

# Total Productive Maintenance (TPM) untuk Mesin Crawler Crane pada PT. X

Antonia Jessica Tedja<sup>1</sup>, Felecia<sup>2</sup>

---

**Abstract:** This research is conducted to analyse about Total Productive Maintenance (TPM) at PT. X. PT. X itself is a construction company since 1994. This research focussed on the case study of crawler crane machines, especially service cranes owned by the company. PT. X said that the problem they face right now is sudden malfunction of the crawler crane that will certainly disrupt the piling process. The company tries to increase the effectiveness of the machine by implementing TPM. The case study on the service crane will be analysed/calculated using Overall Equipment Effectiveness (OEE), which is one of the evaluation tools for TPM. OEE can show the productivity percentage of the crawler crane machine. The calculation of Six Big Losses also needs to be done to find out what losses have influenced the crawler crane effectiveness' the most. This study provides recommendations using the 8 pillars of TPM aim to solve the most influential losses.

**Keywords:** total productive maintenance; overall equipment effectiveness; six big losses

---

## Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan jasa di bidang konstruksi yang telah berdiri sejak tahun 1994 yang ahli dalam pemancangan tiang pancang dan rekayasa pondasi. PT. X saat ini belum menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Hal tersebut menyebabkan munculnya banyak permasalahan. PT. X sebagai perusahaan pancang membutuhkan mesin *crawler crane* untuk mendukung melancarkan proses pemancangan. *Crawler crane* sendiri terbagi menjadi dua, yaitu *service crane* dan *injection crane*. Penelitian kali ini berfokus pada *service crane* yang bertugas untuk membawa tiang pancang dari tempat penumpukan tiang pancang ke titik pancangnya.

Permasalahan yang paling sering terjadi dan mengganggu proses kerja adalah *downtime/waktu* menganggur karena mesin *crawler crane* sering mengalami kerusakan secara tiba-tiba ketika sedang digunakan pada lokasi proyek. Permasalahan kedua yang saat ini dihadapi adalah masalah pengolahan data. Perusahaan sudah memiliki data yang cukup lengkap, yaitu data kerusakan mesin, hasil pemancangan, lama menganggur, *checklist* bagian mesin yang harus diperiksa sebelum digunakan, dan lain sebagainya. Kerusakan tersebut akan mengganggu proses/jadwal pemancangan yang ada dan sudah direncanakan sebelumnya.

Data-data tersebut tetapi tidak sempat diolah oleh perusahaan. Perusahaan juga sudah melakukan *maintenance* secara berkala (sebulan sekali), tetapi dilakukan tanpa jadwal yang pasti. Perusahaan melihat kondisi *crawler crane* untuk mengetahui apakah mesin dapat berjalan dengan baik/tidak dengan melakukan *trial*. *Crane* yang dianggap tidak baik baru akan diperbaiki. Data yang tidak pernah diolah menyebabkan perusahaan tidak dapat mengetahui tingkat efektivitas mesin dan tidak mengetahui jadwal *maintenance* yang sesuai dengan kebutuhan mesin. Akibatnya *crawler crane* bisa mengalami kerusakan secara tiba-tiba ketika sedang digunakan sehingga *availability* mesin jadi menurun.

## Metode Penelitian

Ada lima metode penelitian yang digunakan untuk meningkatkan efektivitas mesin *service crane*. Metode tersebut, yaitu TPM, OEE, *six big losses*, dan dua diagram untuk memecahkan masalah, yaitu pareto dan sebab akibat. Pengertian seputar perawatan tetapi harus dipahami terlebih dahulu sebelum menggunakan kelima metode yang ada.

## Perawatan atau Pemeliharaan (*Maintenance*)

Perawatan adalah aktivitas untuk mempertahankan kondisi fasilitas. Tujuan perawatan adalah memperpanjang kegunaan fasilitas, menjamin fasilitas yang digunakan untuk produksi dapat berjalan optimum dan mendapatkan laba maksimal, menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas

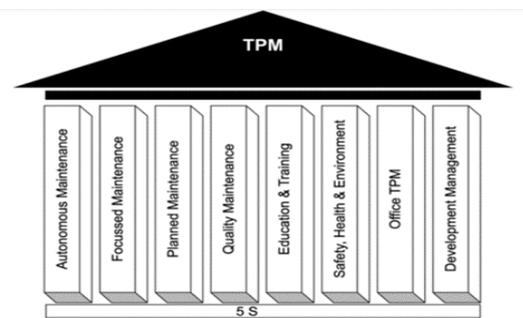
---

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: antonia.jessicatedja@gmail.com, felecia@petra.ac.id

untuk keadaan darurat, dan menjamin keselamatan operator yang menggunakan fasilitas (Corder [1]). Ada dua jenis perawatan/pemeliharaan yang dapat diterapkan, yaitu terencana dan tidak terencana. Pemeliharaan terencana adalah perawatan yang terorganisir dan dilakukan sesuai rencana yang ada, yang terdiri dari *preventive maintenance* (pencegahan) yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan *corrective maintenance* (korektif) untuk memperbaiki fasilitas yang telah rusak menjadi baik lagi. Pemeliharaan yang tidak terencana dilakukan ketika adanya pemeliharaan darurat yang harus segera dilakukan untuk mencegah terjadinya akibat yang serius (Corder [1]).

