

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dari tinjauan pustaka ditemukan empat metode yang relevan dengan sistem penjadwalan *maintenance* mesin. Yakni metode *preventive maintenance*, *reliability centered maintenance*, *condition-based maintenance*, dan *total productive maintenance*. Penelitian terdahulu yang ditemukan oleh penulis lebih banyak berfokus pada masalah tidak adanya penjadwalan perawatan, tingginya frekuensi kerusakan akibat *corrective maintenance*, serta *downtime* mesin yang tinggi yang menyebabkan terganggunya kelancaran produksi. Beberapa penelitian terdahulu membahas tidak adanya jadwal perawatan rutin yang berakibat pada kerusakan mesin secara tiba-tiba. Misalnya, penelitian Khana'fi dan Utama (2021) pada mesin bubut di SMK X menunjukkan bahwa mesin tidak dapat digunakan akibat tidak adanya perawatan terjadwal. Untuk itu, mereka merancang *preventive maintenance* dengan penjadwalan rutin mulai dari harian hingga tahunan.

Penelitian serupa dilakukan oleh Suryadi, dkk (2023) di SMKN 2 Pangkalpinang yang menghasilkan siklus perawatan, periode reparasi, serta form kontrol mesin untuk menunjang *preventive maintenance*. Setiawannie dan Marikena (2022) juga meneliti mesin *puch* di PT Grafika Nusantara dan menghasilkan daftar kebutuhan *sparepart*, harga, serta aktivitas perawatan rutin. Sodikin, dkk (2024) di PLTD Kota Masohi memperluas analisis dengan mengombinasikan *preventive* dan *predictive maintenance* melalui analisa vibrasi, tribologi, dan *wear* debris pada generator diesel. Selain itu, beberapa penelitian menyoroti tingginya kerusakan akibat *corrective maintenance* yang selama ini diterapkan di perusahaan atau instansi. Irsyad dan Mundari (2023) meneliti PT Nadha Karya Utama Indonesia, di mana *corrective maintenance* terbukti menghambat produksi, sehingga mereka merancang *preventive maintenance* dengan analisis biaya dan interval perawatan. Penelitian serupa dilakukan oleh Sukopriyanto, dkk (2019) pada SMKN 1 Kediri, di mana *corrective maintenance* masih dominan sehingga frekuensi kerusakan mesin bubut tinggi. Untuk itu, digunakan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang memuat perhitungan MTTF, MTTR, serta penjadwalan *preventive maintenance*.

Permasalahan lain yang sering dibahas adalah *downtime* tinggi yang menyebabkan kerugian biaya dan menurunnya *output* produksi. Rohmat (2022) meneliti *conveyor* di PT Wings yang sering rusak dan merancang jadwal perawatan berbasis RCM. Gustiawan dan Affandi (2021) menemukan bahwa *downtime* tinggi di PT Staedtler Indonesia terjadi akibat tidak adanya perawatan terjadwal, sehingga mereka menggunakan RCM dengan analisis FMEA untuk menentukan komponen kritis. Sahal, dkk (2019) pada PT Apparel One Indonesia juga menggunakan RCM untuk menganalisis *downtime* mesin di atas 2%, dengan hasil berupa analisis FMEA, reliabilitas komponen, serta penjadwalan penggantian komponen. Hal serupa juga diteliti oleh Christy dan Adi (2019) yang memfokuskan pada potensi *downtime* tinggi pada proses produksi kontinu, menghasilkan analisis FMEA, simulasi rencana pemeriksaan, dan rancangan jadwal perawatan.

Beberapa penelitian juga menekankan identifikasi komponen kritis melalui RCM. Alvin dan Rosmawati (2023) pada CV Najwa menggunakan RCM dengan FMEA, *Logic Tree Analysis* (LTA), dan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan prioritas perawatan. Armanda, dkk (2023) pada PT XYZ menganalisis frekuensi kerusakan komponen kritis dengan RCM, melakukan uji distribusi data kerusakan, serta perhitungan MTTF dan MTTR untuk menentukan waktu perawatan optimal. Nurroif dan Retnowati (2022) juga meneliti *downtime crane* pada produsen baja billet, menghasilkan interval perawatan yang tepat serta bukti bahwa perawatan terencana mampu menurunkan *downtime*.

