

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Definisi kualitas

Menurut Philip B Crosby, kualitas adalah *conformance to requirement* yaitu standar atau spesifikasi yang ditetapkan dan merupakan inti dari kualitas. Jika suatu produk memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan, produk tersebut dikatakan berkualitas tinggi. Menurut W. Edwards Deming, kualitas berarti memenuhi permintaan pasar. Perusahaan harus benar-benar mampu memahami apa yang diinginkan pelanggan dari suatu produk sebelum produk tersebut dapat diproduksi. Menurut Vincent Gaspersz (2007) bahwa secara konvensional, kualitas adalah hal yang menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk. Seperti performa, keandalan, mudah untuk digunakan, dan lain-lain. Dalam pengertian strategis, kualitas adalah segala sesuatu yang memenuhi tuntutan atau keinginan konsumen. Segala sesuatu yang mempengaruhi kebahagiaan konsumen dan inisiatif perubahan yang berkelanjutan dapat dianggap sebagai kualitas. Menurut Hansen dan Mowen (2011), kualitas dalam bahasa inggris bahwa “*Quality is a relative measure of goodness*”. Definisi tersebut bisa diartikan bahwa kualitas merupakan ukuran relatif kebaikan (*goodness*) atau tingkat keunggulan (*excellence*). Salah satu dari lima sudut pandang tentang kualitas, menurut Garvin (2012), adalah bahwa kualitas suatu produk ditentukan oleh individu yang mengevaluasinya. Oleh karena itu, bisa dikatakan bahwa produk yang berkualitas tertinggi adalah produk yang paling sesuai dengan selera seseorang (Baraka, 2022).

2.1.2 Dimensi Kualitas

Menurut Tjiptono dan Candra (2012), kualitas mencerminkan seluruh aspek penawaran produk yang bermanfaat bagi pelanggan. Ada 8 dimensi kualitas sebuah produk sebagai berikut (Sriyanto & Utami, 2016):

1. *Performance* (kinerja), berhubungan dengan karakteristik operasi dasar atau kinerja dari suatu produk tertentu.
2. *Durability* (daya tahan), yaitu jumlah pemakaian produk atau berapa lama umur produk yang bersangkutan bertahan sebelum produk tersebut harus diganti. Semakin tinggi daya tahannya, semakin sering produk dapat digunakan sebelum mengalami kerusakan.
3. *Features* (fitur), yaitu karakteristik atau atribut produk yang dirancang untuk meningkatkan fungsionalitas atau pengalaman pengguna.
4. *Reliability* (keandalan), yaitu kemungkinan suatu produk dapat mengalami kegagalan atau kerusakan dalam jangka waktu tertentu. Suatu produk lebih dapat diandalkan jika kemungkinan kerusakannya lebih kecil.
5. *Conformance* (konformasi), yaitu tingkat kesesuaian produk dengan standar yang telah ditetapkan.
6. *Aesthetics* (estetika), berhubungan dengan penampilan sebuah produk yang bisa dinilai dengan panca indra (rasa, aroma, suara, dan seterusnya).
7. *Perceived quality* (persepsi terhadap kualitas), yaitu kualitas yang dinilai berdasarkan reputasi penjual.
8. *Serviceability* (kemampuan melayani), yaitu kecepatan dan kesederhanaan perbaikan, serta keahlian dan keramahan staf layanan.

2.2 Pengendalian Kualitas

2.2.1 Definisi Pengendalian Kualitas

Menurut Sofjan Assaur, pengendalian dan pemantauan adalah kegiatan yang dilakukan untuk memastikan kegiatan produksi dan operasional berjalan sesuai rencana, dan penyimpangan dapat diperbaiki apabila terjadi serta mampu mencapai apa yang diharapkan (dikutip dari Bakhtiar et al., 2013). Oleh karena itu, pengendalian dapat diartikan sebagai aktivitas yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan bahwa kinerja aktual yang dilakukan konsisten dengan rencana. Dalam arti luas, pengendalian kualitas diartikan sebagai menjaga mutu

produk yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan berdasarkan kebijakan manajemen suatu perusahaan.

Pengendalian kualitas dilakukan melalui pemantauan, pemeriksaan atau pengujian terus menerus untuk memastikan bahwa sistem berfungsi secara efektif. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk memperpanjang interval antara pengujian sebelumnya dan pengujian berikutnya atau melakukan pengendalian kualitas hanya dalam jangka waktu tertentu saja. Hal ini dilakukan agar dapat memantau kualitas produk, baik dari segi hasil maupun tingkat keakuratannya.

Cara yang tepat untuk mengurangi cacat pada produk yaitu dengan meminimalkan peluang cacat itu terjadi. Artinya, sebelum memastikan bahwa lini atau karyawan tertentu memproduksi produk cacat dalam jumlah besar, ada baiknya untuk meninjau proses kerja dan standar prosedur operasi untuk menentukan apa yang menyebabkan terjadinya kecacatan tersebut. Beberapa metode seperti inspeksi visual, pengukuran, dan pengujian dapat digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian dengan standar. Praktik-praktik ini dapat diterapkan pada berbagai tahapan sebagai berikut (ILO Office in Jakarta., 2013):

- Pra produksi: Inspeksi bahan sebelum produksi
- Produksi: Inspeksi produk selama produksi (Sejalan dengan evaluasi)
- Pasca produksi: Inspeksi produk jadi sebelum pengiriman kepada pelanggan (akhir dari evaluasi).

