal sehingga mampu menurunkan total loss time dari 78.116 detik menjadi 73.804 detik atau menghasilkan penghematan waktu sebesar 4.312 detik (8,82%). Berdasarkan hasil tersebut, penerapan SMED dan *waste reduction* terbukti efektif dalam mengurangi downtime, mempercepat waktu setup, dan meningkatkan efisiensi operasional mesin pada proses produksi di PT XYZ.

Kata kunci: downtime, SMED, waste reduction, Diagram Pareto, utilisasi mesin, Fanuc Roboshot.

Abstract

PT XYZ is facing the problem of low utilisation of Fanuc Roboshot Alfa-S300iA machine number 52 in the moulding process, which stands at only 46%, far below the company's target of 80%, due to high downtime of 398.69 hours per month. This study aims to identify the causes of downtime, analyse the contribution of each type of downtime, and evaluate the implementation of the *Single Minute Exchange of Die* (SMED) method and *waste reduction* to improve setup process efficiency. Data was obtained through observation, interviews, document review, and machine productivity reports, and was subsequently analysed using a Pareto chart and the SMED method. The results of the study indicate that ticket scanning activities are the primary cause of downtime, accounting for 63%, followed by *changeover* at 23% and *cleaning* at 15%. The SMED analysis showed that several internal activities could be converted into external activities, thereby reducing total loss time from 78,116 seconds to 73,804 seconds, resulting in a time saving of 4,312 seconds (8.82%). Based on these results, the implementation of SMED and *waste reduction* has proven effective in reducing downtime, speeding up setup times, and improving machine operational efficiency in the production process at PT XYZ.

Keywords: downtime, SMED, waste reduction, Pareto chart, machine utilisation, Fanuc Roboshot.

1. Pendahuluan

Industri manufaktur atau industri pengolahan memiliki kontribusi tinggi terhadap PDB (Produk

Domestik Bruto) sebesar 18,67% dari PDB Nasional pada tahun 2023. Angka ini memiliki penurunan dibandingkan dengan kontribusi industri manufaktur pada tahun 2020

yakni sebesar 19,87%. Walaupun begitu angka ini tetap naik dengan stabil dari tahun ke tahun. Dilain sisi industri yang berkuat di dalam material kaca termasuk ke dalam KBLI 23 (Industri barang galian bukan logam) dengan menyumbangkan 2,7% terhadap keseluruhan industri manufaktur (Badan Pusat Statistik, 2024).

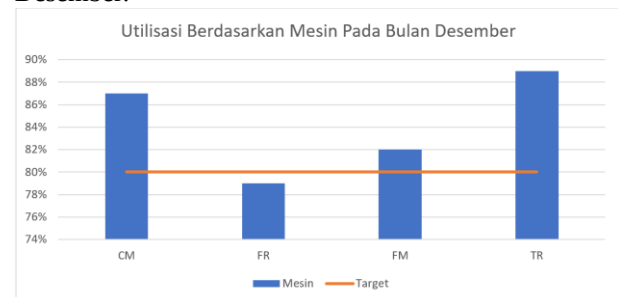
Proses produksi juga merupakan salah satu elemen kunci dalam faktor produksi perusahaan untuk menghasilkan suatu produk (Assauri, 2008). Implementasi dari sebuah praktik pemeliharaan dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan dan efektif sehingga dampaknya dapat mengurangi biaya tambahan, meminimalkan waktu *downtime*, dan meningkatkan efisiensi mesin (Khatua, 2014). Menghubungkan produksi dan pemeliharaan dalam perencanaan dapat meminimalkan biaya dan meningkatkan performa sistem (Ait El Cadi, 2021). Dapat disimpulkan bahwa perusahaan dapat menciptakan sistem yang efisien, mengurangi *downtime*, serta meningkatkan produktivitas secara signifikan.

PT XYZ memiliki dua departemen yang saling berhubungan dalam hal produksi yakni departemen SCM dan *Mass Production*, kedua departemen ini bertugas untuk mengatur alur produksi dari awal barang masuk hingga dikirimkan ke gudang finished goods. Pada lantai produksi, khususnya pada bagian molding terdapat proses injeksi menggunakan bahan baku berupa biji resin. Pada proses injeksi terdapat 55 mesin press dengan tipe robot dan tipe mesin berbeda.

Tabel 1. Tabel Tipe-Tipe Mesin Perusahaan PT XY

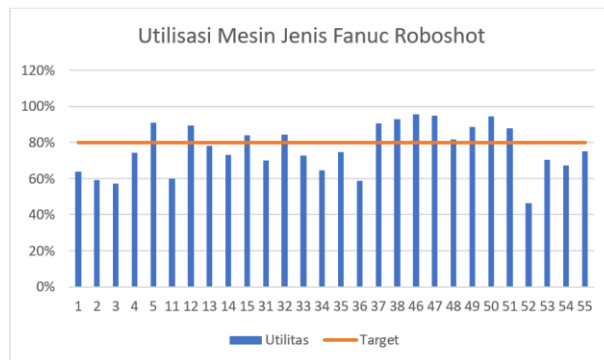
No	Press	Tipe Mesin	Kapasitas	Robot ready	Tipe Robot	Ruang Film
1	27	Cincinnati Milacron VT-300-5 oz	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
2	6	Cincinnati Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
3	23	Cincinnati Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
4	30	Cincinnati Milacron VT-440-41oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
5	7	Cincinnati Milacron VT-440-54oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
6	8	Cincinnati Milacron VT-440-54oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
7	25	Cincinnati Milacron VT-440-54oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
8	28	Cincinnati Milacron VT-440-54oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
9	29	Cincinnati Milacron VT-440-54oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
10	36	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
11	37	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
12	38	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
13	46	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
14	51	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
15	52	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
16	53	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
17	54	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
18	55	Fanuc Roboshot Alfa-S300A	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 TS	
19	48	Fanuc Roboshot S-2000i-300A	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	
20	49	Fanuc Roboshot S-2000i-300A	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	
21	50	Fanuc Roboshot S-2000i-300A	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	
22	1	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	HY Robotics ZEST-B-300S	
23	2	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB/10L	Y
24	3	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB/10L	Y
25	4	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB/10L	Y
26	5	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB/20L	Y
27	11	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
28	12	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
29	13	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iL	Y
30	14	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iL	Y
31	15	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iL	Y
32	31	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
33	32	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
34	33	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
35	34	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16i	Y
36	35	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
37	42	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
38	43	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
39	47	Fanuc Roboshot S-2000i-300B	300 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
40	24	Ferromatik Milacron MTC-310-26oz	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
41	10	Ferromatik Milacron MTH-310-26oz	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
42	9	Ferromatik Milacron MTS-310-26oz	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
43	16	Ferromatik Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
44	21	Ferromatik Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
45	22	Ferromatik Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
46	26	Ferromatik Milacron VT-440-21oz	440 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
47	39	Toshiba EC 310 NV21-17AT	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
48	40	Toshiba EC 310 NV21-17AT	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
49	41	Toshiba EC 310 NV21-17AT	310 Ton	Y	Wittmann CW 818 T	
50	44	Toshiba EC 310 NV21-17AT	310 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
51	45	Toshiba EC 310 NV21-17AT	310 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
52	20	Toshiba Machine EC310NV21-17AT	310 Ton	Y	Fanuc Robot M20iA	Y
53	18	Toshiba Machine EC310NV21-17AT	310 Ton	Y	Fanuc Robot M16iB	Y
54	19	Toshiba Machine EC310NV21-17AT	310 Ton	Y	Fanuc Robot M20iA	Y
55	17	Toshiba Machine EC390NV21-17AT	390 Ton	Y	Fanuc Robot M20iA	Y