### Total Productive Maintenance (TPM)

TPM adalah metode yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan mesin. Tujuannya untuk mencapai *zero breakdown* atau fasilitas tidak pernah rusak, *zero defect* atau tidak ada produk cacat, dan *zero accident* atau tidak ada kecelakaan kerja yang mengakibatkan cedera pada manusia atau kerusakan pada suatu fasilitas (Corder [1]). Manfaat TPM adalah untuk meningkatkan efektivitas pada produktivitas, kualitas, pembiayaan, logistik, keselamatan, dan psikologis pekerja (Nakajima [2]).



Gambar 2. 8 Pilar TPM (Ansori et al. [3])

TPM memiliki satu pondasi dan 8 pilar yang lebih dikenal dengan sebutan 8 Pilar TPM. Pondasi TPM adalah 5S, yaitu *seiri* atau ringkas, *seiton* atau rapi, *seiso* atau resik, *shiketsu* atau rawat, dan *shitsuke* atau rajin. 5S bertujuan untuk membersihkan dan menata tempat kerja agar mempermudah pencarian sumber masalah yang sebelumnya tidak dapat terlihat jelas karena tempat kerja yang tidak teratur (Ansori et al. [3]). Pilar pertama adalah *autonomous maintenance* yang berarti pemberian tanggung jawab kepada operator untuk merawat fasilitas di bawah kendalinya. Pilar kedua adalah *focussed maintenance/kobetsu kaizen* yang berarti perbaikan kecil yang dilakukan secara kontinu. Pilar ketiga adalah *planned maintenance* atau perawatan yang dilakukan secara terjadwal. Pilar keempat adalah *quality maintenance* yang bertujuan untuk

meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menghasilkan produksi yang bebas *defect*. Pilar kelima adalah *education and training* yang bertujuan untuk mendidik dan meningkatkan kemampuan operator. Pilar keenam adalah *safety, health, and environment* guna menciptakan lingkungan kerja yang aman. Pilar ketujuh adalah *office TPM* yang bertujuan untuk mengajak seluruh anggota perusahaan untuk memperbaiki produktivitas dan menghilangkan *losses*. Pilar terakhir adalah *development management* yang menggunakan kumpulan pengalaman kegiatan perawatan yang sebelumnya telah dilakukan untuk dikembangkan guna tercapainya kinerja yang lebih optimal (Stamatis [4]).

### Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE adalah suatu rasio antara *output* aktual dibagi *output* maksimum dari peralatan yang digunakan dalam kondisi kerja terbaik. OEE bertujuan untuk menghitung efektivitas dan performansi dari suatu fasilitas (Nakajima [2]). OEE juga merupakan salah satu alat evaluasi penerapan TPM. Nilai dari OEE dapat digunakan sebagai indikator serta mencari penyebab ketidakefektifan fasilitas (Ansori et al. [3]). Rumus OEE adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$OEE = A \times PR \times QR \quad (1)$$

Keterangan:

OEE = Nilai efektivitas suatu mesin

A = Nilai *Availability*

PR = Nilai *Performance Rate*

QR = Nilai *Quality Rate*

Standar dunia dari *availability* adalah 90%, *performance rate* 95%, dan *quality rate* 99%. Standar untuk OEE sendiri adalah 85% (Ansori et al. [3]).

### Availability

*Availability* merupakan rasio yang menunjukkan waktu yang tersedia untuk mengoperasikan mesin. *Availability* juga harus memperhitungkan berbagai kejadian yang sudah direncanakan yang dapat menghentikan proses produksi. Data yang dibutuhkan ada dua. Pertama ada data *operation time* yang merupakan nilai *loading time* dikurangi *downtime* dan juga data *loading time* yang merupakan jumlah jam kerja dikurangi *downtime* yang sudah ditencanakan (istirahat, *set up*, dan lain-lain). Rumus *availability* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$A = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \quad (2)$$

### Performance Rate

*Performance rate* didapatkan dari pertimbangan faktor yang dapat menyebabkan proses produksi tidak berjalan sesuai kecepatan maksimum yang seharusnya. Rumus *performance rate* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$PR = \frac{Q \times Ct}{Operation\ Time} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