Selain itu, dokumentasi hasil inspeksi dan pengujian yang tepat penting untuk menganalisis dan melaporkan penyebab cacat guna mengambil langkah-langkah untuk menguranginya. Berikut merupakan langkah-langkah untuk mengurangi cacat (ILO Office in Jakarta., 2013):



Gambar 2. 1 Langkah-Langkah Untuk Mengurangi Cacat

2.2.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri (dikutip dari Fadhlurrahman, 2022), tujuan dari pengendalian kualitas adalah:

1. Untuk memastikan produk yang dihasilkan mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan untuk menekan biaya inspeksi serendah mungkin.
3. Mengupayakan biaya desain serendah mungkin untuk produk dan proses yang menggunakan kualitas produksi tertentu.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dengan menggunakan biaya yang serendah mungkin.

2.2.3 Faktor-faktor pengendalian kualitas

Menurut Douglas C. Montgomery (dikutip dari Fadhlurrahman, 2022), faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah:

- 1) Kemampuan proses
Batasan yang ingin dicapai harus disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Suatu proses harus dikontrol dalam batasan yang melampaui apa yang dapat dilakukan oleh proses saat ini.
- 2) Spesifikasi yang berlaku
Hasil dari produksi harus sesuai dengan kemampuan proses atau kebutuhan konsumen. Sebelum melakukan kontrol kualitas pada awal proses, perlu ditentukan apakah spesifikasi dapat diterapkan atau tidak.
- 3) Tingkat ketidaksesuaian atau penyimpangan yang dapat diterima
Mengurangi jumlah produk yang di bawah spesifikasi merupakan salah satu tujuan dari kontrol proses. Banyaknya produk dengan kualitas di bawah spesifikasi menentukan seberapa banyak kontrol yang dilakukan.

4) Biaya kualitas

Biaya kualitas berkorelasi positif dengan produksi produk berkualitas tinggi, dan memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kontrol produk.

2.3 *Six Sigma*

Six Sigma dapat didefinisikan sebagai metode berteknologi maju yang digunakan oleh para insinyur dan ahli statistik untuk meningkatkan atau mengembangkan proses dan produk. “Tujuan untuk mencapai kesempurnaan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan” adalah cara lain untuk mendefinisikan *six sigma*. *Six sigma* didefinisikan sebagai sistem yang komprehensif dan adaptif untuk menyelesaikan, membantu, dan mengoptimalkan proses bisnis dengan menggunakan fakta, data, analisis statistik, regulasi berkelanjutan, perbaikan dan peninjauan ulang proses bisnis. Manfaat penerapan *six sigma* berbeda-beda dari satu perusahaan ke perusahaan lain, tergantung pada keseluruhan bisnis yang mereka jalankan.

Six Sigma merupakan metode pengendalian dan peningkatan kualitas menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*) yang telah digunakan sejak tahun 1986 oleh perusahaan Motorola, yang kemudian terus dikembangkan dan bisa diterima luas oleh dunia industri. Gaspersz juga mengemukakan bahwa terdapat 6 aspek yang perlu diperhatikan dari penerapan konsep *six sigma* dalam manufaktur yaitu (Gasperz, 2002):

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan konsumen berdasarkan kebutuhan dan keinginan konsumen.
2. Melakukan klasifikasi karakteristik kualitas sebagai CTQ (*critical to quality*).
3. Menentukan pengendalian CTQ (*critical to quality*) dari sisi pengendalian material, manusia, mesin, proses, dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ (*critical to quality*) sesuai keinginan konsumen.
5. Menentukan nilai maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (*critical to quality*).

6. Melakukan perubahan atau perbaikan terhadap desain produk atau proses kerja sehingga dapat mencapai nilai target *six sigma*.

Dalam mengimplementasikan strategi *six sigma* terdapat lima tahapan yang perlu dilakukan yaitu proses DMAIC dimulai dari tahap *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control* seperti yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Siklus DMAIC

2.3.1 *Define*

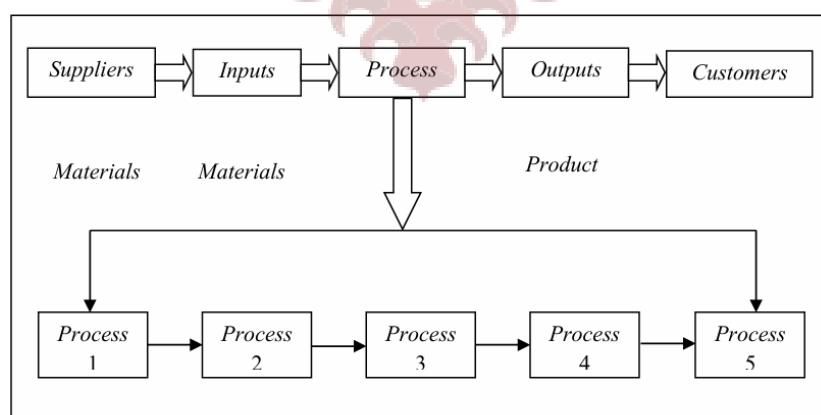
Langkah pertama dalam metodologi *six sigma* adalah mendefinisikan. Masalah atau isu-isu penting dalam proses yang sedang berlangsung diidentifikasi pada langkah ini. Masalah dapat digunakan untuk mengidentifikasi apa saja tindakan perbaikan yang harus dilakukan. Menurut (Soemohadiwidjojo, 2017), dalam mendefinisikan suatu masalah meliputi beberapa aspek identifikasi seperti kebutuhan spesifik konsumen atau *voice of customer* (VOC) dan penentuan tujuan atau sasaran. Hasil identifikasi dari kebutuhan konsumen kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas dan selanjutnya menjadi *critical to quality* (CTQ). CTQ merupakan suatu atribut terkait kualitas suatu produk atau jasa yang mencerminkan keinginan, kebutuhan, dan kepuasan pelanggan. Salah satu *tools* atau alat yang digunakan pada tahap *define* adalah diagram SIPOC dan diagram pareto untuk menentukan *critical to quality* (CTQ).

A. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Suppliers – Inputs – Processes – Outputs – Customers*) merupakan diagram yang digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses dari titik awal hingga tahap akhir. Diagram SIPOC merupakan singkatan yang mewakili lima komponen sistem kualitas, yaitu (Gasperz, 2002):

1. *Suppliers* merupakan individu atau sekelompok individu yang memberikan informasi atau data, material, atau sumber daya penting lainnya kepada proses.
2. *Inputs* adalah segala sesuatu yang disediakan oleh pemasok (*suppliers*) untuk proses yang akan dilakukan.
3. *Process* merupakan proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*. Suatu proses umumnya terdiri dari beberapa sub-proses.
4. *Outputs* merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses tersebut. Dalam industri manufaktur *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang sudah jadi (*final product*).
5. *Customers* merupakan orang atau sekelompok orang, atau sub-proses yang menerima *outputs*.

Diagram SIPOC dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang bisa berdampak dengan terhadap kualitas. Banyak kemungkinan yang bisa dijadikan pertimbangan, seperti kualitas material dari *supplier*, kegiatan proses produksi, *output* yang dihasilkan dan ketika didistribusikan kepada *customer*. Berikut contoh dari diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 2.3.

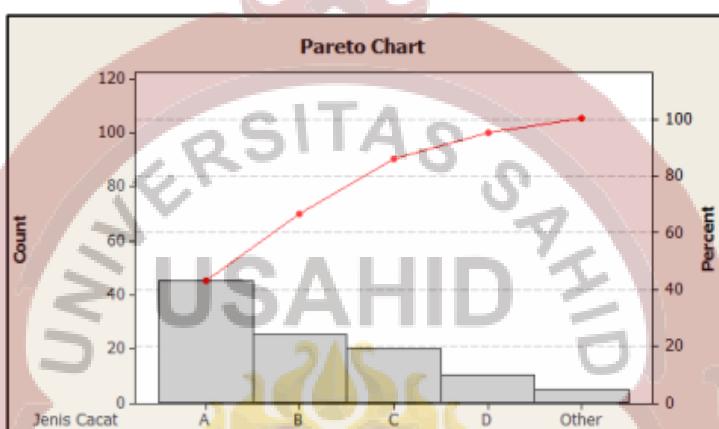


Sumber: (Ekoanindiyo, 2014)

Gambar 2. 3 Contoh Diagram SIPOC

B. Diagram Pareto

Diagram Pareto atau yang disebut diagram batang umumnya digunakan untuk menentukan atau mengidentifikasi prioritas permasalahan yang akan diselesaikan. Diagram pareto digunakan untuk mengklasifikasikan beberapa kategori, memberikan persentase dari setiap kategori dalam urutan dari yang terkecil hingga terbesar (Trenggonowati & Arafiany, 2018). Berikut contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Sumber: (Denny Walady Utama et al., 2000)

Gambar 2. 4 Contoh Diagram Pareto

2.3.2 Measure

Untuk masalah yang telah didefinisikan pada tahap *define* sebelumnya, *measure* merupakan tahapan atau langkah pengukuran. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kondisi proses produksi yang terjadi, yang dapat diketahui dengan mengukur kinerja proses, tingkat proses, dan kapabilitas proses untuk memastikan kinerja proses di awal proyek *six sigma* (Gasperz, 2002). Pada tahap ini merupakan tahap identifikasi terhadap data yang dikumpulkan dengan melakukan pengecekan kestabilan proses produksi menggunakan peta kendali (*control chart*) seperti *P-Chart*, nilai DPMO (*Defect permillion opportunities*) dan mengukur tingkat level sigma.

A. Penentuan batas kendali dengan peta kendali (*Control chart*)

Peta kendali (*control chart*) adalah diagram atau grafik yang mewakili garis kendali yang menunjukkan apakah suatu proses terkendali atau tidak. Peta kendali terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Peta kendali variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk mengendalikan proses dengan menggunakan data variabel atau kuantitatif yang dapat diukur dalam satuan ukuran. Contoh data variabel adalah diameter (m), panjang (m), waktu (detik), berat (kg), dan lain-lain. Jenis peta kendali variabel antara lain peta *R-Chart*, *S-Chart*, dan *MR-Chart*.

2. Peta kendali atribut

Peta kendali atribut digunakan untuk mengelola proses berdasarkan data atribut atau data kualitatif yang dapat dihitung sebagai catatan data yang teridentifikasi. Contoh data atribut adalah data dalam satuan jumlah kecacatan. Jenis peta kendali atribut antara lain *P-Chart*, *NP-Chart*, *C-Chart*, dan *U-Chart*.

