

Upaya Penurunan *Downtime Line Assembly* dengan Mengevaluasi Sistem *Total Productive Maintenance* pada PT. XYZ

Jason Dio Frenatta¹, Prayonne Adi¹

Abstract: The purpose of this study is to find the weakness of Total Productive Maintenance (TPM) system on line assembly, so that it can be fixed properly. TPM system that has been fixed is expected to reduce downtime on line assembly at PT. XYZ. The TPM system will be evaluated both technically and practically. Failure Mode Effect Analysis (FMEA) will be used to evaluate the TPM system from a technical point of view, while the fishbone diagram will evaluate it from a practical point of view. Evaluation results will be used to create the new TPM system. Check points that are important but not available yet in the current TPM system will be added. Complaints of worker who related to TPM are also evaluated one by one. Implementation of the new TPM system shows that there is a significant decrease in downtime ratio from 13.08% to 5.74%.

Keywords: TPM, downtime, FMEA, fishbone diagram

Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi rantai kendaraan bermotor. Perusahaan ini memproduksi beberapa jenis rantai yang memiliki spesifikasinya masing-masing. Rantai yang diproduksi oleh PT. XYZ antara lain adalah *drive chain* dan *engine chain*, dimana *engine chain* terdiri dari 2 jenis yakni *cam chain* dan *silent chain*.

Proses produksi rantai di PT. XYZ dibagi menjadi 3 tahap. Tahap pertama dimulai dengan tahap *manufacturing*, dimana pada tahap ini komponen-komponen pembentuk rantai seperti *pin*, *bush*, dan *plate* akan di produksi. Tahap selanjutnya adalah tahap *heat and surface treatment*, dimana komponen-komponen yang sudah diproduksi akan diperkuat dengan diberi perlakuan khusus. Tahap terakhir adalah tahap *assembly*, dimana komponen-komponen yang sudah memenuhi standar akan dirakit menjadi sebuah rantai yang siap untuk dipasarkan.

Tahap *assembly* merupakan tahap yang paling kompleks dibandingkan dengan tahapan lainnya. Semua komponen akan dirakit sedemikian rupa hingga menjadi rantai secara otomatis, yakni dengan menggunakan beberapa jenis mesin yang ada. Penggunaan mesin secara terus menerus akan mengakibatkan mesin tersebut bermasalah.

PT. XYZ menerapkan sistem *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk meminimalisir masalah pada mesin yang dapat menghambat proses produksi. Sistem TPM pada *line assembly* yang ada saat ini masih belum sempurna. *Line assembly* masih sering mengalami *downtime*, dimana masalah-masalah yang menyebabkan *downtime* tersebut seharusnya bisa dicegah melalui sistem TPM. Sistem TPM yang ada saat ini harus dievaluasi dan ditenahi sehingga proses produksi khususnya pada *line assembly* dapat berjalan lancar.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas beberapa metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang ditemui dalam penelitian ini.

Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis (FTA) menurut Limnios [1], permasalahan utama yang ada pada sebuah keandalan sistem adalah mengenai penaksiran resiko-resiko yang bisa terjadi didalamnya. FTA membentuk sebuah model yang disebut set minimalis. Model set minimalis merupakan sebuah model yang sudah dikemas ringkas mungkin sehingga pemahaman terkait keandalan dari sebuah sistem bisa dilakukan dengan lebih mudah. Sistem yang semula kompleks akan terlihat lebih sederhana dengan bantuan FTA. FTA akan digunakan untuk menguraikan masalah-masalah yang dapat terjadi pada mesin-mesin yang digunakan PT. XYZ.

^{1,1} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: jason_frenatta@yahoo.com, prayonne.adi@petra.ac.id

Failure Mode Effect Analysis

Failure Mode Effect Analysis (FMEA) menurut McDermott [2] merupakan sebuah metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah masalah-masalah yang dapat terjadi pada produk maupun proses sebelum hal itu terjadi. FMEA difokuskan untuk mencegah terjadinya kecacatan, menambah keamanan, dan meningkatkan kepuasan *customer*. Cara terkait bagaimana sebuah produk atau proses bisa gagal disebut *failure mode*. Setiap *failure mode* memiliki efek potensial, dan setiap efek potensial memiliki resiko terkait efek-efek tersebut. Menurut McDermott [2], resiko dari sebuah kegagalan ditentukan berdasarkan tiga faktor. Tiga faktor tersebut adalah sebagai berikut.