Di sisi lain, terdapat penelitian yang mengembangkan metode berbeda. Reimondika & Silaban (2025) menggunakan *Condition-Based Maintenance* pada transformator traksi stasiun ASEAN dengan pemantauan suhu isolasi dan tekanan gas N₂ berbasis sensor dan *fuzzy logic*. Aryanti, dkk (2023) pada PT XYZ menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM) untuk mengukur nilai OEE dan meningkatkan efisiensi produksi melalui kombinasi *preventive*, *predictive*, dan *breakdown maintenance*.

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan penulis, terdapat persamaan dan perbedaan. Persamaannya adalah fokus pada peningkatan keandalan mesin dan upaya menekan *downtime* agar kualitas dan output produksi meningkat. Kesamaan metode pun terlihat, di mana penelitian ini menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang juga digunakan oleh Sukopriyanto, Gustiawan, Sahal, Alvin, dan Armanda. Perbedaannya terletak pada objek penelitian dan fokus analisis. Penelitian ini secara khusus menganalisis kerusakan komponen kritis pada mesin *sewing*, yakni jarum patah dan *rotary* tumpul, yang berpengaruh pada *output* dan kualitas produk. Ringkasan tinjauan pustaka dapat dilihat pada Tabel 2.1.



Tabel 2.1 Ringkasan Tinjauan Pustaka

Penulis	Objek Penulisan	Permasalahan	Metode	Hasil Penulisan
Khana'fi dan Utama (2021)	SMK X	Mesin bubut yang tidak dapat digunakan sehingga menghambat proses belajar mengajar	<i>Preventive Maintenance</i>	Penjadwalan perawatan mesin bubut rutin, yang terbagi menjadi 6 kali yakni secara harian, per 2 minggu, per bulan, per tiga bulan, dan per tahun. Serta ada <i>output form sheet</i> untuk jadwal teknisi dan data perawatan
Sodikin, dkk (2024)	PLTD Kota Masohi	<i>Generator Diesel</i> KOMATSU EGS 1200-6 yang menjadi penopang listrik di Kota Masohi mengalami kerusakan disebabkan tidak ada penjadwalan <i>treatment</i> pada mesin	<i>Preventive Maintenance</i> dan <i>Predictive Maintenance</i>	Klasifikasi berdasarkan harga aset, <i>classis</i> berdasarkan harga penggantian <i>sparepart</i> , biaya perbaikan, biaya <i>repair</i> , biaya perawatan <i>preventive</i> , biaya <i>preventive maintenance</i> . Dan untuk <i>predictive maintenance output</i> nya adalah analisa vibrasi, analisa tribologi, dan <i>wear debris</i> , serta jenis material kontaminan di area pelumas.
Setiawannie dan Marikena (2022)	PT Grafika Nusantara	Mesin <i>pouch</i> yang berfungsi untuk mencetak kertas menjadi bentuk amplop mengalami masalah, padahal PT ini bergerak pada industri percetakan yang bersifat <i>continous</i> dan hal ini mengakibatkan target produksi tidak tercapai	<i>Preventive Maintenance</i>	Kebutuhan <i>sparepart</i> untuk perawatan mesin, daftar harga <i>sparepart</i> , aktivitas perawatan, waktu dan biaya perbaikan

Tabel 2.1 Lanjutan

Penulis	Objek Penulisan	Permasalahan	Metode	Hasil Penulisan
Irsyad dan Mundari (2023)	PT Nadha Karya Utama Indonesia	Perawatan mesin yang menerapkan <i>corrective maintenance</i> yakni perbaikan mesin ketika ada yang rusak. Hal ini menghambat kegiatan produksi	<i>Preventive Maintenance</i>	Biaya <i>preventive maintenance</i> , nilai keandalan komponen, penentuan interval waktu perawatan pada komponen <i>roll</i>
Suryadi, dkk (2023)	Bengkel Mekanik SMKN 2 Pangkalpinang	Tidak ada jadwal perawatan mesin secara rutin sehingga mesin berpotensi mengalami kerusakan dan menyebabkan biaya berlebih dalam perbaikannya	<i>Preventive Maintenance</i>	Nilai kerumitan mesin, penentuan siklus perawatan dan periode reparasi, jadwal perawatan tahunan dan <i>form</i> kartu kontrol mesin
Sukopriyanto, dkk (2019)	Bengkel Pemesinan SMK Negeri 1 Kediri	Potensi <i>breakdown</i> pada mesin yang tinggi karena jurusan Teknik Pemesinan banyak menggunakan mesin. Saat ini instansi tersebut hanya menerapkan <i>corrective maintenance</i>	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Laju kerusakan komponen mesin bubut, perhitungan <i>mean time to failure</i> (MTTF), <i>mean time to repair</i> (MTTR), penjadwalan <i>preventive</i> komponen dan tindakan perawatan.