Pada penelitian ini, peta kendali atribut yang digunakan dalam menentukan variasi penyimpangan terhadap *defect* atau cacat produk adalah peta kendali *P* (*P-Chart*). Peta kendali *P* dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut (Rahmi, 2023):

- a) Menghitung proporsi data cacat dengan persamaan sebagai berikut:

$$p = \frac{np}{n}$$

Keterangan:

p = proporsi cacat

np = jumlah produk cacat periode i

n = jumlah produksi periode i

- b) Menghitung nilai *control limit* (CL) yang merupakan rata-rata produk cacat (\bar{p}) dengan persamaan sebagai berikut:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan:

- \bar{p} = rata-rata cacat produk
- $\sum np$ = jumlah total produk cacat
- $\sum n$ = jumlah total produksi

- c) Menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) dengan persamaan sebagai berikut:

$$UCL = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LCL = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Keterangan:

- UCL : *Upper Control Limit*
- LCL : *Lower Control Limit*
- \bar{p} : rata-rata produk cacat
- n : jumlah produksi atau jumlah sampel

B. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

DPMO merupakan skala atau ukuran yang menggambarkan kegagalan produk dalam satu juta peluang atau kesempatan (Gasperz, 2002). Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai DPMO:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Jumlah produksi} \times CTQ} \times 1.000.000$$

C. Tingkat *six sigma*

Tingkat *six sigma* adalah matrik kinerja yang digunakan untuk menunjukkan tingkat kualitas suatu produk, proses, atau layanan. Semakin tinggi tingkat *sigma*-nya, maka semakin baik kinerja dari suatu perusahaan.

Tingkat *six sigma* dapat diperoleh dengan cara mengkonversi nilai DPMO yang telah diperoleh seperti pada tahap sebelumnya. Untuk tabel konversi tingkat *sigma* dapat dilihat pada Tabel 2.1. Selain itu, proses konversi juga dapat dilakukan dengan menghitung nilai tingkat *sigma* secara langsung menggunakan *software excel* melalui persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5$$

Tabel 2. 1 Konversi Tingkat Six Sigma

Tingkat pencapaian <i>six sigma</i>	DPMO	COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)
1-sigma	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807	25-40% dari penjualan
4-sigma	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233	5-15% dari penjualan
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	<1% dari penjualan

Setiap peningkatan atau pergeseran 1-*sigma* akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan

Sumber: (Gasperz, 2002)

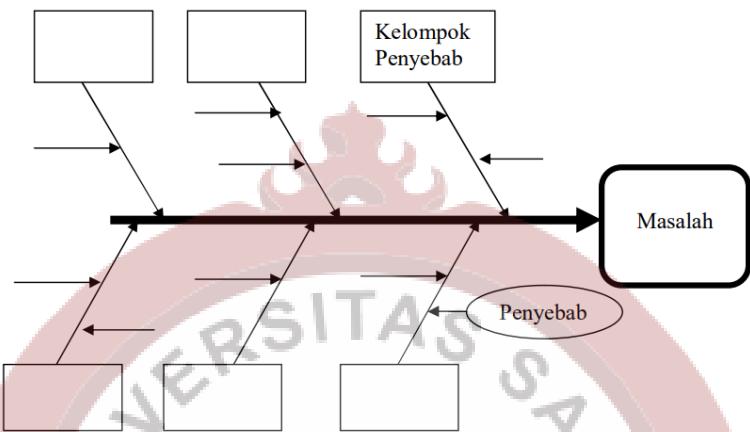
2.3.3 Analyze

Pada tahap *Analyze* memberikan gagasan atau pendapat yang diprioritaskan untuk menghilangkan penyebab masalah, menganalisis hal-hal yang mendasar terhadap suatu variasi proses yang berdampak terhadap produk jadi serta melakukan perbaikan untuk *improvement*. Berikut beberapa *tools* (alat) yang digunakan dalam tahap *analyze*:

A. Diagram *Fishbone*

Diagram *Fishbone* atau diagram sebab akibat memberikan representasi grafis data yang berkaitan dengan faktor penyebab kegagalan atau ketidaksesuaian dan dilakukan analisis masalah melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan mencakup manusia, material, mesin, metode, lingkungan, dan lain-lain. Diagram *fishbone* digunakan untuk menganalisis sebab akibat terhadap *defect* dominan. Tahap

pertama dalam membuat diagram *fishbone* yaitu dengan membuat kerangka diagram *fishbone*. Berikut contoh kerangka diagram *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Sumber: (Asmoko, 2013)

Gambar 2. 6 Contoh Kerangka Diagram *Fishbone*

Tahap kedua yaitu merumuskan masalah utama yang menjadi pokok permasalahan. Tahap ketiga yaitu dengan mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh pada permasalahan. Menurut Scarvada (2004), penyebab permasalahan dapat dikelompokkan beberapa faktor yaitu *materials* (bahan baku), *machines* (mesin), *equipments* (peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), dan *environment* (lingkungan). Tahap terakhir yaitu dengan menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah (Asmoko, 2013).