$Q$  = Jumlah produksi

$Ct$  = Waktu siklus per *unit*

### Quality Rate

*Quality rate* merupakan perbandingan produk baik dengan total jumlah produksi. Jumlah produk baik didapatkan dari pengurangan jumlah produksi dengan yang *defect*. Rumus *quality rate* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$QR = \frac{Q - \text{Produk Defect}}{\text{Jumlah Produksi}} \times 100\% \quad (4)$$

### Six Big Losses

*Six big losses* adalah enam faktor kerugian yang mempengaruhi efektivitas fasilitas. Perhitungan ini akan membantu perusahaan untuk mengetahui titik kelemahan/akar masalah serta langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut (Ansori et al. [3]). *Losses* untuk *availability* adalah *breakdown* dan *setup and adjustment losses*. *Losses* untuk *performance rate* adalah *reduce speed* dan *idling and minor stoppage losses*. *Losses* untuk *quality rate* adalah *defect and rework* dan *yield/scrap losses* (Nakajima [2]).

#### Breakdown Losses

*Breakdown losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh kecacatan peralatan (mesin rusak secara mendadak/tidak direncanakan) dan membutuhkan perbaikan. Rumus *breakdown losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$BL = \frac{Downtime}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

$BL$  = Nilai *Breakdown Losses*

#### Setup and Adjustment Losses

*Setup and adjustment losses* merupakan kerugian yang disebabkan oleh tidak beroperasinya mesin akibat adanya *setup* mesin sebelum memulai proses

produksi. Rumus *setup and adjustment losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$SAL = \frac{Setup\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

$SAL$  = Nilai *Setup and adjustment Losses*

#### Idling and Minor Stoppage Losses

*Idling and minor stoppage losses* merupakan kerugian yang muncul karena mesin harus berhenti sebentar karena adanya gangguan. Gangguan tersebut membuat mesin harus di-*restart*, tetapi tidak memerlukan perbaikan (bukan rusak). Rumus *idling and minor stoppage losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$IMSL = \frac{Nonproductive\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan:

$IMSL$  = Nilai *Idling and Minor Stoppage Losses*

#### Reduce Speed Losses

*Reduce speed losses* merupakan kerugian yang muncul karena mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Rumus *reduce speed losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$RSL = \frac{Operation\ Time - (Ct \times Q)}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

$RSL$  = Nilai *Reduce Speed Losses*

#### Defect and Rework Losses

*Defect and rework losses* merupakan kerugian yang muncul karena adanya produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas walaupun masih dapat diperbaiki. Rumus *defect and rework losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$DRL = \frac{Ct \times \text{Produk Defect}}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

$DRL$  = Nilai *Defect and Rework Losses*

#### Yield/Scrap Losses

*Yield/scrap losses* merupakan kerugian yang muncul akibat adanya produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas karena proses produksi belum dalam keadaan stabil. Rumus *yield/scrap losses* adalah sebagai berikut (Nakajima [2]).

$$Y/SL = \frac{Ct \times Scrap}{Loading\ Time} \times 100\% \tag{10}$$

Keterangan:

Y/SL = Nilai Yield/Scrap Losses

### Diagram Pareto

Diagram pareto adalah diagram yang dapat digunakan untuk menentukan prioritas masalah yang harus diselesaikan/dipecahkan terlebih dahulu. Diagram ini berbentuk batang yang diurutkan dari sebelah kiri (paling tinggi) hingga sebelah kanan (paling pendek). Analisis diagram ini menggunakan prinsip 80% masalah berasal dari 20% penyebab [4]).

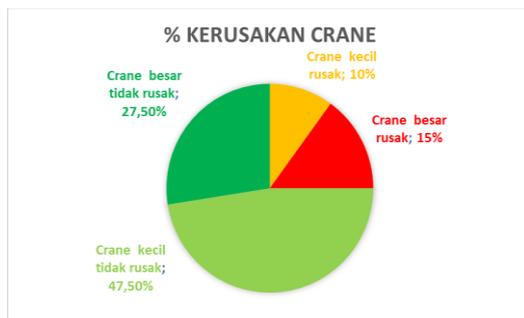
### Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat/fishbone diagram adalah diagram yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan penyebab masalah. Diagram ini dapat mengidentifikasi akar penyebab permasalahan dari suatu outcome. Kategori pada diagram sebab akibat ada enam, yaitu man, method, machine, measurement, material, dan environment.

## Hasil dan Pembahasan

### Pemilihan Service Crane yang Akan Diamati

PT. X memiliki 80 crawler crane yang terdiri dari 46 berkapasitas (berat yang dapat ditanggung) kecil dan 34 kapasitas besar. Crane kecil diberi nama TC-1 hingga 49 dan yang besar TC-50 hingga 83. Pihak perusahaan mengatakan crane kapasitas besar lebih sering digunakan untuk proyek dan lebih sering rusak, maka PT. X meminta untuk memfokuskan penelitian pada crane besar. Hal ini dibuktikan dengan mengolah data riwayat crane bulan Maret hingga Juni 2020. Crane kecil yang berjumlah 46, hanya 8 yang digunakan dan rusak di lokasi proyek, sedangkan sisanya tidak rusak/bahkan jarang digunakan. Crane besar yang berjumlah 34, ada 12 yang mengalami kerusakan di proyek, sedangkan 22 lainnya tidak.