Terdapat empat jenis mesin yang digunakan pada proses injeksi yakni *Fanuc Roboshot*, *Cincinnati Milacron*, *Ferromatik Milacron*, dan *Toshiba Machine*. Keempat tipe ini memiliki fungsi yang sama yakni untuk membuat lensa. PT XYZ menggunakan utilisasi mesin untuk mengambil kesimpulan produktivitas yang efisien. Utilisasi mesin merupakan waktu operasi aktual di bagi dengan waktu tersedia. Pada PT XYZ memiliki jam kerja mesin sebesar 24 jam yang dibagi menjadi 3 *shift*, dengan 8 jam kerja pada setiap *shift*. Dalam kondisi aktualnya, mesin sering kali memproduksi produk dengan tidak memenuhi waktu yang telah ditentukan, sehingga banyak waktu hilang yang tidak diketahui penyebabnya. Kondisi ini akan memberikan dampak buruk bagi produktivitas mesin, selain itu akan menimbulkan kenaikan biaya produksi dikarenakan *fixed cost* tetap tetapi *output* yang dikeluarkan sedikit, kemudian risiko tidak memenuhi permintaan pelanggan sehingga dapat memengaruhi reputasi perusahaan. Hal ini membuat perusahaan menetapkan target produksi untuk utilisasi rata-rata mesin sebesar 80% sebagai standar utilisasi perusahaan. Langkah ini dilakukan untuk melihat gambaran seberapa baik mesin digunakan dibandingkan dengan potensi maksimumnya. Berikut merupakan data utilisasi pada bulan Desember 2024 dari tanggal 1 hingga tanggal 31 Desember.



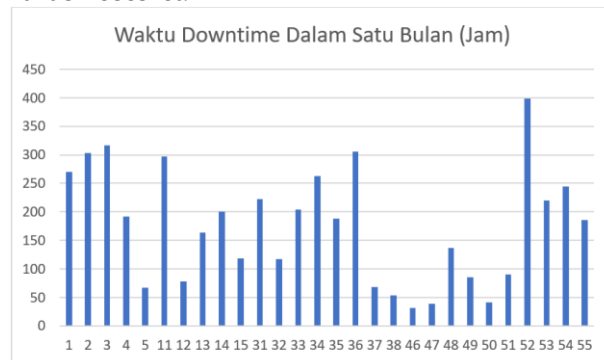
Gambar 1. Data Utilisasi Mesin Berdasarkan Jenis Pada Tahun 2024

Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan terdapat 2 jenis mesin yang tidak mencapai target utilisasi. Apabila Utilisasi mesin rendah dapat disimpulkan mesin tersebut belum di pakai dalam potensi maksimumnya. Dari grafik di atas didapatkan bahwa mesin Fanuc Roboshot memiliki utilisasi yang paling rendah yakni sebesar 79%. Hal ini dapat terjadi karena faktor kegagalan dalam mesin. Untuk jenis mesin Fanuc Roboshot terdapat 28 mesin. Berikut data utilisasi 28 mesin jenis Fanuc Roboshot.



Gambar 2. Data Utilisasi Mesin Jenis Fanuc Roboshot Pada Bulan Desember

Gambar 2 menunjukkan data utilisasi dari 28 unit mesin Fanuc Roboshot selama Bulan Desember. Berdasarkan grafik tersebut terdapat 16 mesin yang menunjukkan nilai utilisasi di bawah target yang telah ditetapkan. Mesin dengan utilisasi paling rendah adalah nomor 52 yakni sebesar 46%. Utilisasi mesin 52 menunjukkan mesin belum digunakan secara optimal dalam kapasitas produksinya. Utilisasi mesin dipengaruhi juga oleh waktu henti (*downtime*) sebuah produksi. Berikut merupakan waktu *downtime* setiap unit mesin Fanuc Roboshot:



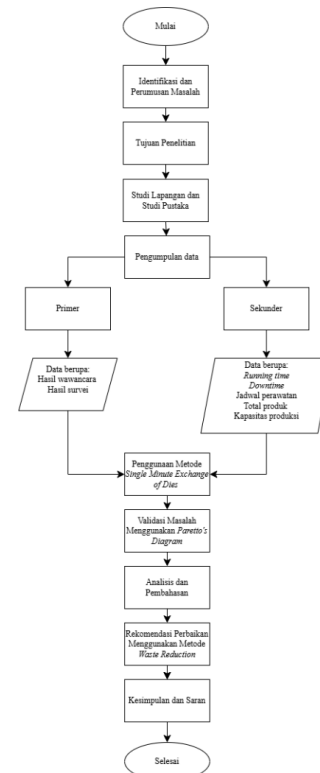
Gambar 3. Data *Downtime* Mesin Pada Tahun 2024.

Gambar 3 menunjukkan durasi *downtime* masing-masing mesin Fanuc Roboshot selama Bulan Desember. Berdasarkan grafik tersebut, terdapat mesin nomor 52 yang memiliki waktu *downtime* tertinggi yakni sebesar 398,69 jam pada kurun waktu satu bulan. Jumlah ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mesin lain. Hal ini memengaruhi rendahnya utilisasi sebuah mesin. Adapun total waktu kerja tersedia untuk setiap mesin dalam satu bulan adalah 744 jam. Tingginya total waktu *downtime* yang ditunjukkan pada data tersebut mengindikasikan adanya aktivitas tertentu yang memakan waktu signifikan dalam waktu produksi. Salah satu aktivitas yang berpotensi menyumbang *downtime* tinggi adalah proses *setup* mesin. Fokus terhadap proses *setup* menjadi relevan mengingat aktivitas ini berlangsung secara berulang dan berdampak langsung terhadap waktu tidak produktif. Selain itu,

terdapat jenis *downtime* lain seperti kerusakan mesin akan tetapi hal tersebut bukan hambatan utama dikarenakan mesin Fanuc Roboshot telah didukung oleh teknologi canggih dan memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan proses identifikasi dan perumusan masalah yang ditemukan di lapangan, khususnya pada area *molding* mesin Fanuc Roboshot. Permasalahan dirumuskan setelah dilakukan pengamatan langsung terhadap performa mesin yang menunjukkan ketidakefisienan selama proses produksi. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis awal, peneliti kemudian merumuskan tujuan penelitian untuk menjawab permasalahan tersebut secara sistematis.