Tabel 2.1 Lanjutan

Penulis	Objek Penulisan	Permasalahan	Metode	Hasil Penulisan
Rohmat (2022)	PT Wings	Conveyor sering mengalami kerusakan sehingga menimbulkan kerugian dari segi biaya.	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Rencana jadwal perawatan conveyor dengan metode RCM, analisis komponen yang perlu dilakukan pemeliharaan.
Gustiawan dan Affandi (2021)	PT Staedtler Indonesia	Perawatan mesin yang tidak terjadwal kerap kali membuat mesin mengalami kerusakan dan mempengaruhi <i>downtime</i> mesin, waktu perbaikan lama dan kerugian terhadap perusahaan	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Visualisasi frekuensi kerusakan dan <i>downtime</i> dengan diagram Pareto, <i>risk priority number</i> masing-masing komponen, penentuan prioritas komponen yang perlu diganti
Sahal, dkk (2019)	PT Apparel One Indonesia	Terdapat 4 mesin dengan persentase <i>downtime</i> diatas 2% dengan rentang waktu 7 bulan sehingga hal ini menyebabkan kualitas dan target produksi tercapai	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Perhitungan <i>mean time to failure</i> , <i>reliability</i> atau keandalan komponen, analisa <i>failure mode and effect analysis</i> , penjadwalan penggantian komponen mesin berdasarkan reliabilitas komponen
Christy dan Adi (2019)	PT X	Potensi kerusakan pada <i>continous production</i> sehingga menyebabkan <i>downtime</i> mesin yang besar	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Analisa FMEA, jenis perbaikan, simulasi rencana pemeriksaan, estimasi penurunan <i>downtime</i> , rancangan penjadwalan

Tabel 2.1 Lanjutan

Penulis	Objek Penulisan	Permasalahan	Metode	Hasil Penulisan
Alvin dan Rosmawati (2023)	CV. Najwa	Potensi kerusakan mesin karena penggunaannya yang dilakukan secara terus menerus	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Kebijakan perawatan, analisis FMEA, <i>logic tree analysis</i> , dan nilai RPN
Armanda, dkk (2023)	PT XYZ	Terdapat kerusakan komponen mesin yang menyebabkan masalah pada proses produksi	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Frekuensi kerusakan komponen kritis, <i>logic tree analysis</i> , uji distribusi untuk mengetahui sebaran data kerusakan pada komponen mesin, perhitungan MTTF dan MTTR dan waktu perbaikan komponen
Reimondika & Silaban (2025)	Transformator traksi stasiun ASEAN	Menjaga kondisi suhu isolasi dan tekanan gas N2 serta meningkatkan keandalan dan efisiensi	<i>Condition-Based Maintenance</i>	Pemeliharaan dilakukan dengan pemantauan <i>realtime</i> menggunakan metode <i>fuzzy mandani</i> , yang kemudian dikirimkan ke ESP8266 dan informasi diteruskan pada operator menggunakan Arduino Uno R3
Aryanti, dkk (2023)	PT XYZ	Efisiensi dan produksi mesin yang dipakai belum terukur	<i>Total Productive Maintenance</i>	Nilai OEE yang terhitung, serta pelaksanaan <i>predictive maintenance</i> , <i>preventive maintenance</i> dan <i>breakdown maintenance</i> untuk meningkatkan nilai OEE.
Nurroif dan Retnowati (2022)	Produsen baja billet	<i>Downtime</i> mesin crane yang tinggi sehingga mengganggu kelancaran proses produksi	<i>Reliability Centered Maintenance</i>	Interval waktu perawatan yang tepat, serta dampak positif dari perawatan terencana.

2.2. Dasar Teori

Berikut adalah penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan di dalam penulisan ini.

2.2.1. Availability

Menurut Nakajima (1988), *availability* digambarkan sebagai waktu operasi yang harus dimanfaatkan sebaik-baiknya. Perhitungan *availability rate* ini sendiri bertujuan untuk mengukur keandalan mesin itu sendiri. Biasanya nilai *availability* ini menggunakan satuan persen (%). Rumus untuk menghitung *availability* adalah

$$A = \left(\frac{T_{op}}{T_{plan}} \right) \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan:

A = *Availability*

T_{op} = *Operating time* atau waktu operasi aktual

T_{plan} = *Planned Production Time* atau waktu tersedia

Di mana menurut Nakajima (1997) dalam Wolska, dkk (2023) standar *availability* minimum untuk mesin adalah 90%.

