

Usulan Perancangan Formulit Pemeliharaan Mesin Duan KWEI di PT XYZ Menggunakan Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

1st Moh Daffa Al Azmi
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

daffaazmi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Judi Alhilman
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alhilman@telkomuniversity.ac.id

3rd Aji Pamoso
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT XYZ merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak di bidang farmasi. Pada proses *blistering* produksi herbal terdapat permasalahan yang ditemukan terkait efektivitas proses pengemasan yang akan menjadi fokus penelitian dikarenakan pada proses ini perawatan mesin secara berkala yang kurang optimal. Mesin yang digunakan pada proses pengemasan yaitu Mesin Duan Kwei yang berfungsi untuk pengemasan. Metode yang digunakan yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk memaksimalkan efektivitas mesin dan dianalisis efisiensi mesin Duan Kwei menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Perhitungan *Six Big Losses* digunakan untuk mengetahui faktor apa yang paling mempengaruhi rendahnya nilai OEE. Berdasarkan hasil perhitungan OEE, nilai OEE pada mesin Duan Kwei pada bulan Januari – Desember 2021 yaitu sebesar 59.86%, yang berarti nilai OEE masih berada di bawah standar JIPM. Berdasarkan perhitungan *six big losses* terdapat dua faktor *loss* yaitu *reduced speed loss* dan *idling and minor stoppages loss* sebesar 35% dan 18%. Nilai OEE yang rendah dapat dijadikan suatu evaluasi untuk meningkatkan efektivitas mesin Duan Kwei dengan rancangan sistem yang terintegrasi berupa rancangan pemeliharaan mesin. Pemeliharaan mesin ini berbasis *Total Productive Maintenance* (TPM) yang menggunakan dua pilar yaitu *autonomous maintenance* dan *planned maintenance* di PT XYZ.

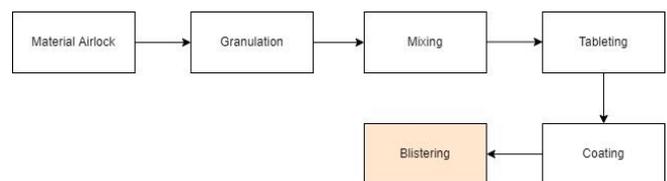
Kata kunci— mesin duan kwei, *total productive maintenance*, *overall equipment effectiveness*, *six big losses*.

I. PENDAHULUAN

Industri Farmasi merupakan salah satu elemen yang berperan penting dalam mewujudkan kesehatan nasional, oleh karena itu, semua industri farmasi harus benar-benar berupaya agar dapat menghasilkan produk obat yang memenuhi standar kualitas yang dipersyaratkan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan agar dapat mempertahankan eksistensinya melalui evaluasi dalam peningkatan efektivitas dan efisiensi kinerja perusahaan dengan optimal, serta bisa konsisten dalam membuat obat yang baik dengan tetap menjaga kualitasnya untuk konsumen dan bisa bertahan untuk terus bersaing dengan perusahaan lainnya.

Salah satu perusahaan Industri Farmasi yang sangat menjaga kualitasnya adalah PT. Kimia Farma. Perusahaan ini adalah produsen dari produk farmasi, yang mana perusahaan

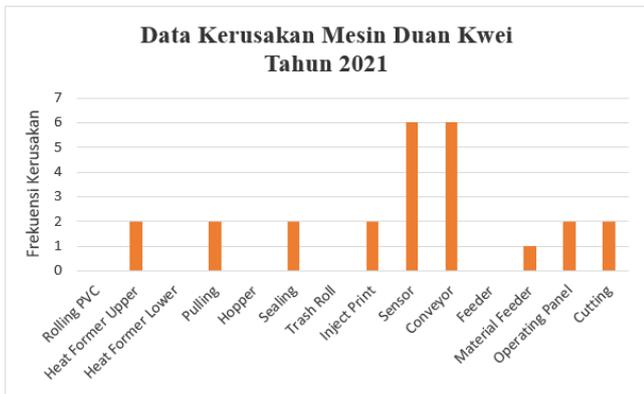
ini memproduksi 2 jenis produk, yaitu obat herbal dan obat pharma. Produksi Herbal PT. XYZ, menggunakan metode *make by order* sehingga penting untuk memperhatikan kesiapan mesin untuk siap sedia pada saat akan digunakan agar sesuai dengan permintaan dan terjamin kualitasnya dengan baik. Berikut Gambar 1 merupakan alur proses produksi Herbal.



GAMBAR 1
(ALUR PROSES PRODUKSI)

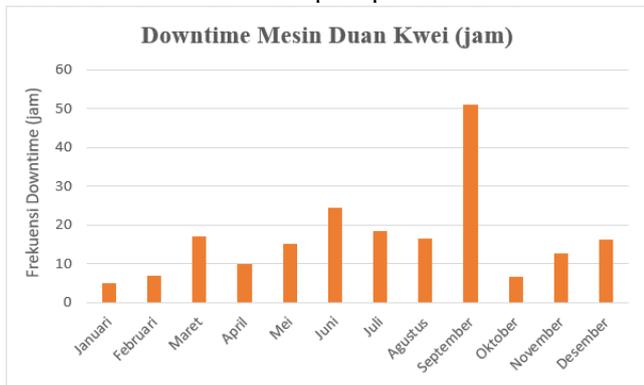
Dalam proses produksi Herbal, terdapat proses yang belum berjalan optimal, yaitu proses *blistering*, sehingga diperlukan analisis dan pembahasan terhadap implementasi TPM di PT. XYZ untuk usulan perancangan pemeliharaan mesin menggunakan metode TPM dan OEE yang mempengaruhi efektifitas sistem tersebut agar dapat diimplementasikan.

Pada proses produksi yang dilakukan oleh perusahaan dengan beberapa mesin sering terjadi kerusakan, salah satunya mesin Duan Kwei yang berfungsi untuk mengemas produk herbal dengan kemasan cetak *polycell (roll)* pada jenis kaplet seperti *Fituno* dan *Asifit*. Berdasarkan observasi pada proses *blistering* (pengemasan primer) permasalahan yang ditemukan adalah efektivitas proses pengemasan yang menjadi fokus penelitian dikarenakan pada proses ini perawatan mesin secara berkala yang kurang optimal sehingga pengerjaan produk tidak dapat dikontrol dengan baik, dan mesin beroperasi tidak optimal. Berikut jumlah kerusakan mesin yang ada di PT XYZ yang dapat dilihat pada Gambar 2.