- *Severity*, yakni konsekuensi dari munculnya sebuah kegagalan yang harus ditanggung.
- *Occurrence*, yakni probabilitas atau frekuensi dari munculnya sebuah kegagalan.
- *Detection*, yakni probabilitas sebuah kegagalan bisa dideteksi sebelum dampaknya dirasakan.

Setiap jenis masalah yang berhasil diidentifikasi akan dinilai risikonya berdasarkan ketiga faktor yang sudah dijelaskan diatas. Penilaian untuk tiap faktor memiliki jarak nilai dari 1 hingga 10, rendah hingga tinggi. Nilai dari tiap faktor akan dikalikan (*severity* x *occurrence* x *detection*) untuk menghasilkan nilai *risk priority number* (RPN). McDermott [2] menyampaikan bahwa masalah dengan nilai RPN tertinggi harus lebih diutamakan daripada masalah lainnya, walaupun masalah dengan nilai *severity* tinggi juga harus diberi perhatian khusus. FMEA akan digunakan untuk melihat nilai RPN dari tiap masalah yang sudah diuraikan melalui FTA.

Pareto Chart

Pareto chart menurut Montgomery [3] singkatnya merupakan sebuah distribusi frekuensi dari data atribut yang disusun sesuai kategori. *Pareto chart* akan membantu penggunaannya untuk mengidentifikasi tipe kecacatan yang paling sering muncul dengan cepat dan akurat. Prinsip *pareto chart* sesuai dengan hukum Pareto menyatakan bahwa sebuah grup selalu memiliki persentase terkecil (20%) yang bernilai atau memiliki dampak terbesar (80%). *Pareto chart* mengidentifikasi 20% penyebab masalah vital untuk mewujudkan 80% *improvement* secara keseluruhan. *Pareto chart* akan digunakan untuk memprioritaskan masalah-masalah pada FMEA.

Fishbone Diagram

Fishbone diagram menurut Montgomery [3] merupakan sebuah alat yang paling sering digunakan untuk mengupas penyebab potensial lapis demi lapis. *Fishbone diagram* merupakan alat yang

sangat kuat. Analisa yang detail dalam pembuatan *fishbone diagram* dapat berguna sebagai alat pemecah masalah yang sangat efektif. *Fishbone diagram* digunakan untuk menguraikan masalah-masalah terkait sistem TPM pada PT. XYZ dari segi kepraktisannya.

Menurut Montgomery [3], berikut merupakan langkah-langkah untuk membuat sebuah *fishbone diagram*.

- Definisikan masalah yang ingin dianalisa.
- Buat sebuah tim untuk melakukan analisa dengan *brainstorming*.
- Gambar kotak yang berisikan efek masalah beserta garis pusatnya.
- Tentukan kategori penyebab potensial dan hubungkan dengan garis pusat.
- Tentukan penyebab-penyebab masalah dan klasifikasikan ke dalam kategori pada *point* 4. Kategori baru dapat dibuat apabila dibutuhkan.
- Prioritaskan seluruh penyebab sesuai dengan dampaknya terhadap efek yang sudah ditentukan.
- Ambil tindakan korektif.

Uji Signifikansi

Uji signifikansi menurut Sarwono dan Budiono [4] merupakan uji yang digunakan untuk melihat tingkat ketepatan (presisi) dimana nilai populasi yang tepat diperkirakan. Uji *2 sample t-test* merupakan salah satu uji signifikansi dalam statistik. Uji *2 sample t-test* digunakan untuk membandingkan dua populasi yang tidak saling berkaitan atau biasa disebut independen. Uji signifikansi akan dilakukan untuk menarik kesimpulan terkait penelitian yang sudah dilakukan. Menurut Sarwono dan Budiono [4], berikut merupakan tahap-tahap pelaksanaan uji *2 sample t-test*.