2.2.2. Perawatan Mesin

Menurut Corder (1992) dalam Sayuti, dkk (2013), perawatan adalah tindakan untuk menjaga kondisi sebuah sistem atau objek agar tetap dalam kondisi baik. Maka dapat disimpulkan bahwa perawatan adalah kegiatan atau pekerjaan yang memiliki prosedur dan tahapan demi menjaga atau mengembalikan fungsi dari sebuah sistem atau objek ke dalam kondisi optimal. Mengacu pada Mobley (2008), fungsi utama manajemen pemeliharaan adalah memastikan bahwa semua mesin, peralatan dan sistem dalam pabrik selalu dalam kondisi operasional yang baik. Masalah sekecil apa pun dapat mempengaruhi kualitas produk yang buruk, mengurangi kecepatan produksi, atau mempengaruhi faktor lain yang membatasi kinerja pabrik secara keseluruhan. Menurut Mustofa (1997) dalam Soepardi dan Chaeron (2019), tingkatan untuk pemeliharaan sistem dibagi menjadi tiga tingkat, yakni.

- a. Pemeliharaan ringan, yang bersifat pencegahan dan dilakukan secara berkala untuk menjaga sistem atau mesin dalam kondisi prima. Kegiatan ini biasanya terdiri dari inspeksi, deteksi dini, serta tindakan pencegahan untuk mengurangi

potensi kerusakan. Pelaksanaannya juga tidak membutuhkan personil yang banyak dan menggunakan alat-alat pendukung sederhana

- b. Pemeliharaan sedang, yang bersifat perbaikan untuk memperbaiki atau mengembalikan kondisi mesin kembali ke performa optimal. Kegiatan yang dilakukan mencakup pemeriksaan berkala, inspeksi, perbaikan pada komponen tertentu, modifikasi material, *testing* perbaikan, produksi komponen, pengujian dan kalibrasi sistem, serta pengendalian dan pencegahan terhadap potensi korosi.
- c. Pemeliharaan berat, yang bersifat pemulihan biasanya dilakukan untuk mesin yang membutuhkan perbaikan dengan melakukan turun mesin (pembongkaran mesin). Kegiatan pemeliharaan ini mencakup kegiatan seperti pembongkaran total, perakitan kembali, pengadaan suku cadang, modifikasi, *testing*, dan rekayasa komponen. Kegiatan ini memerlukan teknisi dengan spesialisasi khusus dan peralatan penunjang yang memadai agar pemeliharaan ini dapat berjalan dengan lancar.

Selain berdasarkan tingkatan pemeliharaan, pemeliharaan juga dibagi menjadi dua periode pelaksanaan, yakni pemeliharaan terencana dan pemeliharaan tidak terencana. Pemeliharaan terencana dapat diuraikan menjadi.

- a. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*), di mana kegiatan pemeliharaan ini dilaksanakan pada interval jadwal yang sudah direncanakan sebelumnya. Kegiatan yang dilakukan meliputi inspeksi, perbaikan sederhana, pelumasan, dan kalibrasi. Metode yang biasanya mengikuti konsep pemeliharaan ini adalah *total productive maintenance* (TPM), *reliability centered maintenance* (RCM)
- b. Pemeliharaan perbaikan (*corrective maintenance*), di mana kegiatan ini dilaksanakan demi mengembalikan kondisi mesin ke dalam kondisi yang siap untuk digunakan. Pendekatan metode yang biasanya mengikuti konsep pemeliharaan ini adalah *age replacement*
- c. Pemeliharaan prediksi (*predictive maintenance*), di mana kegiatan pemeliharaan dilakukan jika kondisi sistem terpantau membutuhkan perawatan. Pendekatan metode yang biasanya mengikuti konsep pemeliharaan ini adalah *condition based maintenance* (CBM).

2.2.3. Reliability Centered Maintenance (RCM)

Menurut Moubray (1997) dalam Gustiawan dan Affandi (2021), metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), atau dapat disebut juga metode *The Expert System of Maintenance* adalah metode untuk merencanakan penjadwalan perawatan terhadap mesin untuk menjaga atau mempertahankan kondisi mesin dalam tingkat performansi operasionalisasi yang diinginkan. Menurut Moubray (1997) dalam Christy dan Adi (2019), RCM memiliki prinsip analisis, yakni mengklasifikasikan konsekuensi kegagalan dari berbagai jenis kegagalan yang ditemukan. Kategori konsekuensi dari metode RCM ini antara lain.