B. FMEA-AHP

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

Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi, menentukan, dan mencegah tingkat kemungkinan kegagalan atau kecacatan produk.. Mode kegagalan yang dimaksud adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan suatu produk tidak berfungsi dengan semestinya. Dengan menghilangkan mode

kegagalan, FMEA dapat meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk dan pelayanan itu (Gasperz, 2002). FMEA terdiri dari 3 kriteria variabel yaitu sebagai berikut:

a) *Severity*

Severity merupakan kriteria untuk sebuah perkiraan tentang pengaruh buruk yang akan dirasakan akibat kegagalan itu. Jika nilai *severity* semakin tinggi, menunjukkan bahwa kegagalan tersebut memiliki tingkat keparahan yang tinggi. Berikut nilai *rating severity* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 3 Nilai *Rating Severity*

Rating	Kriteria Verbal	Kategori efek
1	Tidak ada dampak, cacat tidak terlihat, masih bisa digunakan	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2	Dampak ringan, hanya sedikit memengaruhi tampilan, tetap bisa digunakan	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit)
3		
4	Dampak sedang, produk menurun kualitasnya tapi masih bisa dipakai untuk non struktural	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)
5		
6		
7	Dampak besar, produk tidak sesuai standar mutu atau melebihi toleransi, harus disortir atau <i>reject</i> .	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)
8		
9	Dampak sangat besar/kritis, berpotensi menyebabkan kerugian besar atau resiko keselamatan	<i>Potential safety problems</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial)
10		

Sumber: (Kumpulan jurnal yang sudah diolah)

b) *Occurrence*

Occurrence merupakan kriteria tentang probabilitas atau tingkat peluang bahwa penyebab suatu kegagalan terjadi. Semakin tinggi nilai *occurrence*, menunjukkan bahwa kegagalan tersebut sering terjadi. Nilai *rating occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 4 Nilai Rating Occurrence

Rating	Kriteria Verbal	Kategori tingkat kegagalan
1	Penyebab cacat sangat jarang muncul, mungkin hanya 1 kali dalam 6 - 12 bulan	Hampir tidak pernah terjadi
2	Penyebab cacat jarang muncul, mungkin hanya 1 kali dalam 3 - 6 bulan	Jarang terjadi
4	Penyebab muncul beberapa kali dalam 1 - 3 bulan	Kadang terjadi
5		
6		
7	Penyebab muncul beberapa kali dalam 1 minggu	Sering terjadi
8	Penyebab dapat dipastikan bahwa akan atau selalu terjadi setiap hari	Hampir selalu terjadi
9		
10		

Sumber: (Kumpulan jurnal yang sudah diolah)

c) *Detection*

Detection merupakan kriteria deteksi penyebab kegagalan atau perkiraan tentang seberapa efektif metode pencegahan dalam pengendalian proses. Semakin tinggi nilai deteksi, maka deteksi yang dilakukan semakin sulit. Nilai nilai rating *detection* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Nilai Rating Detection

Rating	Kriteria Verbal	Kategori deteksi
1	Sangat mudah dideteksi sebelum masuk proses berikutnya	Pasti terdeteksi
2	Mudah dideteksi di tahap inspeksi berikutnya	Hampir pasti terdeteksi
3	Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	Mungkin terdeteksi
4		
5		
6		
7	Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab itu masih berulang kembali.	Sulit terdeteksi
8	Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali.	Sangat sulit terdeteksi
9		
10		

Sumber: (Kumpulan jurnal yang sudah diolah)

Berikut tahapan pelaksanaan metode FMEA dalam mengantisipasi resiko kegagalan atau cacat pada produk antara lain:

1. Mengidentifikasi kegagalan potensial atau segala kemungkinan terjadinya kegagalan yang terdapat pada sistem secara menyeluruh

2. Mengidentifikasi akibat atau efek yang ditimbulkan dari kegagalan yang dialami oleh konsumen atau bagian sistem
3. Menentukan nilai kriteria *severity*
4. Mengidentifikasi penyebab-penyebab kegagalan yang terjadi
5. Menentukan nilai kriteria *occurrence*
6. Melakukan identifikasi lebih dalam mengenai pengendalian proses yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah kegagalan yang terjadi
7. Menentukan nilai *detection*
8. Menghitung Angka Prioritas Risiko atau RPN (*Risk Priority Number*)

Angka prioritas resiko (RPN) merupakan hasil perkalian antara nilai *rating severity*, *occurrence*, dan *detection*. Semakin tinggi angka RPN, menunjukkan masalah yang serius dan membutuhkan penanganan segera. Berikut persamaan untuk menghitung RPN (Rahmi, 2023).

$$RPN = S \times O \times D$$

2. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode *Analytical Hierarchy Proses* (AHP) dikembangkan oleh Saaty, seorang ahli matematika. Metode AHP ini menyediakan kerangka kerja untuk pengambilan keputusan yang efektif mengenai isu-isu kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan. Hal ini dilakukan dengan memecah masalah menjadi komponen-komponennya, menempatkan komponen atau variabel dalam urutan hierarki, memberikan nilai numerik pada penilaian subjektif atas signifikansi setiap variabel dan kemudian menggabungkan penilaian tersebut untuk mengidentifikasi variabel yang paling penting dan akan berdampak pada hasil situasi. Metode AHP membantu dalam memecahkan masalah yang kompleks dengan menyusun hierarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik pertimbangan yang bertujuan untuk memberi bobot atau mengembangkan prioritas (Wulandari & Bulan, 2019).