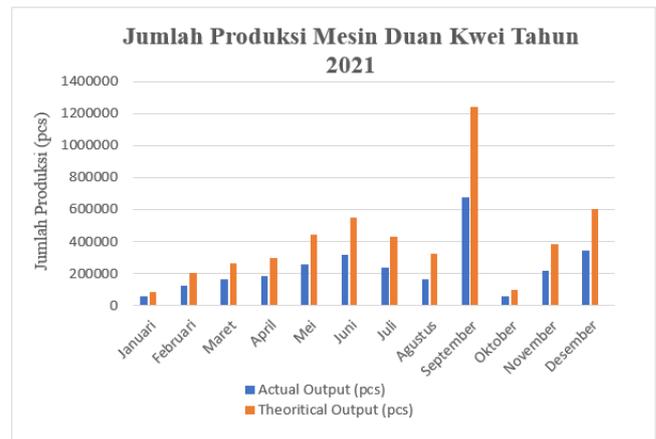
GAMBAR 2 (DATA KERUSAKAN MESIN)

Selama memperbaiki mesin yang rusak maka mesin akan mengalami downtime. Jika jumlah kerusakan dan *downtime* yang dialami pada mesin tinggi maka nilai efektivitas mesin menjadi menurun dan dapat mengakibatkan keterlambatan produksi. Hal tersebut karena mesin Duan Kwei merupakan satu-satunya mesin yang digunakan untuk proses produksi pada blistering. Adapun berikut Gambar 3 merupakan *downtime* mesin Duan Kwei pada periode 2021.



GAMBAR 3 (DOWNTIME MESIN DUAN KWEI)

Frekuensi waktu kerusakan mesin Duan Kwei masih cukup tinggi. Maka dari itu dalam upaya mengatasi *downtime* perusahaan harus melakukan pemeliharaan mesin secara rutin yang diharapkan dapat memberikan dampak baik dengan kinerja mesin yang optimal pada proses produksi. Adapun berikut merupakan jumlah produksi mesin Duan Kwei pada periode 2021:

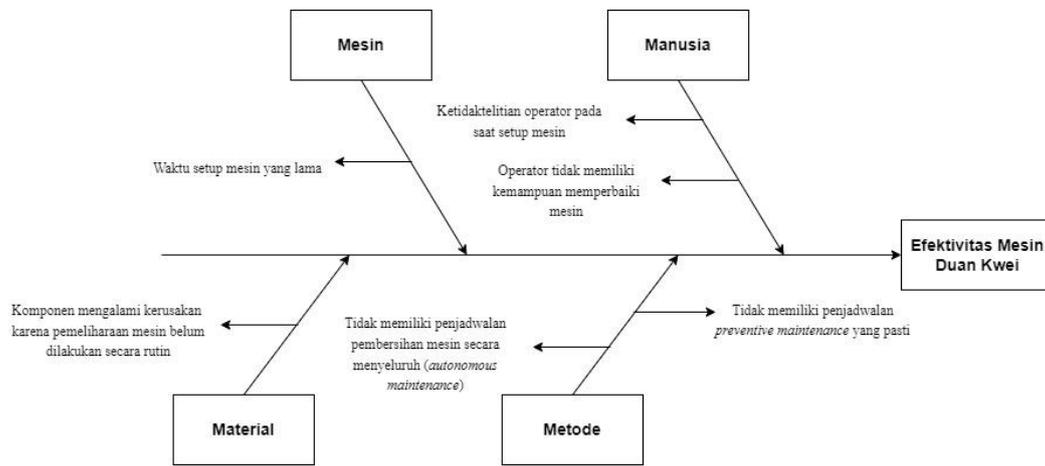


GAMBAR 4 (DATA JUMLAH PRODUKSI)

Produksi Herbal PT XYZ, menggunakan metode *make by order* sehingga banyaknya jumlah produksi untuk mesin Duan Kwei menyesuaikan dengan jumlah permintaan pelanggan. Penelitian ini berfokus pada efisiensi dan efektivitas mesin dalam proses produksi, karena berdasarkan hasil wawancara dengan Pak Hari selaku operator *blistering* mengatakan bahwa dalam produksi 1 batch membutuhkan waktu 1 sampai 2 hari pengerjaan. Selain permasalahan yang bersangkutan dengan mesin, permasalahan lainnya yang dihadapi oleh proses produksi *blistering* adalah operator tidak mempunyai kemampuan untuk melakukan perawatan terhadap mesin yang mereka gunakan.

Selain itu, PT XYZ belum menerapkan sistem manajemen perawatan dengan optimal, perusahaan menerapkan sistem *corrective maintenance* yaitu melakukan perbaikan ketika ada mesin yang rusak dan menerapkan sistem *preventive maintenance* yaitu melakukan pemeliharaan terjadwal tetapi kenyataannya perusahaan tidak memiliki jadwal yang pasti dalam melakukan *preventive maintenance*.

Oleh karena itu dengan adanya usaha perbaikan atau pemeliharaan serta metode yang baik maka proses produksi pada mesin Duan Kwei berjalan optimal dan kualitas produk yang diinginkan dapat tercapai. Metode yang digunakan dalam pengukuran kinerja dan efektivitas mesin adalah *Total Productive Maintenance (TPM)*. TPM merupakan suatu konsep pemeliharaan untuk memaksimalkan efektivitas agar dapat mencapai standart internasional. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah salah satu indikator implementasi TPM dan digunakan untuk menentukan seberapa efisien sebuah mesin bekerja. Adapun faktor-faktor yang dapat diilustrasikan menggunakan diagram *fishbone* pada Gambar 4.