- Membuat hipotesis dengan bunyi sebagai berikut.
H0: Tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua populasi yang dibandingkan.
H1: Terdapat perbedaan signifikan antara kedua populasi yang dibandingkan.
- Menggunakan kriteria sebagai berikut. (*P-value* dapat dicari dengan bantuan *software*)
Jika *p-value* < 0,05, maka H0 ditolak dan H1 diterima.
Jika *p-value* > 0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak.
- Mengambil keputusan dengan membandingkan antara *p-value* dengan 0,05.
- Membuat kesimpulan terkait signifikansi perbedaan antara kedua populasi yang dibandingkan.

Gambar 1. Tampilan form TPM Aktual

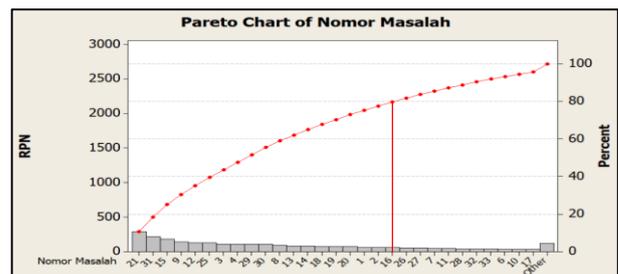
Hasil dan Pembahasan

PT. XYZ menjalankan sistem TPM pada seluruh tahapan produksi yang ada, tak terkecuali pada tahapan *assembly*. Sistem TPM yang diterapkan pada *line assembly* dilaksanakan setiap pagi hari sebelum memulai proses produksi. Sistem TPM ditujukan untuk mencegah masalah-masalah yang bisa dicegah selama proses produksi berlangsung. Sistem TPM pada *line assembly* memiliki beberapa *check point* yang harus dilaksanakan oleh tiap operator yang bertugas. Tampilan form TPM saat ini dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem TPM yang ada saat ini masih dirasa memiliki banyak kelemahan. Sistem TPM akan dievaluasi untuk kemudian dibenahi, baik secara teknis maupun praktis. Evaluasi secara teknis merupakan evaluasi yang akan dilakukan pada *check point* yang ada pada sistem TPM saat ini. Evaluasi secara praktis merupakan evaluasi yang akan dilakukan pada praktik pelaksanaan sistem TPM pada *line assembly*.

Evaluasi Teknis

Tahapan awal yang akan dilakukan untuk mengevaluasi sistem TPM dari segi teknis adalah mengenali tiap mesin yang ada di *line assembly* beserta seluruh titik kritisnya. Banyaknya jumlah mesin yang ada di *line assembly* membuat *line assembly* memiliki beragam masalah dengan berbagai macam penyebab. *Fault tree analysis* (FTA)

akan digunakan untuk mendaftar tiap masalah dari tiap jenis mesin di *line assembly* hingga ke akar masalahnya. Informasi yang sudah diperoleh melalui FTA akan dikonversikan ke dalam lembar kerja FMEA guna menilai resiko dari setiap masalah yang sudah dijabarkan. Hasil FMEA *line assembly* yang sudah diurutkan berdasarkan nilai RPN akan dibuat *pareto chart*-nya untuk dievaluasi lebih lanjut. Hasil FMEA yang sudah diurutkan berdasarkan nilai RPN dapat dilihat pada Gambar 2. Detail masalah yang masuk kedalam batas prinsip *pareto* 80/20 dapat dilihat pada Tabel 1. Masalah teknis yang sudah teridentifikasi melalui akan dievaluasi satu per satu. Masalah yang belum tercantum pada *check point* sistem TPM saat ini akan dibuat kegiatan penanganannya sehingga masalah tersebut tidak lagi terjadi. Masalah yang sudah tercantum pada *check point* sistem TPM saat ini namun masih teridentifikasi akan dievaluasi lebih lanjut dari segi kepraktisannya. *Check point* yang akan ditambahkan sesuai hasil evaluasi teknis dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Pareto Chart nilai RPN FMEA Line Assembly