Gambar 4. Metodologi Penelitian

Langkah berikutnya adalah melakukan studi lapangan dan kajian literatur guna memperoleh pemahaman menyeluruh tentang sistem produksi dan pendekatan-pendekatan ilmiah yang relevan. Studi lapangan mencakup pengamatan terhadap proses operasional dan evaluasi langsung terhadap kondisi aktual di rantai produksi. Sementara studi pustaka mendukung dengan teori-teori penunjang seperti konsep *downtime*, *lean manufacturing*, SMED, dan metode perbaikan proses. Setelah landasan teori dan konteks permasalahan terpetakan, proses pengumpulan data dilaksanakan. Data diklasifikasikan menjadi dua jenis,

yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara dan survei kepada operator dan supervisor, serta hasil observasi langsung terhadap proses *setup* mesin. Sedangkan data sekunder mencakup informasi historis seperti jam kerja mesin (*running time*), frekuensi *downtime*, jadwal perawatan, jumlah produksi aktual, dan kapasitas mesin yang diperoleh dari dokumen resmi perusahaan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) untuk mengevaluasi aktivitas *setup* serta memisahkan aktivitas internal dan eksternal dalam proses pergantian cetakan. Hasil analisis ini divalidasi melalui Diagram Pareto untuk mengidentifikasi aktivitas *setup* yang paling banyak memakan waktu dan berdampak signifikan terhadap *downtime*. Setelah aktivitas dominan berhasil diidentifikasi, dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan pendekatan *lean* seperti *waste reduction* untuk merumuskan rekomendasi perbaikan yang aplikatif. Penelitian ini kemudian ditutup dengan tahap penyimpulan dan penyusunan saran, yang mencakup rekomendasi strategis guna meminimalkan waktu *setup*, mengurangi *downtime*, dan meningkatkan utilisasi mesin secara keseluruhan. Seluruh proses ini dirancang untuk menghasilkan solusi yang terukur dan berkelanjutan dalam upaya optimalisasi efektivitas operasional di PT XYZ.

3. Hasil dan Pembahasan

Data observasi pada waktu *downtime* mencakup urutan aktivitas dari *scan* tiket. Berikut merupakan tabel 5.1 tentang data observasi *downtime* tahap *scan* tiket pada hari ke-26 hingga hari ke-30 pada Bulan Desember Tahun 2024.

Tabel 2. Laporan Produktivitas *Scan Ticket*

Tanggal	Shift	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
26/12/2024	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	162	427	396	207	296	279	354	406	147	122	423	273
	3	225	64	158	217	112	264	255	70	69	178	263	144
27/12/2024	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	487	680	310	491	695	750	502	500	489	715	555	303
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28/12/2024	1	2008	1511	1663	857	2281	2047	743	1117	1803	1785	2182	1274
	2	74	64	40	58	78	75	53	58	22	36	72	47
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29/12/2024	1	168	302	357	347	240	263	288	384	292	247	281	117
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	155	453	580	403	313	213	362	579	484	379	524	240
30/12/2024	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	407	626	438	379	284	424	628	153	541	560	593	520
	3	409	302	318	268	131	432	321	185	297	290	242	238
Total Waktu		4095	4429	4260	3227	4430	4747	3506	3452	4144	4312	5135	3156

Berdasarkan laporan produktivitas di atas, terdapat aktivitas *setup* mesin diawali dengan pengambilan tiket kerja yang didapatkan dari supervisor atau sistem (A1). Selanjutnya, operator melakukan aktivitas pemeriksaan identitas mesin dan *mold* (A2) sesuai dengan *job order*. Kemudian operator menyalakan panel HMI dan *login* ke sistem (A3). Setelah berhasil masuk, operator mengakses *input job order* pada HMI untuk memilih program produksi yang sesuai (A4),

kemudian menyiapkan *barcode scanner* untuk proses pemindahan (A5). Langkah berikutnya adalah memindai *barcode* tiket kerja guna memuat data *job order* secara otomatis ke dalam sistem (A6), yang kemudian perlu diverifikasi oleh operator (A7) dan dikonfirmasi melalui *issuing* (A8). Sistem kemudian akan menyimpan dan memuat *setting* program ke dalam mesin (A9). Setelah itu, Operator dapat melakukan pemeriksaan ulang terhadap parameter yang terbaca (A10). Setelah itu, sistem akan menandai bahwa mesin telah terhubung dengan *job order* (A11) dan proses ditutup dengan pelaporan kepada *leader* bahwa mesin siap untuk *setup mold* (A12). Berikut merupakan tabel 5.2 tentang rekapan dari data *changeover* perusahaan untuk tanggal 26 hingga tanggal 30 Desember 2024.

Tabel 3. Laporan Produktivitas *Changeover*

Tanggal	Nama Operator	Start Co	Close Co	Lama Co (Menit)	Status	ID Mold	Qty Shot
26/12/2024	Dinar Setiawan	26/10/2024 16:58	26/10/2024 17:29	0:30	CB	346	4
27/12/2024	Sumardiyatna	27/10/2024 17:31	27/10/2024 18:14	0:43	CB	346	5
	Sumardiyatna	27/10/2024 19:31	27/10/2024 20:14	0:43	CB	346	5
28/12/2024	Rohipul Zainal	28/10/2024 13:03	28/10/2024 13:26	0:22	CB	346	5
	M Arief Alfariyanto	29/10/2024 00:04	29/10/2024 00:52	0:48	CB	229	5
29/12/2024	Yudi Fredi Gunara	29/10/2024 22:15	29/10/2024 23:05	0:49	CB	346	5
	M Arief Alfariyanto	30/10/2024 18:07	30/10/2024 19:07	0:59	CB	346	5

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan data 5 tanggal dengan satu tanggal berisikan 3 *shift* jam kerja yang membahas terkait operator-operator yang melakukan proses *setup* untuk *changeover* ke produk lainnya. Data ini mencakup lama durasi *changeover*, status pengerjaan *setup*, jumlah *shot* lensa, dan *id mold*. Pengolahan data pada penelitian ini adalah menggunakan pengukuran nilai SMED yang dilakukan pada salah satu lini produksi yaitu pada proses *molding* PT XYZ pada mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA nomor 52. Pada saat melakukan penelitian, mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA nomor 52 merupakan mesin yang melakukan proses *molding* untuk proses injeksi biji resin plastik sehingga mengeluarkan lensa kaca mata. Pemilihan mesin ini telah diuraikan dalam latar belakang, alasannya adalah *downtime* yang tinggi pada mesin sehingga menghasilkan *output* yang sedikit dan tidak memenuhi target produksi. Melalui penelitian ini, penulis mencoba menganalisis Jenis *downtime* dari mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA dengan menggunakan metode diagram pareto dalam menemukan area permasalahan dan menggunakan metode SMED untuk memberikan usulan perbaikan. Berikut merupakan tabel tentang rekapan dari jenis *downtime* yang ada pada perusahaan.