GAMBAR 4
(FISHBONE DIAGRAM)

II. KAJIAN TEORI

A. Perancangan dan Pengendalian Produksi

Production Planning and Control (PPC) adalah suatu proses perencanaan dan pengendalian secara keseluruhan yang memuat kesepakatan antara top management dengan bagian manufaktur yang disusun berdasarkan permintaan dan kebutuhan sumber daya perusahaan agar kebutuhan pasar dapat terpenuhi dari segi kuantitas, waktu, dan biaya produksi yang minimum (Juliantara & Mandala, 2020). Perencanaan dan pengendalian produksi diperlukan oleh organisasi untuk menggunakan sumber daya secara efektif baik dari segi penggunaan maupun waktu yang dihabiskan untuk menjalankan proses produksi (Soeltanong & Sasongko, 2021). Perencanaan dan pengendalian produksi merupakan bagian dari organisasi perusahaan yang menjadi penghubung antara 2 departemen, yaitu departemen pemasaran dan departemen produksi (Santoso, 2017).

B. 5S - Foundation for Improvements

Kaizen atau "5S" adalah metode yang digunakan untuk mengurangi slack yang terjadi di perusahaan. 5S mewakili kata-kata Jepang *Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu, dan Shitsuke*, yang secara kolektif diterjemahkan menjadi aktivitas pembersihan di tempat kerja (Suwondo, 2012). Menurut Hiroyuki Hirano percaya bahwa dengan mempromosikan 5S, sebuah pabrik dapat menyediakan produk yang diinginkan pelanggan, dalam kualitas yang baik, dengan biaya rendah, cepat, dan aman, dan dengan demikian meningkatkan keuntungan perusahaan (Monden, 2012). Menurut (Suwondo, 2012) yang menjadi dasar-dasar pemahaman dari 5S adalah sebagai berikut:

1. Seiri (Ringkas – Sisih – Keteraturan - Pemilahan - *Sort*)
2. Seiton (Rapi – Susun – Kerapian – Penataan - *Set In Order*)
3. Seiso (Resik – Sapu – Kebersihan – Pembersihan – *Shine*)
4. Seiketsu (Rawat – Seragam – Kepatuhan – Pemantapan – *Standadized*)
5. Shitsuke (Rajin – Senantiasa – Kedisiplinan – Pembiasaan – *Suistain*)

C. Biaya Kualitas dan *Defect*

Biaya kualitas adalah kombinasi dari beberapa karakteristik atau karakteristik pelengkap lainnya dari produk dan jasa yang mampu memenuhi dan memuaskan kebutuhan pelanggan. Biaya kualitas dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, antara lain (Shobur et al., 2020):

1. Biaya kegagalan internal, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan yang ditemukan sebelum menyerahkan produk itu ke pelanggan.
2. Biaya kegagalan eksternal, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan yang ditemukan setelah produk itu diserahkan pada pelanggan.
3. Biaya penilaian, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan penentuan derajat konfirmasi terhadap persyaratan kualitas.
4. Biaya pencegahan, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan pencegahan kegagalan internal maupun eksternal, sehingga meminimumkan biaya tambahan lainnya.

D. Pengertian Pemeliharaan (*Maintenance*)

Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian. Semua tindakan yang tepat untuk mempertahankan item/peralatan atau mengembalikannya ke kondisi tertentu (Dhillon, 2017). Perlu diketahui pula bahwa suatu mesin jika digunakan secara terus menerus akan mengalami penurunan tingkat kesiapan (*availability*) dan kualitas performansinya, tetapi usia kegunaan pemeliharaan dapat diperpanjang dengan melakukan pemeliharaan peralatan secara berkala (Ilyas Mas'udin et al., 2020).

Pemeliharaan fasilitas bertujuan untuk menjaga fasilitas dalam keadaan siap untuk produksi yang direncanakan, dan tidak mengalami kerusakan selama fasilitas atau peralatan tersebut digunakan dalam proses produksi. Tujuan pemeliharaan yaitu (Dhillon, 2017):

1. Memperpanjang usia kegunaan aset.
2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan produksi atau jasa dan mendapatkan laba investasi (*return of investment*) yang maksimum.
3. Menjamin kesiapan operasional peralatan setiap waktu.

4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

E. Klasifikasi Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan terhadap suatu peralatan atau komponen dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*).

1. Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah suatu tindakan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, umumnya secara periodik dimana sejumlah kegiatan seperti inspeksi dan perbaikan penggantian, pembersihan, pelumasan dan penyamaan dilakukan (Daya et al., 2016).

2. Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas produksi mengalami kerusakan atau gangguan untuk membantu memulihkan mesin yang gagal ke kondisi produktif sehingga dapat berfungsi dengan baik (Z. Zhang et al., 2021).

F. Pengertian Total Productive Maintenance (TPM)

TPM adalah proses perbaikan berkelanjutan yang berfokus pada tim terstruktur yang berupaya mengoptimalkan efektivitas produksi dengan mengidentifikasi dan menghilangkan kerugian peralatan serta efisiensi produksi, di seluruh siklus hidup sistem produksi melalui partisipasi aktif karyawan di semua tingkat hierarki operasional (Díaz-Reza et al., 2019).

Secara umum konsep TPM adalah suatu metodologi yang bekerja sebagai alat, yang tujuannya adalah untuk memelihara peralatan dan mesin yang digunakan dalam produksi barang dan jasa dalam kondisi yang optimal. Selain itu, juga berupaya untuk mengurangi pemborosan, meminimalkan ketidakaktifan peralatan, dan meningkatkan kualitas, tetapi terutama berfokus pada program pemeliharaan peralatan untuk mengoptimalkan efisiensi dan kinerja melalui kegiatan untuk meningkatkan pemeliharaan. Oleh karena itu, dasar TPM adalah: “*zero error, accident, and losses*”.

G. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan peralatan sebagai salah satu aplikasi program *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan menghapuskan *six big losses* peralatan (Saiful et al., 2014). Dalam pengukuran OEE kerusakan peralatan (*breakdown*) merupakan salah satu penyebab dari kerugian produksi. Penyebab lainnya dapat diakibatkan karena memproduksi dibawah kapabilitas mesin dan memproduksi produk cacat. OEE mengacu pada pengukuran tiga rasio utama, yaitu: *Availability* (A), *Performance Efficiency* (PE), dan *Rate of Quality Product* (ROQP) (Saiful et al., 2014). OEE merupakan produk dari *six big losses* pada mesin/peralatan. Adapun keenam faktor dalam *six big losses* dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/ peralatan, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses* (Pamoso et al., 2018). Secara matematis formula pengukuran nilai OEE adalah (Saiful et al., 2014)

$$OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance rate (\%) \times Quality rate (\%)$$

Berikut merupakan rumus untuk *availability*, *performance*, dan *quality* (Alhilman et al., 2019):

$$Availability = \frac{Operating\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

$$PE = \frac{theoretical\ cycle\ time \times processed\ amount}{Operating\ time} \times 100\%$$

$$Quality\ rate = \frac{Total\ product - Total\ defect}{Total\ production} \times 100\%$$

Menurut hasil benchmark dari *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang telah dipraktekan secara luas di seluruh dunia, Standar Dunia dalam Pengukuran OEE, yaitu:

TABEL 1
(STANDAR DUNIA DALAM PENGUKURAN OEE)

Faktor OEE	World Class (JIPM)
Availability	90%
Performance Efficiency (PE)	95%
Quality Rate	99%
OEE	85%

H. Six Big Losses

Dalam pengukuran efektivitas pada suatu mesin atau peralatan kerja disebut perusahaan manufaktur dapat diidentifikasi dengan menggunakan *six big losses*. *Six big losses* merupakan enam penyebab umum yang mengakibatkan efisiensi menurun yang terdiri dari (Alhilman et al., 2019) *Equipment Failure Loss*, *Setup and Adjustment Losses*, *Idling and Minor Stoppages*, *Reduce Speed Losses*, *Process Defect Losses*, dan *Reduced Yield Losses*.

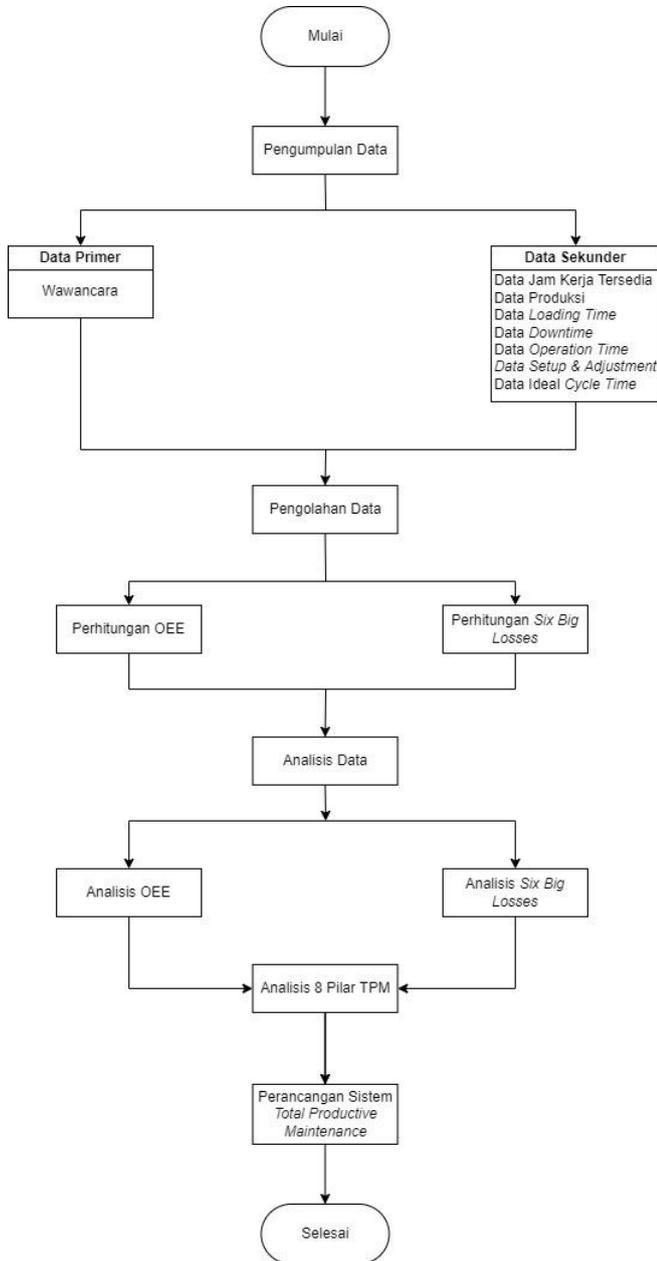
I. Fishbone Diagram

Diagram sebab-akibat (*fishbone*) merupakan metode grafis yang terdiri dari garis dan symbol yang dirancang untuk menganalisis dan menunjukkan hubungan antara dampak dan penyebabnya (Besterfield et al., 2012). Akibat adalah suatu karakteristik dari kualitas yang harus diperbaiki (Besterfield et al., 2012). Diagram *fishbone* atau yang dikenal dengan diagram sebab-akibat dimulai dari masalah pernyataan, diikuti dengan memilih kemungkinan penyebab masalah menjadi beberapa kategori 4M + 1E (Zhang & Ding, 2016). Menurut (Zhang & Ding, 2016) Berikut adalah langkah-langkah dalam membuat *fishbone diagram*, yaitu:

1. Menentukan penyebab potensial dari masalah
2. Mengelompokkan penyebab potensial ke dalam kategori yang berbeda yang meliputi *man*, *material*, *machine*, *method*, dan *environment*.
3. Menggambar diagram sebab-akibat (*fishbone*)
4. Analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi akar dari penyebab potensial.

III. METODE

Metodologi penelitian ditujukan untuk menjelaskan metode dan langkah-langkah yang dilakukan penulis dalam mengerjakan penelitian. Pada penelitian kali ini terbagi menjadi empat tahapan, diantaranya adalah tahap pengumpulan data, tahap perancangan, tahap verifikasi, dan tahap validasi.



GAMBAR 5 (TAHAPAN PERANCANGAN)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada bagian proses Blistering produksi Herbal pada mesin Duan Kwei yang berfungsi untuk mengemas produk herbal dengan kemasan cetak *polycell* (roll) pada jenis kaplet.

A. Data Jam Kerja Tersedia dan *downtime* Mesin Duan Kwei

Data jam kerja tersedia adalah waktu operasi mesin yang dilakukan oleh PT XYZ untuk melakukan proses produksi. Waktu operasi mesin Duan Kwei yaitu 8 jam dalam satu hari. Berikut merupakan data jam kerja tersedia pada tahun 2021.