Gambar 1. Pie chart persentase kerusakan crane

Gambar 1 di atas ini menunjukkan bahwa dari total 80 crane, yang yang sering mengalami kerusakan adalah 20 crane atau setara dengan 25% yang terdiri dari 10% crane kapasitas kecil dan 15% kapasitas besar. Kesimpulannya adalah crane yang lebih sering mengalami kerusakan adalah crane kapasitas besar (15%). Crane kapasitas besar yang akan diamati seharusnya berjumlah 12, tetapi karena ada satu crane yang hanya digunakan untuk supply pile pada proyek dan bukan untuk mengerjakan pemancangan, maka yang diamati hanya menjadi 11 crane yang terdiri dari TC-50, 51, 55, 56, 58, 62, 65, 67, 74, 77, dan 79 yang saat itu semuanya bertugas sebagai service crane.

### Perhitungan Availability

Perhitungan availability ini perlu dilakukan untuk melihat ketersediaan waktu untuk mengoperasikan crawler crane yang ada. Terdapat dua data yang diperlukan untuk menghitung availability, yaitu loading time dan operation time. Loading time merupakan data waktu yang didapatkan dari total jam kerja dikurangi downtime terencana yang besarnya selalu 0,75 jam atau 45 menit (lama perawatan terencana setiap bulannya). Operation time didapatkan dari loading time dikurangi downtime tidak terencana yang frekuensinya untuk setiap kode mesin crawler crane bisa berbeda-beda dari skala 0 hingga yang paling banyak adalah 32. Lama downtime terencana tersebut selalu 8 jam kerja. Hasil perhitungan availability yang didapatkan (satuan persentase) adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil perhitungan availability

Crane (TC-)	Availability (%)				Average (%)
	Maret	April	Mei	Juni	
50	87,45	100	-	-	97,31
51	83,07	83,07	79,81	100	86,49
55	94,98	83,94	100	-	92,97
56-IF	94,09	100	-	-	97,04
56-UIN	94,98	100	100	-	98,33
58	94,98	100	100	-	98,33
62	83,25	91,97	85,62	-	86,94
65	-	-	-	100	100
67	94,09	47,54	-	-	70,81
74	100	65,59	-	-	82,80
77	-	-	-	59,24	59,24
79	-	92,57	93,29	-	92,93

Tabel di atas menunjukkan bahwa masih banyak mesin crawler crane milik PT. X yang nilai rata-rata/average dari availability untuk bulan Maret hingga Juni 2020 di bawah 90%. Dari total 11 crawler crane, terdapat lima crane yang availability-nya masih di bawah standar, yaitu TC-51, 62, 67, 74, dan

77. Hal tersebut diakibatkan oleh cukup tingginya frekuensi *downtime* yang terjadi pada mesin.

### Perhitungan *Performance Rate*

Perhitungan *performance rate* perlu dilakukan untuk melihat mesin mana yang kecepatan proses pengangkatan tiang pancangnya tidak sesuai dengan kecepatan maksimum yang seharusnya. Hasil perhitungan *performance rate* adalah sebagai berikut.

**Tabel 2.** Hasil perhitungan *performance rate*

Crane (TC-)	Performance Rate (%)				Average (%)
	Maret	April	Mei	Juni	
50	77,04	101,26	-	-	89,15
51	29,81	28,15	126,40	99,10	70,87
55	144,46	89,39	205,15	-	146,33
56-IF	110,50	47,36	-	-	78,93
56-UIN	110,25	155,65	70,49	-	112,13
58	121,65	155,65	70,49	-	115,93
62	148,51	77,82	15,70	-	80,67
65	-	-	-	104,54	104,54
67	81,23	121,93	-	-	101,58
74	76,42	218,49	-	-	147,46
77	-	-	-	176,47	176,47
79	-	131,02	54,79	-	92,90