Metode AHP yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk pembobotan atau penilaian tingkat kepentingan dari tiga kriteria FMEA yaitu

tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Saaty & Vargas, 1985). Metode AHP banyak digunakan dalam proses pengambilan keputusan karena memiliki struktur hierarki, mempertimbangkan validitas berbagai kriteria dan pilihan, serta mempertimbangkan daya tahan dari hasil analisis sensitivitas. Menurut Saaty (1993), prinsip kerja dalam pemecahan masalah AHP secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Dekomposisi atau penyusunan hierarki

Dekomposisi adalah penguraian masalah secara sistematis ke dalam struktur yang membentuk rangkaian sistem sehingga tujuan dapat dicapai secara rasional. Artinya, suatu tujuan yang utuh didekomposisi (diuraikan/dipecahkan) kedalam unsur penyusunnya (Maulana, 2021).

2. Penilaian/pembobotan kriteria

Penilaian atau pembobotan untuk membandingkan elemen-elemen dari beberapa kriteria dan alternatif. Kriteria dan alternatif diberi penilaian perbandingan berpasangan (pembobotan) berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya. Menurut Saaty (1993), skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan suatu pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan AHP dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2. 6 Skala Perbandingan AHP

Skala kepentingan	Keterangan	Definisi
1	Sama pentingnya	Kedua kriteria memiliki pengaruh yang sama
3	Sedikit lebih penting	Kriteria yang satu sedikit lebih penting dibandingkan kriteria lainnya
5	Lebih penting	Kriteria yang satu lebih penting dibandingkan kriteria lainnya
7	Sangat penting	Kriteria yang satu terbukti sangat penting jika dibandingkan kriteria lainnya
9	Mutlak lebih penting	Kriteria yang satu mutlak lebih penting jika dibandingkan dengan kriteria lainnya

Skala kepentingan	Keterangan	Definisi
2, 4, 6, 8	Nilai tengah	Dipilih jika terdapat keraguan antara tingkat kepentingan yang berdekatan
1/(2-9)	Apabila kriteria i dibandingkan dengan kriteria j dan kriteria i mendapat satu angka, maka kriteria j memiliki nilai kebalikan jika dibandingkan dengan kriteria i.	

Sumber: (Ramadhani et al., 2022)

Adapun contoh tabel skala penilaian pada AHP seperti pada Tabel 2.6. berikut ini (Ramadhani et al., 2022):

Tabel 2. 7 Skala Penilaian pada AHP

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kriteria i								Kriteria j								

Keterangan:

- Angka 1 jika kriteria i mempunyai tingkat kepentingan yang sama dengan kriteria j
- Bagian kiri, jika kriteria i mempunyai tingkat kepentingan di atas kriteria j
- Bagian kanan, jika kriteria j mempunyai tingkat kepentingan di atas kriteria i

3. Penyusunan matriks berpasangan

Penyusunan matriks berpasangan untuk menormalisasikan bobot dari tingkat kepentingan setiap elemen kriteria. Pada tahapan ini analisis dapat dilakukan dengan bantuan *software Microsoft Excel*.

4. Penetapan prioritas

Dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*) untuk setiap kriteria dan alternatif. Untuk memberi peringkat alternatif dari semua opsi, maka dilakukan pengolahan nilai dari perbandingan relatif. Persamaan matematik atau manipulasi matriks digunakan untuk menentukan bobot atau prioritas.

5. Konsistensi Logis

Semua elemen diklasifikasikan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten menurut kriteria logis. Langkah-langkah dalam melakukan perhitungan konsistensi logis:

- a. Melakukan perkalian pada setiap barisnya
- b. Membagi dari hasil penjumlahan setiap baris dengan prioritas yang bersangkutan untuk selanjutnya hasilnya dijumlahkan.
- c. Dilakukan pembagian terhadap hasil penjumlahan setiap baris dengan prioritas yang bersangkutan dan kemudian dilakukan penjumlahan (total).
- d. Hasil penjumlahan kemudian akan dibagi jumlah elemen sehingga didapatkan nilai λ_{maks} .
- e. Melakukan perhitungan indeks konsistensi.

$$CI = (\lambda_{maks} - n) / (n - 1)$$

- f. Melakukan perhitungan rasio konsistensi

$$CR = CI/RI$$

Jika konsistensi bernilai kurang dari 0,1 ($\leq 0,1$) maka hasil perhitungan dinyatakan konsisten. Nilai *random index* dapat disesuaikan tergantung pada berapa banyak kriteria yang digunakan dalam penelitian. Berikut tabel untuk *random index* dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.8 *Random Index*

Matrix Size (N)	Random Index (RI)
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Keterangan:

N = Jumlah kriteria

RI = *Random Index*

3. Perhitungan RPN pada FMEA-AHP

Nilai RPN FMEA-AHP dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = (S \times W_s) + (O \times W_o) + (D \times W_D)$$

Keterangan:

S = Severity

O = Occurrence

D = Detection

W_s = Eigen vector dari faktor severity

W_o = Eigen vector dari faktor occurrence

W_D = Eigen vector dari faktor detection

2.3.4 *Improve*

Setelah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab mendasar dari masalah kualitas diketahui, rencana tindakan (*action plan*) atau *improve* untuk peningkatan kualitas harus ditentukan. Intinya, rencana tindakan (*action plan*) menguraikan bagaimana sumber daya, prioritas, dan alternatif akan dialokasikan untuk melaksanakan rencana tersebut. Tahap ini juga melibatkan perencanaan berupa upaya pemantauan dan pembelajaran melalui pengumpulan dan analisis data seiring dengan pelaksanaan rencana tersebut. Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat dipergunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini.

Metode 5W+1H terdiri dari *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (kapan), *who* (siapa), dan *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 9 Penggunaan Metode 5W + 1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (Apa)?	Apa saja yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?	