Tabel 4. Rekapan Jenis *Downtime*

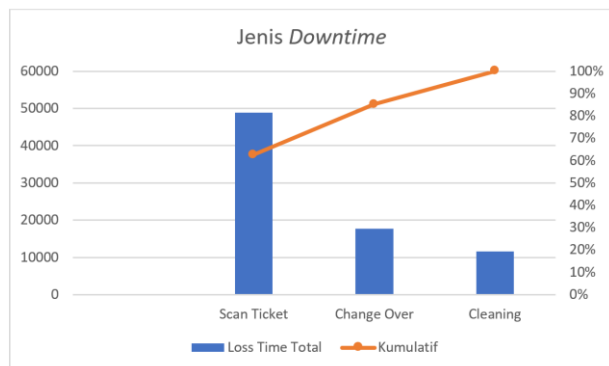
Tanggal	Shift	Style	Scan Tiket (sec)	Cleaning (sec)	Lama CO (Sec)
26/12/2024	1	AFSV159 MEIRYO CLR -100 000 73	0	819	0
	2	AFSV -100075 CLBLUFILTR75PO	3492	693	1800
	3	AFSV -100050 CLBLUFILTR75PO	2019	741	0
27/12/2024	1	AFSV159 MEIRYO CLR -100 000 73	0	678	0
	2	AFSV -100 CLBLUFILTR75PO	6477	789	2580
	3	AFSV PL 125 CLBLUFILTR75PO	0	651	2580
28/12/2024	1	AFSV PL 125 CLBLUFILTR75PO	19271	732	0
	2	AFSVSHAR PL CLBLUFILTR75PO	677	864	1320
	3	AFSVSHAR PL CLBLUFILTR75PO	0	717	0
29/12/2024	1	AFSVSHAR PL CLBLUFILTR75PO	3286	783	2880
	2	AFSVSHAR PL CLBLUFILTR75PO	0	696	0
	3	AFSV 159 CBF RCH +000 050 73	4685	729	0
30/12/2024	1	AFSV PL 050 CLBLUFILTR75PO	0	887	2940
	2	AFSV PL 050 CLBLUFILTR75PO	5553	872	0
	3	AFSV PL 075 CLBLUFILTR75PO	3433	932	3540
Total Waktu			48893	11583	17640

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan data 5 tanggal dengan satu tanggal berisikan 3 *shift* jam kerja yang membahas terkait *style* lensa yang digunakan pada saat produksi, waktu *scan ticket*, waktu *cleaning*, dan lama waktu dalam *changeover*. Analisis diagram pareto digunakan untuk mengetahui faktor utama penyebab *downtime* mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA dan paling berpengaruh terhadap rendahnya utilisasi mesin. Berikut merupakan tabel 6.2 perhitungan yang digunakan untuk membuat diagram pareto dari jenis *downtime*.

Tabel 5. Jenis *Downtime*

Jenis Downtime	Loss	Persentase	Kumulatif
	Time		
	Total (sec)		
Scan Ticket	48893	63%	63%
Change Over	17640	23%	85%
Cleaning	11583	15%	100%
Total	78116	100%	

Tabel di atas merupakan sebuah total *downtime* pada proses produksi mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA selama 5 hari dengan 3 *shift* jam kerja dengan total data yang diperoleh sebanyak 15 sampel. Berikut merupakan gambar 6.1 tentang diagram pareto jenis *downtime* dari Mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA



Gambar 5. Diagram Pareto Jenis *Downtime*

Pada gambar diagram pareto di atas dapat dilihat bahwa *downtime* jenis *scan* tiket adalah faktor yang mendominasi sebagai penyebab rendahnya utilisasi

mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA yaitu sebesar 63%. Persentase ini menunjukkan bahwa lebih dari setengah permasalahan yang menyebabkan penurunan utilisasi mesin berasal dari waktu *scan ticket*. Permasalahn ini mengacu pada kondisi di mana operator terlalu lama dalam *scanning* tiket untuk produksi sehingga menghentikan seluruh proses produksi. ketika mesin berada dalam kondisi tidak dapat beroperasi akibat waktu ini, maka waktu produksi menjadi terbuang sia-sia dan berdampak langsung pada penurunan produktivitas secara keseluruhan.

Jenis kerugian kedua adalah *changeover* dengan kontribusi sebesar 23%. *Changeover* mencakup waktu yang dihabiskan untuk melakukan persiapan awal sebelum mesin memulai produksi untuk memproduksi jenis lensa yang berbeda. kegiatan ini seperti penyetelan mesin. Meskipun proses ini merupakan bagian penting dari siklus produksi, waktu yang dibutuhkan terkadang cukup lama apabila operator belum terampil. Waktu yang digunakan untuk *setup* dan penyesuaian ini kemudian permasalahan tetap memberikan dampak terhadap ketersediaan mesin (*availability*) dalam siklus kerja produksi.

Urutan ketiga adalah *cleaning* dengan kontribusi sebesar 15%. Penyebab *cleaning* ini bersifat tetap dengan siklus yang sudah ditentukan. Meskipun *cleaning* hanya menyumbang 4% dari total *downtime*, aktivitas ini tetap memberikan dampak terhadap *availability* mesin, terutama jika tidak dilakukan secara efisien. *Cleaning* pada mesin Fanuc Roboshot Alfa-S300iA biasanya dilakukan secara rutin berdasarkan siklus tertentu untuk menjaga kualitas produk dan mencegah kontaminasi. Namun, apabila prosedur *cleaning* tidak distandarkan dengan baik atau dilakukan secara berlebihan di luar kebutuhan aktual, maka waktu henti yang diakibatkan akan meningkat tanpa memberikan nilai tambah yang sepadan.

Dalam penerapan metode SMED diperlukan pengelompokan antara aktivitas internal dan eksternal selama proses produksi. Proses *scan* tiket ini tergolong sebagai aktivitas internal dikarenakan mesin berada di kondisi berhenti dan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum produksi dapat dimulai. Hal ini menyebabkan waktu tunggu yang signifikan, terutama jika operator mengalami kendala teknis atau administratif saat melakukan pemindaian. Berikut merupakan tabel 6 tentang pengelompokan dari aktivitas internal dan eksternal untuk tahap *scan ticket*.