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan tidak hanya masalah *availability*, tetapi juga masalah *performance*. Hal tersebut dikarenakan dari total 11 *crane*, hanya ada tujuh *crane* yang rata-rata/averagenya lebih dari 95%. Hal tersebut menunjukkan bahwa operator PT. X masih belum sepenuhnya sergap dalam mengerjakan tugasnya selama di lapangan/di proyek dan membuat *crawler crane* tidak bisa menghasilkan performa kerja yang sesungguhnya. Tujuh *crane* yang nilainya lebih dari 95% tersebut semuanya bernilai lebih dari 100%. Hal tersebut dikarenakan waktu siklus yang digunakan untuk perhitungan akan sangat mempengaruhi hasil. Waktu siklus didapatkan dari merata-rata lama waktu pemancangan selama 8 jam kerja. Waktu siklus yang dimiliki setiap mesin berbeda-beda. Hal tersebut dikarenakan besar diameter pancang, banyak *crane* yang digunakan pada proyek, dan juga kondisi proyek (kondisi tanah) yang juga berbeda-beda. Data yang diolah pada waktu siklus juga menunjukkan variabilitas lama kerja untuk setiap *unit*-nya yang cukup besar, oleh karena itu sulit mendapatkan waktu siklus yang tepat (walaupun data *outlier* juga sudah dibuang). Hasil pemancangan (Q) juga jumlahnya melebihi kondisi waktu kerja yang ada karena terkadang ada *crane* yang tidak tercatat yang digunakan untuk membantu membawa tiang pancang yang ada dan tentu akan mempercepat waktu kerja.

### Perhitungan *Quality Rate*

Perhitungan *quality rate* perlu dilakukan untuk menunjukkan perbandingan hasil pancang yang baik dengan total jumlah pancang yang ada. Data hasil pancang yang disediakan oleh perusahaan menunjukkan bahwa dari semua *crawler crane* yang diamati, tidak ada yang memiliki data hasil pancang yang *defect/rework* untuk bulan Maret hingga Juni 2020. Hal tersebut membuat *quality rate* dari semua mesin *crane* yang diamati bernilai 100%. Hal tersebut menunjukkan bahwa perusahaan tidak memiliki permasalahan dengan kualitas dari hasil pancangnya.

### Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Hasil perhitungan dari OEE didapatkan dengan mengalikan ketiga perhitungan sebelumnya. Perhitungan yang dimaksud adalah perhitungan dari *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*. Hasil perhitungan OEE yang ada adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan OEE

Crane (TC-)	OEE (%)				Average (%)
	Maret	April	Mei	Juni	
50	67,35	101,26	-	-	84,31
51	24,76	23,39	100,88	99,10	62,03
55	137,21	75,03	205,15	-	139,13
56-IF	103,96	47,36	-	-	75,66
56-UIN	104,71	155,65	70,49	-	110,28
58	115,54	155,65	70,49	-	113,90
62	123,63	71,57	13,44	-	69,55
65	-	-	-	104,54	104,54
67	76,42	57,97	-	-	67,19
74	76,42	143,31	-	-	109,87
77	-	-	-	104,54	104,54
79	-	121,28	51,11	-	86,19

Hasil perhitungan OEE di atas menunjukkan bahwa dari 11 *crane*, ada lima *crane* yang memiliki nilai OEE di bawah 85%. Nilai OEE ada yang nilainya lebih dari 100% karena nilai *performance rate* juga ada yang melebihi 100%. *Crawler crane* yang nilainya lebih dari 85% bisa dibilang telah digunakan secara efektif. *Crane* yang dimaksud ada tujuh, yaitu TC-55, 56 proyek UIN, 58, 65, 74, 77, dan 79. *Crawler crane* yang kerjanya masih belum efektif ada lima, yaitu TC-50, 51, 56 proyek IF, 62, dan 67.

### Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan *six big losses* perlu dilakukan untuk mengetahui *losses*/kehilangan terbesar apa yang paling mempengaruhi terganggunya efektivitas dari *crawler crane*. Berbeda dengan perhitungan OEE dan ketiga faktornya, *six big losses* ini hasilnya tidak

dirata-rata. Hasil perhitungan dari *six big losses* adalah sebagai berikut.

**Perhitungan Breakdown Losses**

Perhitungan *breakdown losses* perlu dilakukan untuk melihat persentase besar kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin secara tiba-tiba ketika sedang digunakan. Hal ini menyebabkan mesin harus diperbaiki ketika seharusnya bisa digunakan untuk membantu proses pemancangan. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.** Hasil perhitungan *breakdown losses*

Crane (TC-)	Breakdown Losses (%)			
	Maret	April	Mei	Juni
50	12,57	0	-	-
51	16,93	16,93	20,19	0
55	5,02	16,06	0	-
56-IF	5,91	0	-	-
56-UIN	5,02	0	0	-
58	5,02	0	0	-
62	16,75	8,03	0	-
65	-	-	-	0
67	5,91	52,46	-	-
74	0	34,41	-	-
77	-	-	-	40,76
79	-	7,43	6,71	-

Hasil perhitungan menunjukkan persentase *losses* cukup besar dan menandakan perusahaan masih memiliki masalah kerugian akibat *breakdown*. Hal ini mendukung pernyataan PT. X yang mengatakan ada permasalahan terkait *availability* mesin (*breakdown losses* adalah *losses* dari *availability*).