Tabel 1. Masalah teknis yang sudah diprioritaskan

Masalah Kebersihan		
Mesin	Part	Masalah
Arranging	Rel	Macet karena terganjal gram/kotoran
	Rel	Komponen macet karena terganjal gram/kotoran
		RUA macet karena terganjal gram/kotoran
	Block	Macet karena terganjal gram/kotoran
	Claw Bush	Tidak mau menekan karena terganjal gram/kotoran
	Lower Guide Bush	Tidak mau naik karena terganjal gram/kotoran
Chain Assy	Rivetting Bush	RUA macet karena terganjal gram/kotoran
	Rel	Komponen macet karena terganjal gram/kotoran
		Rantai macet karena terganjal gram/kotoran
	Block	Macet karena terganjal gram/kotoran
	Claw Pin	Tidak mau menekan karena terganjal gram/kotoran
	Lower Guide Pin	Tidak mau naik karena terganjal gram/kotoran
Rivetting Pin	Rantai macet karena terganjal gram/kotoran	
Adjusting & Rivetting	Rivet	Hasil tidak memenuhi standar karena terganjal gram/kotoran

Tabel 2. Check point yang akan ditambahkan

Bagian yang Harus Dibersihkan di Tiap Mesin			
Mesin	Part	Klasifikasi	
Arranging	Rel	Rel	
	RUA	Rel	Rel
		Block	Sela-sela mesin
		Claw Bush	
		Rivetting Bush	
Lower Guide Bush	Lower Guide Bush		
Chain Assy	Rel	Rel	
	Block	Sela-sela mesin	
	Claw Pin		
	Rivetting Pin		
	Lower Guide Pin	Lower Guide Pin	
Adjusting & Rivetting	Rivet	Rivet	

Evaluasi Praktis

Sistem TPM akan dievaluasi lebih mendalam dari segi kepraktisannya. Kelemahan sistem TPM dari segi kepraktisannya akan diidentifikasi dengan menggunakan *fishbone diagram*. Informasi yang terdapat pada *fishbone diagram* diperoleh melalui wawancara dengan pihak-pihak yang berhubungan dengan pelaksanaan TPM di *line assembly*. *Fishbone diagram* evaluasi segi praktis sistem TPM dapat dilihat pada Gambar 2. Beberapa perbaikan yang dilakukan pada sistem TPM dari segi kepraktisannya adalah sebagai berikut.

1. *Form* TPM Terlalu Rumit

Hasil evaluasi dari segi praktis menunjukkan bahwa *form* TPM yang ada saat ini dianggap operator terlalu rumit. Setiap bagian yang terdapat di *form* TPM saat ini akan dievaluasi satu-persatu sehingga bagian-bagian yang tidak penting dapat dihilangkan. Bagian-bagian yang dirasa dapat lebih dipadatkan juga akan diringkas sehingga tampilan *form* TPM menjadi lebih sederhana. Bagian-bagian yang akan dihilangkan / dipadatkan adalah sebagai berikut.

- Menghilangkan baris *shift* III. *Shift* III khususnya pada tahapan *assembly* sangat jarang dioperasikan. *Shift* III hanya dioperasikan oleh PT. XYZ apabila benar-benar dibutuhkan. Baris *shift* III pada *form* TPM akan dihilangkan untuk membuat

tampilan *form* TPM usulan menjadi lebih sederhana.

- Menghilangkan baris petugas QCL dan *maintenance*.

Baris tersebut tidak pernah diisi oleh petugas QCL maupun *maintenance* karena mereka sudah memiliki *form* sendiri terkait pengecekan tersebut dari divisi mereka masing-masing. Kedua baris tersebut akan dihilangkan untuk membuat tampilan *form* TPM menjadi lebih sederhana.

- Mengkategorikan *checkpoint* yang sejenis. Beberapa *check point* yang terdapat pada *form* TPM saat ini dapat dikategorikan sesuai dengan konteksnya masing-masing. *Check point* yang dapat dikategorikan akan dipadatkan menjadi satu kategori *check point* untuk membuat tampilan *form* TPM menjadi lebih sederhana.