Tabel 6. Klasifikasi Aktivitas

Aktivitas	Klasifikasi	Alasan	Total Waktu
Ambil tiket kerja dari supervisor atau sistem	Eksternal	Dapat dilakukan <i>sebelum</i> mesin berhenti atau saat mesin masih beroperasi.	4095
Cek identitas mesin dan <i>mold</i>	Eksternal	Pengecekan ini bisa dilakukan terlebih dahulu sebagai bagian dari persiapan.	4429
Nyalakan panel HMI dan <i>login operator</i>	Internal	Harus dilakukan saat mesin <i>idle</i> , karena berhubungan dengan pengoperasian langsung.	4260
Buka menu <i>input job order/program</i> produksi	Internal	Mengakses sistem produksi hanya bisa dilakukan saat mesin belum berjalan.	3227
Siapkan <i>barcode scanner</i>	Eksternal	Alat dapat disiapkan sebelum proses dimulai.	4430
Pindai <i>barcode</i> /QR tiket	Internal	Pemindaian adalah langkah yang memicu sistem bekerja, dilakukan saat mesin <i>idle</i> .	4747
Verifikasi data <i>job</i>	Internal	Perlu sistem dalam kondisi <i>standby</i> untuk verifikasi sebelum <i>setup mold</i> .	3506
Konfirmasi <i>input</i>	Internal	Harus dilakukan setelah semua data diverifikasi dalam sistem.	3452
Sistem menyimpan & memuat <i>setting</i> program	Internal	Proses sistem yang hanya bisa dilakukan saat mesin tidak berjalan.	4144
Cek ulang parameter yang terbaca (opsional)	Internal	Bagian dari pengecekan akhir, dilakukan sebelum mesin mulai berproduksi.	4312
Tandai bahwa mesin sudah terhubung dengan <i>job order</i>	Internal	Tindakan terakhir sebelum proses produksi, dilakukan saat mesin <i>idle</i> .	5135
Laporkan ke <i>leader</i> bahwa mesin siap untuk <i>setup mold</i>	Internal	Hanya bisa dilakukan setelah semua <i>input</i> dan sistem siap masih dalam kondisi mesin <i>idle</i> .	3156
Total Waktu Dalam Lima Hari			48893

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan bahwa pada tahap *scan ticket* memiliki banyak aktivitas internal yang harus di ubah ke dalam aktivitas eksternal agar utilisasi mesin naik dan membuat produktivitas mesin meningkat. Hal ini penting mengingat aktivitas internal seperti *login* HMI, pemilihan menu, pemindaian *barcode*, hingga verifikasi *job order* saat ini masih memerlukan waktu yang cukup lama dan hanya bisa dilakukan ketika mesin dalam kondisi berhenti.

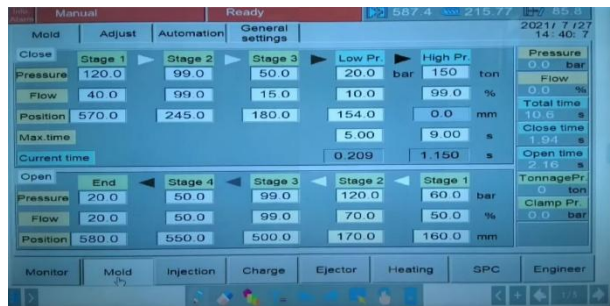
Pengalihan aktivitas internal menjadi eksternal merupakan langkah strategis dalam metode SMED yang bertujuan untuk meminimalkan waktu henti mesin selama proses *setup* berlangsung. Dalam penerapannya, pendekatan ini dapat memperkuat prinsip *waste reduction*. aktivitas-aktivitas internal yang mengandung unsur pemborosan dan dapat diidentifikasi sebagai *non-value-added* kemudian di eliminasi. Berikut merupakan tabel 7 yang membahas terkait pengalihan aktivitas internal ke aktivitas eksternal menggunakan prinsip *waste reduction*.

Tabel 7. Pengalihan Aktivitas Internal Menjadi Eksternal

No	Aktivitas	Status SMED (Before → After)	Jenis Waste	Potensi Eliminasi	Total Waktu
1	Ambil tiket kerja dari supervisor/sistem	Eksternal → Eksternal	<i>Motion, Waiting</i>	Tidak dieliminasi	4095
2	Cek identitas mesin dan <i>mold</i>	Eksternal → Eksternal	<i>Overprocessing</i>	Bisa dieliminasi	4429
3	Nyalakan panel HMI & <i>login operator</i>	Internal → Eksternal	<i>Waiting</i>	Tidak dieliminasi	4260
4	Buka menu <i>input job order/program</i>	Internal → Eksternal	<i>Motion, Waiting</i>	Sebagian dieliminasi	3227
5	Siapkan <i>barcode scanner</i>	Eksternal → Eksternal	<i>Motion</i>	Bisa dieliminasi	4430
6	Pindai <i>barcode</i> tiket	Internal → Eksternal	-	Tidak dieliminasi	4747
7	Verifikasi data <i>job</i>	Internal → Eksternal	<i>Overprocessing, Waiting</i>	Bisa dieliminasi	3506
8	Konfirmasi <i>input</i>	Internal → Eksternal	<i>Overprocessing, Waiting</i>	Bisa dieliminasi	3452
9	Sistem menyimpan & memuat <i>setting</i> program	Internal → Internal	-	Tidak dieliminasi	4144
10	Cek ulang parameter yang terbaca (opsional)	Internal → Eksternal	<i>Overprocessing</i>	Bisa dieliminasi	4312
11	Tandai mesin sudah terhubung dengan <i>job order</i>	Internal → Internal	<i>Motion</i>	Tidak dieliminasi	5135
12	Laporkan ke <i>leader</i> bahwa mesin siap untuk <i>setup mold</i>	Internal → Internal	<i>Motion, Waiting</i>	Bisa dieliminasi	3156

Pengalihan aktivitas internal menjadi eksternal dalam proses *setup* produksi dilakukan dengan pendekatan eliminasi *waste* berdasarkan prinsip 7 Waste dan integrasi metode SMED. Namun, hasil implementasi menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil aktivitas internal yang berhasil dikonversi menjadi aktivitas eksternal. Keterbatasan ini disebabkan oleh jumlah solusi yang masih terbatas, baik dari sisi desain perbaikan maupun kelengkapan sumber daya pendukung. Setelah melakukan analisis, didapatkan permasalahan Beberapa aktivitas awal seperti pengambilan tiket kerja dari supervisor atau sistem, dan pengecekan identitas mesin dan *mold* awalnya sudah tergolong aktivitas eksternal, namun tetap menciptakan *waste* berupa *motion* dan *waiting* akibat interaksi manual. Kategori yang bisa di eliminasi terdiri dari tujuh aktivitas, hal ini terdiri dari aktivitas A2, A4, A7, A8, A10, dan A12. Dikarenakan pada aktivitas ke-10 memiliki waktu terbesar sebesar 4312 detik dan bisa di eliminasi, maka akan dilakukan penyelesaian masalah.