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
		Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	Where (Dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens (Urutan)	When (Kapan)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	Mengubah urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Orang	Who (Siapa)?	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	How (Bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada

Sumber: (Gasperz, 2002)

2.3.5 *Control*

Control merupakan tahap operasional akhir dari tahapan peningkatan kualitas *six sigma*. Hasil yang didapat dari peningkatan kualitas akan didokumentasikan dan disebarluaskan, serta digunakan sebagai kebijakan operasional standar (Gasperz, 2002). Pada tahap ini juga dilakukan pengawasan, evaluasi, dan pengukuran kinerja untuk mengetahui hasil dari perbaikan yang telah dilakukan.

2.4 Penelitian terdahulu

Sebagai acuan untuk melakukan penelitian ini, penulis mencantumkan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Berikut beberapa

penelitian terdahulu yang disajikan (*state of art*) dapat dilihat pada Tabel 2.9 di bawah.

Penelitian (Faritsy & Angga Suluh Wahyunoto, 2022) dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode *Six Sigma* Pada PT XYZ”. Permasalahan cacat yang terjadi dalam penelitian ini adalah cacat retak, cacat warna, dan cacat mata kayu. Persentase cacat terbesar adalah cacat retak sebesar 53,85%. Beberapa faktor yang menyebabkan cacat produk adalah faktor tenaga kerja disebabkan kelelahan karena suhu ruangan yang tinggi dan berdiri terlalu lama. Faktor bahan baku disebabkan kualitas kayu basah, rapuh, atau memiliki mata kayu. Faktor metode disebabkan kesalahan dalam proses pemotongan dan kurang pemahaman. Faktor mesin disebabkan mesin *press* dan *spray gun* kurang stabil. Faktor lingkungan kerja yang tidak nyaman disebabkan banyaknya debu yang berterbangan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan solusi dalam mengurangi cacat produk dengan mengadakan pelatihan tenaga kerja agar lebih fokus, mengoptimalkan proses pengeringan, melakukan pengawasan bahan baku, melakukan pemeriksaan dan perawatan mesin, dan mewajibkan karyawan menggunakan masker.

Penelitian (Utami et al., 2022) dengan judul “Penerapan FMEA Dan AHP Dalam Perumusan Strategi Mitigasi Risiko Proses Penyaluran Jaringan Gas”. Pada penelitian ini terjadi beberapa permasalahan dalam proses penyaluran jaringan gas bumi rumah tangga yang dilakukan di PT XYZ seperti kebocoran pipa, kebakaran pipa, meteran tidak menyala, dan lain-lain. Terdapat 25 risiko yang sudah terjadi dan potensi risiko yang mungkin terjadi pada proses penyaluran jaringan gas bumi rumah tangga di PT XYZ. Pada penentuan alternatif strategi berdasarkan hasil perhitungan kriteria didapatkan nilai tertinggi yaitu pada kriteria *benefit* dengan nilai sebesar 0,340. Dan didapatkan hasil alternatif strategi yang tepat untuk meminimalkan risiko dengan memberikan *sign system* untuk tidak melakukan pembakaran sampah di jalur pipa atau dekat dengan pipa dengan nilai sebesar 0,428.

Penelitian (Alfarizi et al., 2023) dengan judul “Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode *Six Sigma* dan FMEA untuk Mengurangi *Reject Material Preform* pada Industri AMDK”. Jenis-jenis reject material *preform* yang terjadi meliputi botol pecah, ketebalan botol yang tidak stabil, *preform* berwarna putih, botol terjepit, dan botol putih. Permasalahan ini mengakibatkan kerugian dalam hal waktu, tenaga, dan biaya, karena material *preform* yang ditolak tidak bisa didaur ulang dan harus dijual kepada pengepul plastik dengan harga yang lebih rendah, sehingga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan adalah *form operation blowing machine*, *preform specification form for suppliers*, dan *form training schedule* untuk operator mesin *blowing*. Namun setelah mengimplementasikan *form operation blowing machine* di bulan November 2022 menunjukkan hasil pengukuran nilai DPMO mengalami penurunan dari 1961,93 menjadi 1726,26 serta peningkatan nilai level sigma sebesar 4,42 sigma yang sebelumnya sebesar 4,38 sigma, dari nilai tersebut menunjukkan bahwa level sigma meningkat 0,04 sigma.

Penelitian (Fitria et al., 2023) dengan judul “Pengendalian Kualitas dengan Metode *Six Sigma* untuk Meminimasi *Defect* Produk Kain *Polyester* di PT Sukuntex”. Pada penelitian ini membahas tentang cacat pada kain *Polyester*. Cacat yang paling umum dan sering terjadi diantara kelima kategori tersebut adalah cacat yang disebabkan oleh kotoran minyak, kelonggaran, dan ketipisan kain. Berdasarkan nilai DPMO yang diperoleh adalah 49.825,15 meter. Nilai *sigma* yang diperoleh antara 3,15. Perusahaan berada pada level rata-rata industri Indonesia berdasarkan nilai *sigma* tersebut. Tahap selanjutnya adalah menggunakan teknik 5W+1H untuk merencanakan upaya perbaikan berdasarkan perhitungan nilai RPN AHP. Pengawasan yang lebih ketat terhadap proses penenunan kain merupakan tujuan utama dari rencana perbaikan untuk masalah ketebalan tipis dan kelonggaran. Sedangkan rencana perbaikan prioritas untuk cacat oli dapat dibuat sementara ini yaitu dengan terus memantau operator dan tidak meneteskan oli pada saat terdapat kain pada mesin tenun.