TABEL 2 (JAM KERJA TERSEDIA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Jam Kerja Tersedia (jam)
Januari	34.50
Februari	73.17
Maret	109.03
April	102.25
Mei	150.60
Juni	202.75
Juli	153.22
Agustus	122.37
September	435.83
Oktober	38.08
November	132.13
Desember	198.90

Data *downtime* adalah waktu henti mesin ketika bekerja yang mengakibatkan proses produksi terhenti. Berikut merupakan data *downtime* pada mesin Duan Kwei pada tahun 2021.

TABEL 3 (DATA DOWNTIME PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Downtime (jam)
Januari	5
Februari	7
Maret	17
April	10
Mei	15
Juni	24.5
Juli	18.4
Agustus	16.57
September	50.98
Oktober	6.67
November	12.77
Desember	16.07

B. Data Produksi Mesin Duan Kwei

Data produksi mesin Duan Kwei adalah jumlah butir yang dihasilkan pada tahun 2021. Berikut merupakan perhitungan jumlah *actual output* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 4 (ACTUAL OUTPUT PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Jumlah Actual Output (pcs)
Januari	55005
Februari	126956
Maret	163864
April	182618
Mei	254121
Juni	317108
Juli	234344
Agustus	166457
September	677953
Oktober	54774
November	218459

Bulan	Jumlah Actual Output (pcs)
Desember	345405

C. Proses Perancangan

1. Perhitungan Availability Rate

Untuk mengetahui *loading time* dilakukan perhitungan dengan melakukan pengurangan terhadap jam kerja tersedia dengan *planned downtime*. Berikut merupakan hasil dari perhitungan *loading time* pada bulan Januari 2021.

TABEL 5
(PERHITUNGAN LOADING TIME PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Jam Kerja Tersedia (jam)	Planned Downtime (jam)	Loading Time (jam)
Januari	34.50	5	31.00
Februari	73.17	5	63.17
Maret	109.03	5	90.03
April	102.25	5	89.75
Mei	150.60	5	135.10
Juni	202.75	5	172.75
Juli	153.22	5	135.72
Agustus	122.37	5	108.37
September	435.83	5	393.33
Oktober	38.08	5	34.58
November	132.13	5	118.63
Desember	198.90	5	177.90
Total Loading Time			1550.33

Kemudian untuk perhitungan *availability rate* pada bulan Februari – Desember 2021 menggunakan perhitungan yang sama seperti diatas. Berikut merupakan perhitungan *availability rate* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 6
(AVAILABILITY RATE PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Loading Time (jam)	Downtime Mesin (jam)	Operating Time (jam)	Availability Rate (%)
Januari	31.00	5	26.00	84%
Februari	63.17	7	56.17	89%
Maret	90.03	17	73.03	81%
April	89.75	10	79.75	89%
Mei	135.10	15	120.10	89%
Juni	172.75	24.5	148.25	86%
Juli	135.72	18.4	117.32	86%
Agustus	108.37	16.57	91.80	85%
September	393.33	50.98	342.35	87%
Oktober	34.58	6.67	27.91	81%
November	118.63	12.77	105.86	89%
Desember	177.90	16.07	161.83	91%
Rata-rata Availability Rate				86%

2. Perhitungan Performance Rate

Theoretical cycle time pada mesin Duan Kwei yaitu sebesar 62 menit/pcs. Untuk total produksi merupakan jumlah produksi yang dihasilkan mesin Duan Kwei. Berikut merupakan perhitungan *performance rate* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 7
(PERFORMANCE RATE PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Total Produksi (pcs)	Theoretical Cycle Time (jam/pcs)	Operating Time (jam)	Performance Efficiency (%)
Januari	55005	0.000286	26.00	61%
Februari	126956	0.000286	56.17	65%
Maret	163864	0.000286	73.03	64%
April	182618	0.000286	79.75	65%
Mei	254121	0.000286	120.10	61%
Juni	317108	0.000286	148.25	61%
Juli	234344	0.000286	117.32	57%
Agustus	166457	0.000286	91.80	52%
September	677953	0.000286	342.35	57%

Oktober	54774	0.000286	27.91	56%
November	218459	0.000286	105.86	59%
Desember	345405	0.000286	161.83	61%
Rata-rata Performance Efficiency				60%

3. Perhitungan Quality Rate

Pada perhitungan nilai *quality rate* dapat menggunakan rumus *Quality Rate*. Untuk menghitung *quality rate* perlu mengetahui good produk dengan melakukan pengurangan total produksi dengan *defect*. Berikut merupakan perhitungan *quality rate* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 8
(QUALITY RATE PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Total Produksi (pcs)	Defect (pcs)	Good Produk	Quality Rate (%)
Januari	55005	3.9	55001.1	99.99%
Februari	126956	17.7	126938.3	99.99%
Maret	163864	37.7	163826.3	99.98%
April	182618	16.1	182601.9	99.99%
Mei	254121	71.7	254049.3	99.97%
Juni	317108	62.5	317045.5	99.98%
Juli	234344	30.3	234313.7	99.99%
Agustus	166457	32.4	166424.6	99.98%
September	677953	108.9	677844.1	99.98%
Oktober	54774	4.7	54769.3	99.99%
November	218459	30.8	218428.2	99.99%
Desember	345405	43.6	345361.4	99.99%
Rata-rata Quality Rate				99.98%

4. Perhitungan OEE

Pada perhitungan OEE untuk mengetahui nilai yang didapat yaitu dengan melakukan perkalian *availability rate*, *performance rate* dan *quality rate*. Berikut merupakan perhitungan OEE pada mesin Duan Kwei.

TABEL 9
(PERHITUNGAN OEE PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Availability Rate (%)	Performance Efficiency (%)	Quality Rate (%)	OEE (%)
Januari	84%	60.51%	99.99%	50.74%
Februari	89%	64.65%	99.99%	57.47%
Maret	81%	64.17%	99.98%	52.04%
April	89%	65.49%	99.99%	58.19%
Mei	89%	60.52%	99.97%	53.78%
Juni	86%	61.18%	99.98%	52.49%
Juli	86%	57.13%	99.99%	49.38%
Agustus	85%	51.86%	99.98%	43.92%
September	87%	56.64%	99.98%	49.29%
Oktober	81%	56.12%	99.99%	45.29%
November	89%	59.02%	99.99%	52.66%
Desember	91%	61.04%	99.99%	55.52%
Rata-rata	86%	59.86%	99.98%	51.73%

Berikut merupakan perbandingan dari nilai OEE mesin Duan Kwei dengan standar global OEE yang telah ditetapkan JIPM.