Pada aktivitas ke-10 terdapat pengecekan ulang terhadap parameter seperti suhu, tekanan injeksi, dan kecepatan *mold* yang sebenarnya telah ditampilkan secara otomatis oleh sistem. Aktivitas ini bersifat opsional, namun sering dilakukan oleh operator secara berulang meskipun data parameter tidak mengalami perubahan dari pengaturan awal. Hal ini menyebabkan munculnya *waste* berupa *overprocessing*, yaitu pekerjaan yang tidak menambah nilai. Berikut merupakan gambar 6.2 terkait antarmuka dari HMI untuk menampilkan parameter pada saat injeksi.



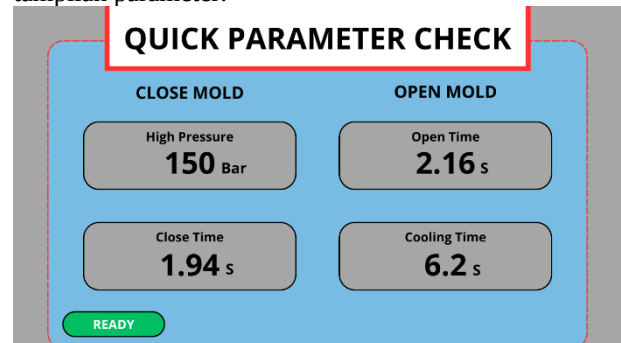
Gambar 6. Antarmuka dalam Parameter

Berdasarkan gambar di atas terdapat tampilan parameter pada layar mesin cenderung kompleks dan memuat banyak informasi yang tidak tersusun berdasarkan prioritas. Parameter penting seperti suhu dan tekanan tidak diberi penekanan visual, sehingga operator harus menyalin seluruh tampilan untuk menemukan data yang perlu dicek, yang tentu membuang waktu dan meningkatkan risiko *human error*. Permasalahan lain yang muncul adalah tidak adanya standar prosedur yang jelas terkait kondisi kapan pengecekan ulang perlu dilakukan, sehingga beberapa operator melakukannya terus-menerus, sementara yang lain justru melewatkannya. Akibatnya, aktivitas ini tidak hanya memperpanjang waktu *setup* mesin, tetapi juga menyebabkan kelelahan mental operator karena harus memproses informasi yang sama tanpa kejelasan urgensi. Melihat kondisi tersebut, penginstalan Roboshot Link i menjadi langkah penting untuk menyederhanakan tampilan parameter mesin. Hal ini diperlukan karena sistem HMI Fanuc bersifat tertutup dan tidak mudah dimodifikasi secara langsung. *Software* ini memungkinkan visualisasi data seperti suhu, tekanan, dan waktu siklus secara *real-time* melalui antarmuka tambahan di PC atau tablet. Untuk mendukung efektivitasnya, perlu ditambahkan *Screen Quick Parameter Check* yang hanya menampilkan parameter utama dengan penekanan visual berupa warna, ikon, atau status validasi. Dengan solusi ini, operator tidak perlu lagi menyalin seluruh tampilan, sehingga pengecekan menjadi lebih cepat, standar kerja lebih seragam, dan risiko kesalahan maupun kelelahan mental dapat dikurangi secara signifikan. Berikut merupakan gambar 7 terkait desain penempatan *screen* tambahan pada HMI Fanuc.



Gambar 7. Usulan Perbaikan Menggunakan *Screen* Tambahan

Berdasarkan gambar di atas, terdapat penambahan *screen* tambahan di samping layar utama HMI, efisiensi kerja operator dalam proses *setup* mengalami peningkatan yang signifikan. *Screen* ini secara khusus menampilkan *Quick Parameter Check*, yaitu tampilan ringkas yang hanya memuat parameter penting seperti suhu, tekanan injeksi, dan waktu siklus. Informasi ditampilkan secara visual menggunakan warna dan ikon, sehingga operator dapat langsung melihat status parameter tanpa perlu menavigasi layar HMI utama yang kompleks. Kehadiran layar tambahan ini mempermudah operator untuk melakukan pengecekan secara cepat dan akurat, terutama pada saat proses awal produksi atau saat terjadi pergantian *job*. Aktivitas pengecekan ulang yang sebelumnya dilakukan secara manual dan berulang meskipun data tidak berubah dapat dihilangkan, karena informasi yang dibutuhkan kini sudah tersedia secara *real-time* dalam tampilan yang jelas dan terfokus. Dengan demikian, aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dapat dihapus, dan operator dapat mengalokasikan waktunya untuk tugas lain yang lebih produktif. Secara keseluruhan, penambahan *Screen Quick Parameter Check* ini tidak hanya menyederhanakan proses kerja, tetapi juga membantu menciptakan standar operasional yang lebih konsisten, mengurangi potensi kesalahan, dan meningkatkan kenyamanan kerja operator di lapangan. Berikut merupakan gambar 8 terkait usulan perbaikan tampilan parameter.



Gambar 8. Usulan Perbaikan Tampilan Parameter

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan parameter yang ditampilkan pada *screen* tambahan untuk *quick parameter check*. Dalam proses *injection molding* terdapat tulisan *close mold* dan *open mold* yang merupakan dua tahap mekanis utama dalam menentukan siklus produksi berjalan secara optimal. *Close mold* adalah fase saat dua bagian *mold* saling menutup dan dikunci rapat dengan tekanan tertentu agar tidak terjadi kebocoran saat material plastik disuntikkan. Sebaliknya, *open mold* adalah fase saat *mold* dibuka kembali setelah proses pendinginan selesai, agar produk (seperti lensa kaca) bisa dikeluarkan dengan aman. Kedua proses ini sangat penting untuk menjamin kualitas, kecepatan,

dan keamanan produksi. Untuk membantu operator memantau kondisi mesin dengan cepat, ditampilkan empat parameter inti yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan proses. Pertama, *high pressure* menunjukkan besarnya tekanan penjepit (*clamping*) yang digunakan untuk mengunci *mold*. Hal ini penting untuk mencegah cacat seperti *flash* atau kebocoran material saat injeksi. Kemudian *close time* adalah durasi waktu penutupan *mold*, yang mencerminkan kestabilan mekanis waktu yang terlalu cepat atau terlalu lambat bisa menandakan gesekan abnormal atau masalah hidraulik.