2. Tidak Ada Metode Evaluasi yang Jelas

Hasil evaluasi dari segi praktis menunjukkan bahwa operator tidak mau menjalankan sistem TPM yang ada saat ini karena dianggap tidak memiliki metode evaluasi yang jelas. Perbaikan yang diberikan adalah dengan menambahkan baris paraf *foreman* yang harus diisi oleh *foreman* produksi bagian *assembly* tiap paginya. *Foreman cam chain* maupun *drive chain* harus berkeliling setiap paginya untuk melihat hasil pengisian *form* TPM yang sudah dilakukan oleh operator. *Foreman* akan memberikan paraf pada baris yang sudah disediakan setelah selesai mengecek hasil *form* TPM tersebut.

3. Kewalahan Karena Jumlah Mesin yang Banyak

Hasil evaluasi dari segi praktis menunjukkan bahwa saat ini operator merasa kewalahan karena jumlah mesin yang harus mereka tangani banyak. Operator kebingungan harus memulai pelaksanaan TPM dari *check point* yang mana, serta dari mesin yang mana. Operator melaksanakan TPM secara acak yang akibatnya banyak *check point* yang terlewatkan. Perbaikan yang diberikan adalah dengan membuat sebuah *work instruction* (WI) pelaksanaan TPM. WI akan dibuat bersama-sama dengan *technical support line assembly* sehingga langkah-langkah yang paling mudah dilakukan dapat dibuat.

4. Operator Tidak Sempat Melakukan

Hasil evaluasi dari segi praktis menunjukkan bahwa saat ini operator mengaku tidak sempat melakukan TPM sesuai dengan yang sudah disediakan. Waktu yang telah disediakan untuk pelaksanaan TPM adalah 10 menit. Operator merasa waktu tersebut masih kurang untuk melaksanakan seluruh *check point* yang ada. Operator tidak mau memaksakan diri karena operator memiliki target harian yang harus dipenuhi.

Tabel 3. Data perhitungan waktu pelaksanaan TPM

Hari / Tanggal	Waktu Pelaksanaan TPM (detik)						Waktu Total
	Arranging	RUA	CA	Poka Yoke	Adj&Riv	Pre-Loading	
Kamis, 19 April 2018	25,96	299,85	297,28	8,82	201,59	7,59	841,09
Jumat, 20 April 2018	28,31	309,75	297,93	9,54	208,22	9,23	862,98
Senin, 23 April 2018	24,68	333,27	319,18	10,08	205,27	10,51	902,99
Selasa, 24 April 2018	25,13	319,85	311,32	8,64	189,69	8,27	862,9
Rabu, 25 April 2018	32,35	301,73	322,83	10,12	199,85	7,36	874,24
Kamis, 26 April 2018	25,17	295,59	305,56	9,36	222,25	8,19	866,12
Jumat, 27 April 2018	36,59	329,81	319,24	8,67	216,13	10,11	920,55
Senin, 30 April 2018	29,43	298,52	327,19	11,19	199,37	8,74	874,44
Rata-rata							875,66375
Waktu yang dibutuhkan							14,6 menit

Perbaikan yang diberikan adalah dengan menghitung kembali waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk melaksanakan TPM usulan sesuai dengan WI yang telah dibuat. Waktu rata-rata operator melaksanakan TPM usulan adalah selama 14,6 menit. Usulan yang diberikan adalah dengan menambah waktu pelaksanaan TPM menjadi 15 menit, karena operator juga harus mengisi *form* TPM yang disediakan. Penambahan waktu pelaksanaan TPM harus diikuti dengan penyesuaian target produksi yang diberikan oleh pihak manajemen kepada operator. Data perhitungan waktu pelaksanaan TPM secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