TABEL 10
(PERHITUNGAN OEE MESIN DUAN KWEI DENGAN STANDAR GLOBAL OEE)

Faktor OEE	Hasil	Standar JIPM	Pemenuhan Standar JIPM
Availability	86%	90%	TIDAK
Performance Efficiency	59.86%	95%	TIDAK
Quality Rate	99.98%	99%	YA
OEE	51.73%	85%	TIDAK

5. Perhitungan Six Big Losses

Perhitungan nilai *equipment failure loss* dibutuhkan nilai dari total *breakdown* dan *loading time*. Berikut merupakan perhitungan *equipment failure loss* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 11
(EQUIPMENT FAILURE LOSE PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Total Breakdown Time (jam)	Loading Time (jam)	Equipment Failure Loss (%)
Januari	3	31.00	10%
Februari	0.16	63.17	0%
Maret	3.28	90.03	4%
April	0	89.75	0%
Mei	2.75	135.10	2%
Juni	1	172.75	1%
Juli	3.21	135.72	2%
Agustus	6.16	108.37	6%
September	19.58	393.33	5%
Oktober	4.08	34.58	12%

Bulan	Total Breakdown Time (jam)	Loading Time (jam)	Equipment Failure Loss (%)
November	2.38	118.63	2%
Desember	0.75	177.90	0%
Rata-rata			4%

Untuk menghitung *setup and adjustment losses* dibutuhkan nilai dari total *setup and adjustment* dan *loading time*. Berikut merupakan perhitungan *setup and adjustment losses* pada mesin Duan Kwei. Selanjutnya yaitu perhitungan *idling and minor stoppages*, untuk menghitung *idling and minor stoppages* dibutuhkan nilai dari total *nonproductive time* dan *loading time*. Berikut merupakan perhitungan *idling and minor stoppages* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 12
(PERHITUNGAN IDLING DAN MINOR STOPPAGES PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Nonproductive Time					Loading Time (jam)	Idling & Minor Stoppage Loss (%)
	Planned Downtime (jam)	Breakdown Time (jam)	Total Setup & Adjustment (jam)	Idle Time Operator (jam)	Total Nonproductive Time (jam)		
Januari	5	3	1.5	2	11.5	31.00	37%
Februari	5	0.16	4.5	0	9.66	63.17	15%
Maret	5	3.28	8.5	3	19.78	90.03	22%
April	5	0	5	0	10	89.75	11%
Mei	5	2.75	6.5	1.5	15.75	135.10	12%
Juni	5	1	15	0.5	21.5	172.75	12%
Juli	5	3.21	9.5	2.5	20.21	135.72	15%
Agustus	5	6.16	6.5	5	22.66	108.37	21%
September	5	19.58	19.5	8	52.08	393.33	13%
Oktober	5	4.08	1.5	2	12.58	34.58	36%
November	5	2.38	6	2	15.38	118.63	13%
Desember	5	0.75	9.5	0	15.25	177.90	9%
Rata-rata							18%

Kemudian untuk perhitungan *reduce speed* pada bulan Februari – Desember 2021 menggunakan perhitungan nilai dari *loading time*, *theoretical cycle time*, *operation time*, dan total produksi. Berikut merupakan perhitungan *reduce speed* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 13
(REDUCE SPEED PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Operation Time (jam)	Theoretical Cycle Time (jam/pcs)	Total Produksi (pcs)	Loading Time (jam)	Reduce Speed Loss Time (%)
Januari	26.00	0.000286	55005	31.00	33%
Februari	56.17	0.000286	126956	63.17	31%
Maret	73.03	0.000286	163864	90.03	29%
April	79.75	0.000286	182618	89.75	31%
Mei	120.10	0.000286	254121	135.10	35%
Juni	148.25	0.000286	317108	172.75	33%
Juli	117.32	0.000286	234344	135.72	37%
Agustus	91.80	0.000286	166457	108.37	41%
September	342	0.000286	677953	393.33	38%
Oktober	27.91	0.000286	54774	34.58	35%
November	106	0.000286	218459	118.63	37%
Desember	161.83	0.000286	345405	177.90	35%
Rata-rata					35%

Kemudian, untuk menghitung *defect losses* dibutuhkan nilai dari *loading time*, *theoretical cycle time*, dan *defect*.

Berikut merupakan perhitungan *defect losses* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 14
(DEFECT LOSSES PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Loading Time (jam)	Theoretical Cycle Time (jam/pcs)	Defect (pcs)	Defect (jam)	Defect Loss (%)
Januari	31.00	0.000286	3.9	0.0	0.0036%
Februari	63.17	0.000286	17.7	0.0	0.0080%
Maret	90.03	0.000286	37.7	0.0	0.0120%
April	89.75	0.000286	16.1	0.0	0.0051%
Mei	135.10	0.000286	71.7	0.0	0.0152%
Juni	172.75	0.000286	62.5	0.0	0.0103%
Juli	135.72	0.000286	30.3	0.0	0.0064%
Agustus	108.37	0.000286	32.4	0.0	0.0086%
September	393.33	0.000286	108.9	0.0	0.0079%
Oktober	34.58	0.000286	4.7	0.0	0.0039%
November	118.63	0.000286	30.8	0.0	0.0074%
Desember	177.90	0.000286	43.6	0.0	0.0070%
Rata-rata					0.0080%

Selanjutnya untuk menghitung *reduce yield loss* dibutuhkan nilai dari *theoretical cycle time*, dan *loading time*. Berikut merupakan perhitungan *reduce yield loss* pada mesin Duan Kwei.