Selanjutnya, *open time* berfungsi untuk memastikan bahwa pembukaan *mold* berlangsung konsisten dan aman, terutama untuk menghindari kerusakan saat produk dikeluarkan. Kemudian *cooling time* adalah waktu pendinginan material dalam *mold* yang sangat penting bagi produk optik seperti lensa. Tombol indikator READY di bagian bawah berfungsi untuk menunjukkan bahwa semua parameter mesin berada dalam kondisi aman dan siap untuk memulai atau melanjutkan siklus produksi berikutnya. Status “READY” hanya akan aktif jika seluruh parameter yakni suhu, tekanan, keamanan *mold*, dan status alarm sudah sesuai dengan standar yang ditentukan. Hal ini membantu operator menghindari kesalahan dan memastikan bahwa proses injeksi dimulai hanya saat kondisi ideal telah tercapai.

Analisis terhadap durasi waktu *setup* sebelum dan sesudah penerapan metode SMED serta eliminasi pemborosan menunjukkan adanya efisiensi yang signifikan dalam proses kerja. Sebelum dilakukan perbaikan, total durasi *setup* didominasi oleh aktivitas internal yang hanya dapat dilakukan saat mesin dalam kondisi *idle*. Aktivitas-aktivitas tersebut menyebabkan mesin berhenti dalam waktu yang cukup lama karena sebagian besar tahapan dilakukan secara manual dan berurutan. Namun, setelah menerapkan pendekatan SMED dan strategi *waste reduction*, sejumlah aktivitas internal berhasil dikonversi menjadi eksternal, yaitu aktivitas yang dapat dilakukan sebelum mesin berhenti, tanpa mengganggu proses produksi.

Konversi ini secara langsung berdampak pada pemangkas waktu *setup* secara keseluruhan. Aktivitas seperti *login* operator, verifikasi *job*, serta pemindaian *barcode* yang sebelumnya dilakukan saat *idle* kini bisa diselesaikan sebelumnya, sehingga mempercepat transisi antar proses. Data menunjukkan bahwa setelah transformasi tersebut, waktu *setup* mengalami penurunan yang konsisten di setiap *shift*, tanpa mengorbankan akurasi maupun kelengkapan proses. Efisiensi ini tidak hanya mengurangi waktu henti mesin, tetapi juga meningkatkan utilisasi peralatan dan fleksibilitas produksi. Dengan kata lain, penerapan SMED dan pengurangan pemborosan mampu memperpendek waktu *setup* secara signifikan, yang pada akhirnya memberikan dampak positif terhadap *output* produksi dan stabilitas

operasi harian. Berikut merupakan perbandingan durasi waktu rata-rata dari pengerjaan proses *scan tiket* sebelum dan sesudah menggunakan metode SMED dan *waste reduction*.

Tabel 8. Perbandingan Durasi Total Waktu

No	Aktivitas	Sebelum Penggunaan Kedua Metode (sec)	Sesudah Menggunakan Kedua Metode (Estimasi)	Waktu yang Terbuang Akibat Pemborosan
1	A1	4095	4095	0
2	A2	4429	4429	0
3	A3	4260	4260	0
4	A4	3227	3227	0
5	A5	4430	4430	0
6	A6	4747	4747	0
7	A7	3506	3506	0
8	A8	3452	3452	0
9	A9	4144	4144	0
10	A10	4312	0	4312
11	A11	5135	5135	0
12	A12	3156	3156	0
Total		48893	44581	4312

Berdasarkan penerapan *waste reduction* dan metode SMED, total waktu *setup* sebelum perbaikan mencapai 48.893 detik. Setelah mengimplementasi strategi eliminasi aktivitas *non-value added*, total waktu setelah perbaikan turun menjadi 44.581 detik. Penurunan ini disebabkan oleh penghapusan aktivitas ke-10. Akibatnya, waktu terbuang akibat pemborosan berhasil dieliminasi sebesar 4.312 detik. Penggunaan kedua metode berhasil mengurangi 9% dari total waktu *setup* awal. Berdasarkan penerapan *waste reduction* dan metode SMED, total waktu *setup* sebelum perbaikan mencapai 48.893 detik. Setelah mengimplementasi strategi eliminasi aktivitas *non-value added*, total waktu setelah perbaikan turun menjadi 44.581 detik. Penurunan ini disebabkan oleh penghapusan aktivitas ke-10. Akibatnya, waktu terbuang akibat pemborosan berhasil dieliminasi sebesar 4.312 detik. Penggunaan kedua metode berhasil mengurangi 9% dari total waktu *setup* awal.

Setelah melakukan analisis sebelumnya dari perpindahan aktivitas internal ke aktivitas eksternal di dapatkan antisipasi waktu pemborosan. Berikut merupakan tabel 6.6 tentang perbandingan sebelum dan sesudah metode penggunaan SMED dan *waste reduction*.

Tabel 9. Laporan Jenis Downtime

Jenis Downtime	Loss Time Total	
	Sebelum	Sesudah
Scan Ticket	48893	44581
Change Over	17640	17640
Cleaning	11583	11583
Total	78116	73804

Tabel di atas menunjukkan perbandingan *loss time* atau waktu hilang akibat *downtime* berdasarkan jenis aktivitas sebelum dan sesudah penerapan metode SMED dan *waste reduction*. aktivitas *scan ticket* mengalami penurunan waktu hilang yang paling signifikan, yaitu dari 48.893 detik menjadi hanya 44.581 detik setelah dilakukan perbaikan proses. Ini mencerminkan keberhasilan konversi satu aktivitas. Sementara itu, aktivitas *change vver* dan *cleaning* menunjukkan waktu hilang yang tetap, masing-masing sebesar 17.640 detik dan 11.583 detik. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan teknis dalam mengotomatisasi proses tersebut, di mana sebagian besar aktivitas masih harus dilakukan secara manual dan langsung pada mesin. Secara keseluruhan, *total loss time* turun dari 78.116 detik menjadi 73.804 detik kemudian terdapat penghematan waktu sebesar 4.312 detik atau sekitar 8,82% dari waktu *setup* sebelum perbaikan. Penurunan ini mencerminkan efektivitas pendekatan SMED dan eliminasi pemborosan dalam mempercepat proses *setup* serta meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang telah dilakukan pada PT XYZ maka dapat disimpulkan bahwa jenis rendahnya utilisasi mesin Fanuc Roboshot Nomor 52, berdasarkan analisis data utilisasi dan *downtime*, diketahui bahwa mesin Fanuc Roboshot nomor 52 memiliki utilisasi paling rendah sebesar 46% dan jauh di bawah target perusahaan sebesar 80%. Hal ini disebabkan oleh tingginya *downtime* yang mencapai 398,69 jam dalam sebulan. Faktor utama penyebab *downtime* berasal dari aktivitas *setup* yang belum optimal, seperti *changeover mold*, *setup film*, dan *trial* produk baru yang memakan waktu lama dan tidak terstandar. Selain itu, kontribusi jenis *downtime* yang paling memengaruhi adalah jenis aktivitas *scan ticket*, berdasarkan pengolahan data dan analisis pareto didapatkan bahwa 63% *downtime* berasal dari *planned downtime* yang tidak efisien, terutama dalam aktivitas *setup* internal (*internal setup activities*) yang masih dilakukan saat mesin berhenti total. Salah satu aktivitas internal seperti melakukan pengecekan ulang parameter membuat waktu produksi berkurang. Hal ini terjadi karena belum ada perbaikan atau solusi yang baik. Evaluasi penerapan metode SMED dan *waste reduction*, penerapan metode SMED (*Single Minute Exchange of Die*) mampu mengidentifikasi dan memisahkan aktivitas internal dan eksternal. Dengan mengonversi beberapa aktivitas internal menjadi eksternal (dilakukan saat mesin masih berjalan) ditemukan potensi pengurangan waktu *setup* secara signifikan. Selain itu, dengan pendekatan *waste reduction*, terutama eliminasi *waste waiting* dan *motion*, memperlihatkan efisiensi tambahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa secara keseluruhan, *total loss time* turun dari 78.116 detik menjadi 73.804 detik kemudian