5. Usulan Tambahan

Usulan tambahan merupakan usulan yang diberikan diluar dari keluh kesah yang diberikan dari pihak yang bersangkutan. Usulan tambahan diberikan untuk lebih mempermudah lagi pelaksanaan TPM pada *line assembly*. Usulan tambahan yang diberikan adalah dengan pengadaan *clipboard* yang digunakan khusus untuk *form* TPM. Saat ini *form* TPM ditempatkan menjadi satu dengan *form-form* laporan lainnya

pada *clipboard* yang sama. *Form-form* tersebut harus dikumpulkan tiap harinya, berbeda dengan *form* TPM yang dikumpulkan satu bulan sekali. Hal tersebut membuat *form* TPM tertumpuk, sehingga saat hendak mengisi *form* TPM, operator harus kesulitan untuk mencari lembar demi lembar. *Clipboard* khusus *form* TPM akan digantungkan di samping meja operator *line assembly* untuk semakin mempermudah akses operator saat hendak mengisi *form* tersebut. Pengadaan *clipboard* khusus *form* TPM akan menghindarkan operator dari kegiatan mencari lembar demi lembar saat hendak mengisi *form* TPM.

Implementasi Sistem TPM Usulan

Implementasi dilakukan dengan menguji coba sistem TPM usulan yang sudah dibuat pada salah satu *line assembly*. Uji coba dilakukan pada *line assembly cam chain* nomor 5 (LC 5). Uji coba dilakukan selama delapan hari, mulai dari 19 April 2018 – 30 April 2018. Aktivitas terkait TPM yang dilakukan operator selama periode tersebut akan dipantau untuk dibandingkan dengan sebelum implementasi. Data *downtime* mesin juga akan diambil untuk kemudian dibandingkan dengan sebelum implementasi. Tampilan *form* TPM usulan dapat dilihat pada Gambar 2.

Aktivitas TPM yang selalu dilakukan oleh operator sebelum implementasi hanyalah membersihkan area semua mesin pada *line assembly*. *Check point* yang sudah tersedia pada *form* TPM lama bahkan tidak selalu dilakukan oleh operator, mengingat

Gambar 3. Tampilan *form* TPM usulan

kelemahan sistem TPM lama bukanlah dari segi teknis saja namun juga dari segi praktis. Seluruh aktivitas TPM sudah selalu dilakukan oleh operator setelah diimplementasikannya *form* TPM usulan. Perbandingan aktivitas pelaksanaan TPM dapat dilihat pada Tabel 4.

Downtime mesin juga akan dibandingkan antara sebelum dan sesudah implementasi dilakukan. Data *downtime* mesin selama implementasi akan dibandingkan dengan data *downtime* mesin bulan Maret 2018. Data *downtime* mesin yang akan dibandingkan adalah data *downtime* mesin yang bukan karena masalah komponen ataupun *lifetime*. Masalah komponen ataupun *lifetime* benar-benar bergantung pada hasil produksi dari tahap *manufacturing*. Masalah komponen ataupun *lifetime* berada diluar kontrol sistem TPM. Persentase *downtime* didapatkan melalui rasio *downtime* pada LC5. Total waktu *downtime* yang terjadi akan dibagikan dengan total waktu kerja yang tersedia pada periode pengumpulan data. Persentase *downtime* sebelum dilakukannya implementasi adalah sebesar 13,08%. Persentase *downtime* tersebut menurun setelah sistem TPM usulan diimplementasikan, yakni menjadi 5,74%. Perbandingan *downtime* mesin dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 5.

Tabel 4. Perbandingan aktivitas pelaksanaan TPM

Aktivitas	Sebelum	Sesudah
Membersihkan <i>lower guide</i> (RUA, CA)	Tidak Pernah	Selalu
Membersihkan <i>rel auxiliary</i> (Arranging, RUA, CA)	Tidak Pernah	Selalu
Membersihkan sela-sela mesin (RUA, CA, Adj&Riv)	Jarang	Selalu
Membersihkan area mesin (Semua mesin)	Selalu	Selalu
Mengecek dan mengisi oli mesin (RUA, CA, Adj&Riv)	Jarang	Selalu
Memompa oli mesin (RUA, CA, Adj&Riv)	Jarang	Selalu
Mengecek sensor elektrik mesin (RUA, CA, Adj&Riv, Poka Yoke)	Jarang	Selalu
Mengecek <i>pressure gauge</i> (Pre-loading)	Jarang	Selalu
Mengisi <i>form TPM</i>	Tidak Pernah	Selalu