TABEL 15
(REDUCE YIELD LOSS PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Reject Produk (pcs)	Theoretical Cycle Time (jam/pcs)	Loading Time (jam)	Reduce Yield Loss (jam)	Reduce Yield Loss (%)
Januari	0	0.000286	31.00	0	0%
Februari	0	0.000286	63.17	0	0%

Maret	0	0.000286	90.03	0	0%
April	0	0.000286	89.75	0	0%
Mei	0	0.000286	135.10	0	0%
Juni	0	0.000286	172.75	0	0%
Juli	0	0.000286	135.72	0	0%
Agustus	0	0.000286	108.37	0	0%
September	0	0.000286	393.33	0	0%
Oktober	0	0.000286	34.58	0	0%
November	0	0.000286	118.63	0	0%
Desember	0	0.000286	177.90	0	0%
Rata-rata					0%

Setelah melakukan perhitungan *six big losses* yang dapat mempengaruhi nilai efektivitas mesin, maka didapatkan presentase *six big losses* dari masing-masing kerugian terbesar sebagai berikut.

TABEL 16
(PERSENTASE SIX BIG LOSSES PADA MESIN DUAN KWEI)

Bulan	Equipm ent Failure Loss (%)	Setup and Adjustm ent Losses (%)	Idling and Minor Stoppa ges (%)	Redu ce Spee d (%)	Defec t Losse s (%)	Redu ce Yield Loss (%)
Januari	10%	5%	37%	33%	0.0036%	0%
Februar i	0%	7%	15%	31%	0.0080%	0%
Maret	4%	9%	22%	29%	0.0120%	0%
April	0%	6%	11%	31%	0.0051%	0%

Bulan	Equipm ent Failure Loss (%)	Setup and Adjustm ent Losses (%)	Idling and Minor Stoppa ges (%)	Redu ce Spee d (%)	Defec t Losse s (%)	Redu ce Yield Loss (%)
Mei	2%	5%	12%	35%	0.0152%	0%
Juni	1%	9%	12%	33%	0.0103%	0%
Juli	2%	7%	15%	37%	0.0064%	0%
Agustu s	6%	6%	21%	41%	0.0086%	0%
Septem ber	5%	5%	13%	38%	0.0079%	0%
Oktober	12%	4%	36%	35%	0.0039%	0%
Novem ber	2%	5%	13%	37%	0.0074%	0%
Desem ber	0%	5%	9%	35%	0.0070%	0%
Rata-rata	4%	6%	18%	35%	0.0080%	0%

Berdasarkan perhitungan *total time loss* dengan presentase *six big losses* dari masing-masing kerugian, maka dapat diketahui untuk nilai rata-rata *time loss* tertinggi yang mempengaruhi efektivitas mesin Duan Kwei. Adapun nilai rata-rata *time loss* dan presentase *loss* yang telah diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

TABEL 17
(NILAI RATA-RATA TIME LOSS DAN PERSENTASE LOSS PADA MESIN DUAN KWEI)

No	Six Big Losses	Rata-rata Time Losses (%)	Presentase Loss (%)	Presentase Losses Kumulatif (%)
1	Reduce Speed	35%	55.5%	55.5%
2	Idling and Minor Stoppages	18%	28.9%	84.4%
3	Setup and Adjustment Losses	6%	9.8%	94.2%
4	Equipment Failure Loss	4%	5.8%	100.0%
5	Defect Losses	0%	0.0%	100.0%
6	Reduce Yield Loss	0%	0.0%	100.0%
	Total	62%	100.0%	

D. Hasil Rancangan

Berdasarkan hasil rancangan sistem terintegrasi ini meliputi tiga formulir, yaitu sebagai berikut.

1. Formulir Penjadwalan *Preventive Maintenance*

GAMBAR 6
(HASIL RANCANGAN FORMULIR PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTENANCE)

2. Formulir Pembersihan Mesin Secara Menyeluruh

GAMBAR 7
(HASIL RANCANGAN FORMULIR PEMBERSIHAN MESIN SECARA MENYELURUH)

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pada penelitian yang telah dilakukan pada PT XYZ, maka diperoleh kesimpulan dalam penelitian ini sebagai berikut.

- Analisis terhadap sistem pemeliharaan untuk mengatasi permasalahan rendahnya nilai efektivitas mesin yaitu dengan menerapkan sistem pemeliharaan mesin berbasis

TPM dengan menerapkan dua pilar TPM, yaitu *autonomous maintenance* dan *planned maintenance*. Pada pilar *autonomous maintenance* yaitu PT XYZ, setiap operator diharuskan untuk mengoperasikan mesin dan merawat mesin seperti membersihkan mesin. Namun pembersihan yang dilakukan hanya sekedar pembersihan secara umum seperti membersihkan serbuk setelah pemakaian mesin. Operator pun kurang responsif terhadap kerusakan mesin, dengan menunggu bantuan dari teknisi untuk memperbaiki mesin tersebut. Pada pilar *planned maintenance* yaitu perusahaan sudah memiliki kegiatan perawatan mesin yang terjadwal seperti *preventive maintenance* tetapi tidak dilakukan. Selain itu, sesudah operator menggunakan mesin pun selalu dibersihkan. Hal yang dilakukan oleh perusahaan pada kegiatan *planned maintenance* ini sudah baik, namun kurangnya kegiatan *preventive maintenance* pada kegiatan *planned maintenance* sehingga teknisi dan operator tidak melakukan sesuai dengan apa yang harus dilakukan. *Preventive maintenance* ini diperlukan untuk kegiatan *maintenance* agar dapat meminimalisir kerusakan pada mesin

2. Berdasarkan hasil perhitungan *six big losses*, penyebab kerugian terbesar ataupun penurunan efektivitas pada mesin Duan Kwei ada di *reduce speed* dengan presentase kerugian sebesar 35% dan *idling and minor stoppages* dengan presentase kerugian sebesar 18%. Kedua faktor ini mempengaruhi performance mesin sehingga produksi tidak mencapai tingkat yang diharapkan.
3. Berdasarkan perhitungan nilai efektivitas menggunakan metode OEE pada mesin Duan Kwei bulan Januari – Desember 2021, didapatkan rata-rata nilai OEE sebesar 53%, sehingga dapat dikatakan mesin Duan Kwei masih belum memenuhi nilai standar OEE *world class* yang bernilai 85%. Penyebab dari rendahnya nilai OEE pada mesin Duan Kwei dikarenakan dari faktor performance dari mesin yang masih rendah dan tidak memenuhi standar JIPM.