terdapat penghematan waktu sebesar 4.312 detik atau sekitar 8,82% dari waktu *setup* sebelum perbaikan. Penurunan ini mencerminkan efektivitas pendekatan SMED dan eliminasi pemborosan dalam mempercepat proses *setup* serta meningkatkan efisiensi operasional secara menyeluruh.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Undip yang telah mendanai keberlangsungan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Ait El Cadi, G. A. (2021). Joint Production and Preventive Maintenance Controls for Unreliable and Imperfect Manufacturing systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 263-279.
- Alamsyah, F. (2015). Analisis Akar Penyebab Masalah Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Stripping Hipack III dan Unimach di PT PFI. *Operations Excellence, Journal of Applied Industrial Engineering Volume VII No. 3. November 2015, Universitas Mercubuana*.
- Alkiayat, M. (2021). Global Journal on Quality and Safety in Healthcare. *Heliyon Research Article*, 83-84.
- Assauri, S. (2008). Manajemen Produksi Pengendalian Produksi. In: Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2024, Januari Kamis). *Badan Pusat Statistik*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik: <https://assets.dataindonesia.id/2024/10/16/1729050806615-73-16.-perkembangan-indeks-produksi-industri-manufaktur-2023.pdf>
- Chikwendu, O. C. (2018). Analysis of Equipment Performance Using Overall Equipment Effectiveness and the Six Big Losses. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 156-164.
- Chindrus, A., Copot, D., & Caruntu, C. (2022). Continuous Manufacturing using Linear Quadratic Regulator in the Context of Cyber-Physical Systems. *2022 26th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC)*, 4(11), 231-236.
- Ferradas, P. G., & Salonitis, K. (2013). Improving changeover time: a tailored SMED approach for welding cells. *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems* (hal. 598-603). Cranfield University.
- Gasperz, V. (1992). Analisis sistem terapan berdasarkan pendekatan teknik industri. *Tarsito*.
- Greatbanks, R. (2000). Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management* 20(12), 1488-1502.

- Groover. (2019). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing*. Pearson Education.
- Igbokwe, & Godwin. (2021). Maintenance Performance Evaluation and downtime analysis of manufacturing equipment in a food manufacturing company. *Journal of Engineering Research and Reports*, 100-107.
- Irfan, T. H. (2025). Peningkatan produktivitas melalui lean tools di industri semen. *Heliyon Volume 11*, edisi 3, 4-5.
- Khatua, G. (2014). Effort taken at EPML for Better maintenance Practice. *IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Tehcnical Association volume 26*, issue 3, 40-43.
- L., P. A., & Watson. (2009). Downtime variability: The impact of duration–frequency on the performance of serial production systems. *International Journal of Production Research*, 5831-5841.
- M., R. (2017). Definition of overall equipment effectiveness. *Recuperado el*, 26.
- Mangindara, Rahmadani, S., & Devi, S. (2022). Manajemen Jaminan Mutu Kesehatan. CV. Feniks Muda Sejahtera, Sulawesi Tengah.
- Martins, M., Godima, R., & Pimentel, C. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing* (hal. 647 - 654). Columbus: Procedia Manufacturing 17.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to Total Productive Maintenance. Productivity Press, Inc., Cambridge, Massachusetts.
- Nur'aeni, R., Muhammad, C. R., & Amaranti, R. (2022). Penjadwalan Mesin Menggunakan Algoritma Non Delay untuk Mereduksi Mean Tardiness pada Lingkungan Batch Production. *Bandung Conference Series Industrial Engineering Science*, 2(1), 122-132.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. New York : Productivity Press.
- Okpala, Anozie, & Mgbemena. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Volume 6, Issue 4*, 23-28.
- Okpala, C. &. (2018). Overall equipment effectiveness and the six big losses in total productive maintenance. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 156-164.
- Pambudi, W., & Mahfudin, M. C. (2022). Pengaruh Kecepatan Injeksi, Tekanan Injeksi dan Posisi Mold pada Produksi Kursi Santai Berbahan Dasar Polypropylene (PP). *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, 21(2), 275-282.
- Pangalo, I. (2008). Pengukuran dan Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Dasar Perbaikan Proses Manufaktur Pipa Baja.
- Priyanto, D., & Suhada, R. T. (2023). Analisis Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Rice Milling Unit (RMU) di PT. FSTJ. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri (PASTI) Vol. XVII, No. 2, Agustus 2023*, 209-222.
- Rouse. (2017). Definition of Overall Equipment Effectiveness. *Overall Equipment Effectiveness: A measure of production operations performance and productivity, which is expressed as a percentage.*, 4.
- Sharma, P., Malik, S., Gupta, A., & Jha, P. (2018). A DMAIC Six Sigma approach to quality improvement in the anodising stage of the amplifier production process. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 35(9).
- Shingo. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Chicago: Productivity Press.
- Sucahyono, A. E. (2019). Pengaruh Suhu Tuang pada Kualitas Gantungan Kunci Berbahan Baku PEWTER dengan Metode Spin Casting. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 36(1), 47-60.
- Suhadi, A., Priadi, D., & Siradj, E. S. (2014). Analisa Gaya Penekanan pada Proses ECAP Batang Kuningan CuZn 70/30. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 8(1), 39-46.
- Tagaram, S. D. (2024). Quality Tools and Techniques (Fishbone Diagram, Pareto Chart, Process Map). *National Center for Biotechnology Information*, 3.
- Wauters, F., & Mathot, J. (2002). *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*. ABB Inc.
- Womack, J. P. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2nd ed.). New York: Free Press.
- Yadav, R. (2018). Productivity in Manufacturing Industries. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3.