**Perhitungan Setup and Adjustment Losses**

Hasil perhitungan dari *setup and adjustment losses* ini bernilai 0% untuk semua mesin *crane* yang diamati. Hal tersebut dikarenakan nilai *setup* yang berpengaruh terhadap perhitungan bernilai 0. Hal tersebut dikarenakan *setup* yang dilakukan oleh PT. X dilakukan di luar jam kerja (satu jam sebelum jam kerja dimulai).

**Perhitungan Idling and Minor Stoppage Losses**

Perhitungan *idling and minor stoppage losses* untuk semua *crane* yang diamati bernilai 0% karena nilai *non-productive time* yang berpengaruh terhadap perhitungan bernilai 0. *Losses* ini muncul akibat mesin terhenti secara tiba-tiba ketika sedang digunakan dan harus di-*restart* ulang, tetapi bukan rusak. Pihak perusahaan mengatakan bahwa cara kerja *crawler crane* ini berbeda dengan mobil manual. Mobil manual dapat mati secara tiba-tiba ketika sedang digunakan, sedangkan *crawler crane* tidak.

**Perhitungan Reduce Speed Losses**

Perhitungan *reduce speed losses* diperlukan untuk melihat berapa persentase kerugian yang diakibatkan akibat mesin bekerja lebih lambat dari yang seharusnya. Hasil perhitungan *reduce speed losses* adalah sebagai berikut.

**Tabel 5.** Hasil perhitungan *reduce speed losses*

Crane (TC-)	Breakdown Losses (%)			
	Maret	April	Mei	Juni
50	20,07	-1,26	-	-
51	58,31	59,68	-21,07	0,90
55	-42,23	8,91	-105,15	-
56-IF	-9,87	52,64	-	-
56-UIN	-9,73	-55,65	29,51	-
58	-20,57	-55,65	29,51	-
62	-40,38	20,40	72,18	-
65	-	-	-	-4,54
67	17,66	-10,43	-	-
74	23,58	-77,72	-	-
77	-	-	-	-45,30
79	-	-28,71	42,18	-

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa ada hasil yang nilainya minus. Hal tersebut dikarenakan *performance rate* milik beberapa *crane* juga melebihi nilai 100% (*reduce speed losses* merupakan *losses* dari *performance rate*). Hasil ini menunjukkan bahwa *losses* yang mengganggu kinerja mesin bukan hanya *breakdown losses*, tetapi juga *reduce speed losses*. Hal tersebut dikarenakan nilai dari beberapa *crane* yang *losses*-nya cukup tinggi dan menandakan mesin tersebut bekerja lebih lambat dari yang seharusnya.

**Perhitungan Defect and Rework Losses**

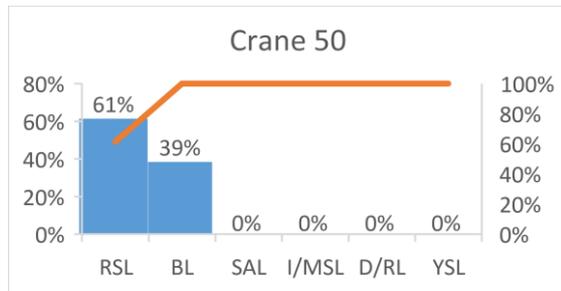
Hasil perhitungan *defect and rework losses* untuk seluruh mesin *crane* yang diamati semuanya bernilai 0%. Hal ini dikarenakan tidak adanya data kecacatan/pengerjaan ulang yang harus dilakukan oleh *crane-crane* yang diamati selama bulan Maret hingga Juni 2020 atau bisa dibilang nilai produk *defect* semuanya adalah 0. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan tidak memiliki masalah dengan hasil pancang yang tidak sesuai standar.

**Perhitungan Yield/Scrap Losses**

Hasil perhitungan *losses* ini untuk semua *crane* yang diamati bernilai 0%. Hal tersebut dikarenakan nilai *scrap* yang nilainya adalah 0. *Scrap* sendiri merupakan produk yang kualitasnya tidak sesuai dengan standar karena mesin belum dalam keadaan stabil. Proses pancang ini tidak mungkin akan menghasilkan *scrap* karena tiang pancang adalah barang yang besar dan mahal. Proses pemancangan dari awal hingga akhir harus dilakukan ketika mesin sudah dalam keadaan stabil.

### Diagram Pareto

Diagram pareto dibuat untuk mengetahui *losses* apa yang paling berpengaruh terhadap terganggunya efektivitas mesin *crawler crane*. Contoh diagram pareto untuk salah satu *crane* adalah sebagai berikut (*crane* TC-50).