Two-Sample T-Test and CI: Sebelum, Setelah				
Two-sample T for Sebelum vs Setelah				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Sebelum	21	60.2	66.6	15
Setelah	8	26.1	18.3	6.5
Difference = μ (Sebelum) - μ (Setelah)				
Estimate for difference: 34.1				
95% CI for difference: (1.3, 66.8)				
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 2.14 P-Value = 0.042 DF = 25				

Gambar 3. Hasil uji signifikansi

Tabel 5. Perbandingan *downtime* mesin

Sebelum (Maret 2018)		Setelah (19 April - 30 April 2018)	
Tanggal	Downtime (menit)	Tanggal	Downtime (menit)
01-Mar-18	60	19-Apr-18	0
02-Mar-18	0	20-Apr-18	25
05-Mar-18	0	23-Apr-18	44
06-Mar-18	15	24-Apr-18	44
07-Mar-18	15	25-Apr-18	35
08-Mar-18	134	26-Apr-18	0
09-Mar-18	100	27-Apr-18	20
12-Mar-18	180	30-Apr-18	41
13-Mar-18	114		
14-Mar-18	240		
15-Mar-18	25		
16-Mar-18	45		
19-Mar-18	0		
20-Mar-18	20		
21-Mar-18	15		
22-Mar-18	98		
23-Mar-18	0		
26-Mar-18	0		
27-Mar-18	32		
28-Mar-18	111		
29-Mar-18	60		
Total Downtime	1264 menit	Total Downtime	209 menit
Waktu Tersedia	9660 menit	Waktu Tersedia	3640 menit
Rasio Downtime	0,130848861	Rasio Downtime	0,057417582
Persentase	13,08%	Persentase	5,74%

Penurunan *downtime* akan diuji signifikansinya dengan menggunakan uji statistik, yaitu *2 sample t – test*. Uji *2 sample t – test* akan dilakukan dengan bantuan *software Minitab*. *P-value* yang dihasilkan dari uji tersebut adalah sebesar 0,042. Nilai *p-value* tersebut lebih kecil dari nilai *alpha* yang digunakan, yakni 0,05. Hasil tersebut membuktikan bahwa setelah sistem TPM usulan diimplementasikan, terjadi penurunan *downtime* yang signifikan pada *line assembly*. Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada Gambar 3.

Simpulan

Proses produksi tahap *assembly* pada PT. XYZ merupakan tahap yang paling kompleks dibanding dengan tahapan-tahapan lainnya. Kompleksnya tahapan tersebut diakibatkan karena banyaknya jumlah mesin yang harus ditangani oleh satu operator pada satu *line assembly*.

Sistem *total productive maintenance* (TPM) memiliki peranan penting dalam menjaga kelancaran proses produksi, tak terkecuali pada tahapan *assembly*. Sistem TPM yang sebelumnya memiliki banyak kelemahan dievaluasi satu per satu, baik secara teknis maupun praktis. *Check point* yang sebelumnya belum terdapat pada sistem TPM saat ini akan ditambahkan pada sistem TPM usulan dengan berdasar pada hasil *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Keluh kesah pihak-pihak yang bersangkutan mengenai kepraktisan sistem TPM *line assembly* juga akan dievaluasi dengan menggunakan *fishbone diagram* dan dibenahi satu per satu hingga semuanya terselesaikan. Hasil implementasi sistem TPM usulan menunjukkan bahwa aktivitas TPM yang sebelumnya jarang atau bahkan tidak pernah dilakukan oleh operator, sekarang sudah dilakukan secara teratur. Persentase *downtime line assembly* yang sebelumnya

menempati angka 13,08% berhasil diturunkan hingga berada di angka 5,74%.

Daftar Pustaka

1. *Fault Tree Analysis*. (2018, 5 8). Retrieved from Wikipedia:
https://en.wikipedia.org/wiki/Fault_tree_analysis.
2. Limnios, N. (2007). *Fault Trees*. London: ISTE Ltd.
3. McDermott, R. E. (2009). *The Basics of FMEA 2nd Edition*. New York: CRC Press.
4. Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
5. Sarwono, J., & Budiono, H. (2012). *Statistik Terapan: Aplikasi Untuk Riset Skripsi, Tesis dan Disertasi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