- a. *Hidden Failure Consequences* atau konsekuensi kegagalan tersembunyi, yakni kegagalan yang sulit untuk dideteksi.
- b. *Safety and Environmental Consequences* atau konsekuensi keselamatan dan lingkungan, yakni kegagalan yang berpotensi untuk melukai sekitar, baik manusia maupun lingkungan.
- c. *Operational Consequences* atau konsekuensi operasi, yakni kegagalan yang dapat mengakibatkan kekacauan pada sistem.
- d. *Non-operational Consequences* atau konsekuensi non operasi, yakni kegagalan yang tidak begitu berpotensi untuk mencederai atau melukai lingkungan sekitar.

2.2.4. Langkah Analisis pada Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

Mengacu pada Moubray (1997), dalam RCM terdapat tujuh pertanyaan mendasar mengenai sistem atau aset yang sedang diteliti di antaranya.

- a. Apa fungsi dan standar performa dari sistem yang sedang diteliti saat ini?
- b. Dalam hal apa sistem gagal memenuhi fungsinya?
- c. Apa yang menyebabkan setiap kegagalan fungsi?
- d. Apa yang terjadi jika kegagalan terjadi?
- e. Dalam hal apa kegagalan itu menjadi penting?
- f. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah kegagalan?
- g. Apa yang harus dilakukan jika *task* yang sesuai tidak dapat ditemukan?

Untuk memudahkan penjelasan dari tujuh pertanyaan tersebut, maka dibuatlah tujuh tahapan yang merujuk dari referensi Moubray (1997). Penjelasan tujuh tahapan ini bersumber dari Azhari, dkk (2024) yang merujuk pada tujuh pertanyaan dasar Moubray. Berikut merupakan penjelasannya.

- a. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Pada tahap ini, pemilihan sistem dan pengumpulan informasi mengenai data-data kerusakan, mesin yang akan diteliti dapat dilakukan dengan wawancara atau melakukan observasi secara langsung dengan *stakeholder* lapangan.

b. Definisi batasan sistem

Pada tahap ini, penulis perlu mendefinisikan secara jelas batasan-batasan apa yang ada pada sistem sehingga penulis dapat menganalisis dengan tepat fungsi atau peranan paling penting dalam sebuah sistem

c. Deskripsi sistem dan *functional block diagram*

Deskripsi sistem yang detail perlu dilakukan agar penulis dapat mengetahui fungsi dari setiap komponen serta keterkaitannya dengan komponen-komponen lain. *Functional block diagram* adalah diagram yang memvisualisasikan fungsi-fungsi dari setiap sub sistem yang menyusun sistem tersebut.

d. Penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsional

Pada tahap ini, dilakukan analisis mengenai kegagalan yang terjadi pada sistem serta merumuskan alasan kegagalan yang terjadi pada sistem

e. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Analisis FMEA dilakukan dengan melakukan pengelompokan menggunakan metode RPN atau *Risk Priority Number* perhitungan ini bertujuan untuk menentukan komponen kritis dari suatu sistem. Perhitungan RPN ini dilakukan dengan melakukan perkalian antara *Severity* (tingkat keparahan), *Occurrence* (tingkat kejadian), dan *Detection* (mendeteksi potensi kegagalan).

f. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Logic Tree Analysis atau analisa pohon logika adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan kegagalan berdasarkan parameter tertentu dengan tujuan untuk menentukan prioritas penanganan kegagalan.

g. *Task Selection*

Pada tahap *task selection* penulis akan memutuskan langkah atau kegiatan apa saja yang mungkin perlu dilakukan dalam tindakan perawatan *maintenance* mesin. Selanjutnya, penulis akan memutuskan tindakan yang paling efektif untuk dilakukan sesuai dengan kasus dan kondisi mesin.