REFERENSI

- Austiady, T. K., & Cudney, E. A. (2016b). *Strategies and implementation guide*. <https://book.org/book/2572244/84bbac>
- Alhilman, Judi., Budiasih, E., & Frima, F. R. (2019). Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (tpm) Untuk Meningkatkan Efektivitas Mesin Single Needle, Single Needle, Chain Stitch, Dan Zig Zag Menggunakan *EProceeding of Engineering*, 6(2), 7542–7549.
- Besterfield, D. H., Besterfield, G. H., Besterfield-Sacre, M., & Urdhwarese, R. (2012). *Total Quality Management Revised Third Edition Carol Besterfield-Michna*.
- BUKU AJAR PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PRODUKSI. Oleh _ Tim Dosen Perencanaan Dan Pengendalian Produksi Program Studi Teknik Industri. (n.d.).
- Daya, M. B., Kumar, U., & Murthy, D. N. P. (2016). *Introduction to Maintenance Engineering (Modeling, Optimization, and Management)* (First). John Wiley & Sons, Ltd.
- Dhillon, B. S. (2017). *ENGINEERING SYSTEMS RELIABILITY, SAFETY, and MAINTENANCE A N I N T E G R A T E D A P P R O A C H*. <http://taylorandfrancis.com>
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., & Martínez-Loya, V. (2019). Impact Analysis of Total Productive Maintenance. In *Impact Analysis of Total Productive Maintenance*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01725-5>
- Fajar, M., & Lestari, Y. D. (2017). Aggregate Planning Analysis in PT. Akebono Brake ASTRA Indonesia. *Journal of Business and Management*, 6(2), 182–191.
- Huda, A. N., Setiawan, P. A., & Rachmat, A. N. (n.d.). *Perhitungan Efektivitas pada Overhead Crane serta Perencanaan Total Productive Maintenance (TPM)*.
- Ilyas Mas'udin, M. E., Sinabariba, R. R., Rr.Rochmoeljati, Irdianto, I., Suhartini, S., Priambodo, B., Maulana, D. S., Ilyas Mas'udin, M. E., Maulana, D. S., Handoko, F., Adiantantri, E., Nandiroh, S., Hartanto, R. T., Munawir, H., Permatasari, D. I., Dahda, S. S., Fathoni, M. Z., Pudji, E., Ilma, F., ... Suprobo, P. S. (2020). Perencanaan pemeliharaan mesin dengan menggunakan metode. *Jurnal Teknik Industri*, 3(1), 173. [https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=NyN7o-MAAAAJ&citation_for_view=NyN7o-MAAAAJ:u5HHmVD_uO8C%0Ahttp://ejournal.adbisnis.fisip.unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2015/03/E-journalL.PDF\(03-04-15-03-58-13\).pdf%0Ahttps://d](https://scholar.google.co.id/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=NyN7o-MAAAAJ&citation_for_view=NyN7o-MAAAAJ:u5HHmVD_uO8C%0Ahttp://ejournal.adbisnis.fisip.unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2015/03/E-journalL.PDF(03-04-15-03-58-13).pdf%0Ahttps://d)
- Juliantara, I. K., & Mandala, K. (2020). Perencanaan Dan Pengendalian Produksi Agregat Pada Usaha Tedung Ud Dwi Putri Di Klungkung. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 9(1), 99. <https://doi.org/10.24843/ejmunud.2020.v09.i01.p06>
- Kusuma, Y. A., & Muttaqin, A. Z. (2021). *Pengukuran Total Productive Maintenance Pada Stasiun Kerja dengan Memperhatikan Faktor Risiko Measurement of Total Productive Maintenance in Workstations by Examining Risk Factors*. 7(2).
- Monden, Y. (2012). *TOYOTA Production System An Integrated Approach to Just-In-Time Fourth Edition*.
- Muslim, A. C. (2020). Perancangan Strategi Total Productive Maintenance. *JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri)*, 3(2), 83–90.
- Muwajih. (n.d.). ANALISA OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PLAN 2A WELDING SECTION STASIUN REAR FRAME ASSY DALAM MENUNJANG KELANCARAN PROSES PRODUKSI (Studi Kasus PT. XYZ Manufature Otomotif) (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana). 2015.
- Pamoso, A., Budiasih, D. E., & Syamsuddin, D. (2018). *Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Risk Based Maintenance (Rbm) Pada Mesin Huron Di Pt Xyz Overall Equipment Effectiveness (Oee) and Risk Based Maintenance (Rbm) Analysis on Huron Machine in Pt Xyz*. 5(2), 2501–2508.
- Pranav Mahamuni, Y. P. (2015). Total productive maintenance. *SAE Technical Papers, February 2015*. <https://doi.org/10.4271/982092>
- Saiful, S., Rapi, A., & Novawanda, O. (2014). PENGUKURAN KINERJA MESIN DEFEKATOR I DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS(Studi Kasus pada PT. Perkebunan XY). *Journal of Engineering and Management*

- Industrial System*, 2(2), 5–11.
<https://doi.org/10.21776/ub.jemis.2014.002.02.2>
- Shobur, M., Nurmutia, S., Ahmad, W., Gilang, F., & Pratama, A. (2020). *Pengendalian dan Penjamin Mutu ii*. www.unpam.ac.id
- Soeltanong, M. B., & Sasongko, C. (2021). Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan pada Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Riset Akuntansi & Perpajakan (JRAP)*, 8(01), 14–27. <https://doi.org/10.35838/jrap.2021.008.01.02>
- Suwondo, C. (2012). Penerapan Budaya Kerja 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu dan Shitsuke) di Indonesia. *Jurnal MAGISTER MANAJEMEN*, 1(1), 29–48.
- Zhang, D. &. (2016). Lean Six Sigma for Small and Medium Sized Enterprises: A Practical Guide. In *Quality Management Journal* (Vol. 23, Issue 4). <https://doi.org/10.1080/10686967.2016.11918489>
- Zhang, Z., Tang, Q., & Chica, M. (2021). Maintenance costs and makespan minimization for assembly permutation flow shop scheduling by considering preventive and corrective maintenance. *Journal of Manufacturing Systems*, 59(March), 549–564. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.020>