Gambar 2. Contoh diagram pareto untuk *crane* TC-50

Diagram pareto untuk *crane* TC-50 dan *crane-crane* lainnya semua menunjukkan bahwa dua *losses* yang paling berpengaruh terhadap efektivitas mesin *crane* adalah *reduce speed losses* dan *breakdown losses*. Semua *crane* kebanyakan menunjukkan bahwa *reduce speed losses* adalah *losses* yang tertinggi baru diikuti dengan *breakdown losses*, kecuali *crane* TC-55, 77, dan 65. *Crane* TC-55 dan 77 *losses* tertinggi adalah *breakdown losses* baru diikuti oleh *reduce speed losses*. TC-65 tidak memiliki *losses* sama sekali dan menandakan *crane* telah bekerja dengan efektif.

### Diagram Sebab Akibat Reduce Speed Losses

Diagram ini dibuat untuk mengetahui akar permasalahan dari *reduce speed losses*. Ada empat faktor penyebab *losses* ini, yaitu *man*, *machine*, *measurement*, dan *environment*. Faktor *man* terdapat dua akar masalah. Pertama adalah cara kerja yang tidak konsisten, diakibatkan oleh operator sering berganti-ganti dan sering tidak mengikuti instruksi kerja. Kedua adalah operator sering terlambat (loyalitas kepada perusahaan rendah).

Faktor *machine* diakibatkan oleh kinerja mesin yang memang tidak maksimal. Hal tersebut diakibatkan oleh dua hal. Pertama adalah jadwal perawatan dan pergantian *spare part* yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Kedua adalah kebanyakan mesin yang dimiliki perusahaan adalah mesin bekas.

Faktor *measurement* diakibatkan oleh perusahaan yang tidak mengetahui kondisi mesin dengan baik. Hal tersebut diakibatkan tidak pernah diolahnya data perawatan dan kerusakan yang dimiliki perusahaan. Hal itu menyebabkan jadwal perawatan dan pergantian *spare part* tidak sesuai dengan kebutuhan dari mesin.

Faktor terakhir adalah *environment* yang menunjukkan adanya akar masalah berupa kondisi lingkungan yang dapat menghambat kinerja/kecepatan mesin. Hal tersebut diakibatkan oleh dua hal. Pertama kondisi tanah yang terlalu gembur. Kedua kondisi cuaca dimana jika hujan, tanah juga akan menjadi terlalu gembur.

### Diagram Sebab Akibat Breakdown Losses

Diagram sebab akibat untuk *breakdown losses* dibuat untuk mengetahui akar permasalahan dari *losses* tersebut. Ada empat faktor penyebab *losses* ini, yaitu *man*, *machine*, *measurement*, dan *method*. Faktor *man* memiliki dua akar permasalahan. Pertama pekerja yang terlalu memforsir kerja mesin karena adanya *deadline* padahal mesin perlu diperbaiki. Kedua adalah operator yang tidak bekerja sesuai instruksi kerja karena tidak mengikuti *briefing* di *workshop* sebelum mengerjakan proyek. Pekerja bisa dibilang lalai karena mereka merasa sudah bisa mengoperasikan mesin dengan benar karena sudah memiliki ijin kerja dari Dinas Tenaga Kerja.

Faktor *machine* memiliki dua akar masalah. Pertama adalah mesin yang memang mudah rusak karena mesinnya bekas. Kedua adalah *spare part* yang rusak terkadang hanya diperbaiki dan tidak diganti. Hal tersebut disebabkan karena adanya sistem PO (harus menunggu *spare part* datang) dalam pemesanan *spare part*.

Faktor *measurement* hanya ada satu akar masalah, yaitu tidak ada perhitungan jadwal perawatan dan pergantian *spare part* secara pasti karena data kerusakan tidak pernah diolah. Hal ini berkaitan dengan faktor terakhir, yaitu *method* yang memiliki dua akar masalah. Pertama adalah metode perawatan dan pergantian *spare part* yang tidak sesuai dengan kebutuhan *crawler crane*. Kedua adalah data perawatan yang tidak pernah diolah.

### Rekomendasi Perbaikan dengan Pendekatan 8 Pilar TPM

Rekomendasi yang diberikan untuk PT. X ada empat dan dibuat dengan menggunakan pendekatan 8 pilar TPM. Rekomendasi tersebut ada yang benar-benar baru dan ada yang memperbaiki hal yang sudah ada sebelumnya. Penjelasan adalah sebagai berikut.

#### Perbaikan Instruksi Kerja Penggunaan Crawler Crane

Perbaikan instruksi kerja ini dibuat dengan pendekatan pondasi TPM (5S) dan *autonomous maintenance* yang merupakan pilar pertama guna

menjawab permasalahan *reduce speed* dan *breakdown losses* akibat *man* yang kurang disiplin. Pendekatan pilar keempat TPM, yaitu *safety, health, and environment* juga diterapkan untuk lebih mendukung lingkungan kerja yang lebih aman. Selama ini perusahaan memang sudah memiliki instruksi kerja penggunaan *crane*, tetapi tidak menerapkan pondasi dan dua pilar TPM yang telah disebutkan sebelumnya.