2.2.5. Mean Time to Repair (MTTR)

MTTR dapat diartikan sebagai rata-rata waktu untuk memperbaiki mesin. Menurut Sunardi dan Iskandar (2022), MTTR sendiri adalah rata-rata waktu yang diperlukan untuk melakukan proses perbaikan pada suatu sistem sampai alat

tersebut kembali berfungsi seperti semula. Menurut Sunardi dan Iskandar (2022) rumus untuk menghitung MTTR dapat dilihat pada Rumus 2.2.

$$MTTR = \frac{T_d}{N_f} \quad (2.2)$$

Dengan:

MTTR = *Mean Time to Repair* (rata-rata waktu perbaikan)

T_d = Total waktu kerusakan

N_f = Total jumlah kerusakan

2.2.6. Mean Time to Failure (MTTF)

MTTF dapat diartikan sebagai rata-rata waktu hingga kegagalan terjadi. Menurut Seymour (1993), MTTF adalah MTTF adalah waktu rata-rata hingga kegagalan pertama terjadi dalam kondisi eksperimen tertentu. Rumus untuk menghitung MTTF ini dapat dilihat pada Rumus 2.3.

$$MTTF = \frac{T_{op}}{N_f} \quad (2.3)$$

Dengan:

MTTF = *Mean Time to Failure* (rata-rata waktu hingga kegagalan)

T_{op} = Total waktu operasi

N_f = Jumlah kerusakan

2.2.7. Downtime

Pengertian *downtime* menurut ISO 14224:2016 adalah interval waktu selama sebuah sistem dalam kondisi “down” atau tidak menyala. Sedangkan menurut Nakajima (1997) dalam Sulisty, dkk (2024) *downtime* sendiri adalah kerugian yang disebabkan oleh mesin yang berhenti secara mendadak sehingga mengakibatkan *defect* pada hasil produksi. Dalam teori *six big losses* oleh Nakajima (1997), *downtime* merupakan salah satu dari keenam *losses* yang ada. Menurut Nakajima (1997) dalam Wijaya, dkk (2023), kerugian akibat *downtime* dibagi menjadi dua, yaitu

- a. *Equipment failure losses* yang berarti kerugian yang dialami bersumber dari mesin dan peralatan itu sendiri
- b. *Setup and adjusment losses* yang berarti kerugian yang dialami terjadi karena waktu *setup* yang lama dan kesalahan *setup* sehingga mengakibatkan mesin

kembali rusak setelah dilakukan *setup*. Selain itu, waktu *setup* yang lama juga termasuk ke dalam *losses* ini.

2.2.8. Quality Control

Quality control atau bisa diartikan pengendalian kualitas merupakan bagian yang sangat penting dalam sektor industri. Tugas bagian *quality control* adalah memastikan bahwa produk yang dihasilkan sudah memenuhi standar yang berlaku, baik secara visual maupun berdasarkan pengujian produk. Pemeriksaan produk ini dapat dilakukan pada saat produksi, ataupun sesudah produksi. Pemeriksaan standarisasi produk ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, yakni dengan teknologi, dengan alat, ataupun tanpa keduanya. (Julian, dkk). Metode-metode yang digunakan dalam *quality control* sendiri bermacam-macam, yakni.

1. Statistical Quality Control (SQC)

Menurut Assauri (2004) dalam Revita, dkk (2021), metode *statistical quality control* merupakan metode yang memanfaatkan statistika data dalam mengawasi dan menginterpretasikan data dari kualitas hasil produksi.

2. Siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Action*)

Menurut Benow (2003) dalam Sutjipto, dkk (2019), siklus PDCA ini biasanya digunakan dalam perbaikan berkelanjutan atau secara kontinu. Dalam penggunaan metode ini terdapat alat bantu yang dikenal dengan nama *seven tools*. *Seven tools* ini merupakan metode yang fleksibel dalam penggunaannya karena sektor-sektor industri kecil dan seluruh latar belakang pekerja dapat mengerti penggunaan metode ini.

3. Six Sigma

Menurut Ibrahim (2021) dalam Abdussalam dan Waluyo (2024), metode *six sigma* adalah metode yang memiliki prinsip bahwa hanya ada 3,4 cacat dalam 1 juta produk yang diproduksi. Berdasarkan pengertian di atas, maka metode *six sigma* adalah menurunkan persentase kecacatan produk menjadi 3,4 cacat saja dalam 1 juta hasil produksi. Dalam *six sigma* sendiri ada tahapan yang perlu dilalui, yaitu DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*).

4. Metode Taguchi

Menurut Soejanto (2009) dalam Muid, dkk (2020), metode taguchi merupakan metode yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan produksi dengan menekan biaya dan sumber daya secara bersamaan. Filosofi taguchi sendiri terdiri dari,

- i. Kualitas harus dirancang, bukan hanya diperiksa

- ii. Meminimalisir deviasi untuk mencapai desain yang kokoh
- iii. Fungsi kerugian yang mengkalkulasikan segala bentuk penyimpangan sekecil apapun dan harus diminimalisir.