### **Pembuatan Instruksi Kerja dalam Pengisian dan Pengolahan Data Kerusakan Crawler Crane**

Rekomendasi ini tidak hanya membuat instruksi kerja saja, melainkan juga *checklist* untuk dapat melakukan pengecekan terhadap komponen *crawler crane* secara terstruktur dan table pada *excel* untuk mengolah data kerusakan. Pendekatan pilar yang digunakan untuk rekomendasi ini ada tiga. Pilar *focussed maintenance/kobetsu kaizen* yang merupakan pilar kedua TPM digunakan agar perusahaan dapat mengurangi *losses* dengan perbaikan kecil yang dapat diterapkan secara kontinu, yaitu berupa pengolahan data kerusakan. Pilar *planned maintenance* sebagai pilar ketiga sehingga perusahaan dapat membuat jadwal perawatan yang sesuai dengan kebutuhan mesin *crawler crane* apabila pengolahan data dilakukan secara teratur. Pilar terakhir adalah *development management* yang merupakan pilar terakhir TPM karena perusahaan dapat mengembangkan metode perawatan mesin yang tidak terjadwal menjadi terjadwal. Rekomendasi ini diberikan untuk menyelesaikan permasalahan *reduce speed losses* dan *breakdown losses* akibat faktor *machine, method, dan measurement*. Kesimpulannya rekomendasi ini dibuat untuk memudahkan pengolahan data kerusakan agar kedepannya dapat dibuat jadwal perawatan yang sesuai dengan kebutuhan mesin.

### **Menghasilkan Pekerja yang Dapat Diandalkan**

Rekomendasi ini dibuat dengan menerapkan pilar kelima TPM, yaitu *education and training* untuk dapat mengajarkan dan melatih pekerjanya agar dapat diandalkan, sehingga pilar keempat TPM (*quality maintenance*) dapat tercapai. Perusahaan saat ini hanya sering mengadakan rapat untuk membahas dan mencari solusi dari masalah di lapangan dan mengadakan beberapa seminar, tetapi jarang melakukan pelatihan secara langsung di lapangan. Rekomendasi yang dapat diberikan, yaitu dengan mengadakan edukasi dan pelatihan secara langsung di lapangan selama minimal enam bulan sekali dengan mendatangkan para ahli.

### **Mulai Menerapkan TPM pada Perusahaan**

Rekomendasi ini dibuat dengan pendekatan pilar ketujuh TPM, yaitu *office TPM*. Tujuannya untuk mendukung proses utama di perusahaan, yaitu proses pancang, dengan melibatkan seluruh anggota perusahaan. Ada empat tahap yang harus dilakukan. Pertama tahap persiapan dimana perusahaan mulai mengenalkan TPM pada seluruh anggota perusahaan. Kedua tahap implementasi persiapan dimana seluruh anggota perusahaan sudah harus mulai memiliki rasa tanggung jawab untuk memegang erat TPM. Ketiga tahap implementasi dimana perusahaan sudah harus mulai menerapkan kegiatan-kegiatan yang mendukung TPM. Terakhir adalah tahap pemantapan dimana perusahaan sudah harus semakin menyempurnakan kegiatan-kegiatan TPM (Ansori et al. [3]).

### **Simpulan**

PT. X yang merupakan perusahaan konstruksi sejak 1994 memiliki masalah terhadap *downtime/mesin* sering rusak tiba-tiba (*breakdown losses*). *Crane* yang diamati untuk penelitian, yaitu *crane TC-50, 51, 55, 56, 58, 62, 65, 67, 74, 77, dan 79* dihitung tingkat efektivitasnya dengan OEE. Nilai OEE dari *crane TC-50, 51, 55, 56* proyek IF, 62, dan 67 masih dibawah 85% dan menandakan mesin tersebut belum berjalan secara maksimal/efektif. Perhitungan *six big losses* yang kemudian didukung dengan pembuatan diagram parato menunjukkan bahwa terdapat dua *losses* yang mempengaruhi tingkat efektivitas mesin, yaitu *reduce speed* dan *breakdown losses*. Kedua *losses* tersebut kemudian dicari akar permasalahannya menggunakan diagram sebab akibat dan menghasilkan empat rekomendasi untuk menjawab akar permasalahan tersebut. Rekomendasi yang diberikan adalah perbaikan instruksi kerja untuk penggunaan *crane*, pembuatan instruksi kerja pengolahan data kerusakan, melakukan edukasi dan pelatihan, dan mulai menerapkan TPM pada perusahaan.

### **Daftar Pustaka**

1. Corder, A., *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Erlangga, Jakarta, 1992.
2. Nakajima, S., *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*, Productivity Press, Cambridge, 1988.
3. Ansori, N., dan Mustajib, M., *Sistem Perawatan Terpadu*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2013.
4. Stamatis, D., *The OEE Premier: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*, Taylor and Francis Group, New York, 2010.