Penelitian (Anwar & Indrayadi, 2024) dengan judul “Pengurangan Cacat Produksi Pada *Ceiling Panel* Berstruktur Menggunakan Metode *Six Sigma*”. Pada penelitian ini membahas tentang dua jenis produk papan gipsum atau disebut *Ceiling Panel* (CP) meliputi CP cat dan CP bertekstur. Cacat paling dominan terjadi pada CP bertekstur seperti cacat warna dan cacat bentuk. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tindakan perbaikan yang harus dilakukan agar jumlah cacat berkurang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang harus diperbaiki meliputi faktor metode, faktor manusia, faktor lingkungan, faktor material, dan faktor mesin.

Penelitian (Alifka & Apriliani, 2024) dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan Metode *Statistical Process Control* (SPC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)”. Pada penelitian ini terdapat lima jenis cacat produk yang dominan yaitu *soil*, *long thread*, *unsymmetry*, dan *puckered*. Hasil analisis dengan metode FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu produk cacat *soil* sebanyak 126 yang disebabkan kurangnya kepedulian operator terhadap kebersihan area kerja dan tidak disiplin dalam merawat mesin-mesin yang digunakan. Terdapat usulan tindakan perbaikan berdasarkan akar penyebab masalah yaitu dengan adanya *form checklist* inspeksi oleh *supervisor line* untuk mencegah dan mengurangi adanya produk cacat selama proses produksi.

Penelitian (Habib Syahrun Ramadhan, 2025) dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Bata Ringan Dengan Pendekatan Metode *Six Sigma* dan FMEA-AHP”. Metode penelitian yang digunakan adalah *Six Sigma* dan FMEA-AHP. Terdapat beberapa permasalahan yaitu sering ditemukannya cacat produk pada bata ringan sehingga terjadi penumpukan produk *hold* yang berakibat pada turunnya *output* produksi dan harus dilakukan *repair* atau sortir ulang yang berakibat pada biaya tambahan operasional. Adapun cacat atau *reject* pada bata ringan antara lain seperti gompal, pecah, lengket, cacat permukaan, dimensi, *watermark*, *cap crack* (ccr), dan *linemark*. Hasil penelitian menunjukkan beberapa faktor prioritas penyebab kegagalan atau cacat dominan dan usulan rencana tindakan perbaikan dengan menggunakan metode 5W + 1H.

Tabel 2. 10 *State of Art*

No	Peneliti	Judul	Metode Analisis	Masalah	Hasil Penelitian
1	(Faritsy & Angga Suluh Wahyunoto, 2022)	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Meja Menggunakan Metode Six Sigma Pada PT XYZ	Six Sigma	Permasalahan cacat yang terjadi dalam penelitian ini adalah cacat retak, cacat warna, dan cacat mata kayu.	Beberapa faktor yang menyebabkan cacat produk pada penelitian ini adalah faktor tenaga kerja, faktor bahan baku, faktor metode, faktor mesin, dan faktor lingkungan kerja. Adapun solusinya adalah dengan mengadakan pelatihan tenaga kerja agar lebih fokus, mengoptimalkan proses pengeringan, melakukan pengawasan bahan baku, melakukan pemeriksaan dan perawatan mesin, dan mewajibkan karyawan menggunakan masker. Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa nilai rata-rata DPU (<i>Defect per unit</i>) pada produk cacat sebesar 0,12033 dengan nilai rata-rata sebesar DPMO 120328, dan rata-rata tingkat sigma sebesar 2,7.
2	(Utami et al., 2022)	Penerapan FMEA Dan AHP Dalam Perumusan Strategi Mitigasi Risiko Proses Penyaluran Jaringan Gas	FMEA dan AHP	Terjadi beberapa permasalahan dalam proses penyaluran jaringan gas bumi rumah tangga yang dilakukan di PT XYZ seperti kebocoran pipa, kebakaran pipa, meteran tidak menyala, dan lain-lain.	Terdapat 25 risiko yang sudah terjadi dan potensi risiko yang mungkin terjadi pada proses penyaluran jaringan gas bumi rumah tangga di PT XYZ. Pada penentuan alternatif strategi berdasarkan hasil perhitungan kriteria didapatkan nilai tertinggi yaitu pada kriteria benefit dengan nilai sebesar 0,340. Dan didapatkan hasil alternatif strategi yang tepat untuk meminimalkan risiko dengan memberikan <i>sign system</i> untuk tidak melakukan pembakaran sampah di jalur pipa atau dekat dengan pipa dengan nilai sebesar 0,428.
3	(Alfarizi et al., 2023)	Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA untuk Mengurangi Reject Material	Six Sigma dan FMEA	Permasalahan yang terjadi pada industri AMDK yaitu berkaitan dengan jumlah <i>reject material preform</i> yang tinggi	Jenis-jenis <i>reject material preform</i> yang terjadi meliputi botol pecah, ketebalan botol yang tidak stabil, <i>preform</i> berwarna putih, botol terjepit, dan botol putih. Permasalahan ini mengakibatkan kerugian dalam hal waktu, tenaga, dan biaya, karena material <i>preform</i> yang ditolak tidak bisa didaur ulang dan harus dijual kepada pengepul plastik dengan harga yang lebih rendah, sehingga mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Rekomendasi

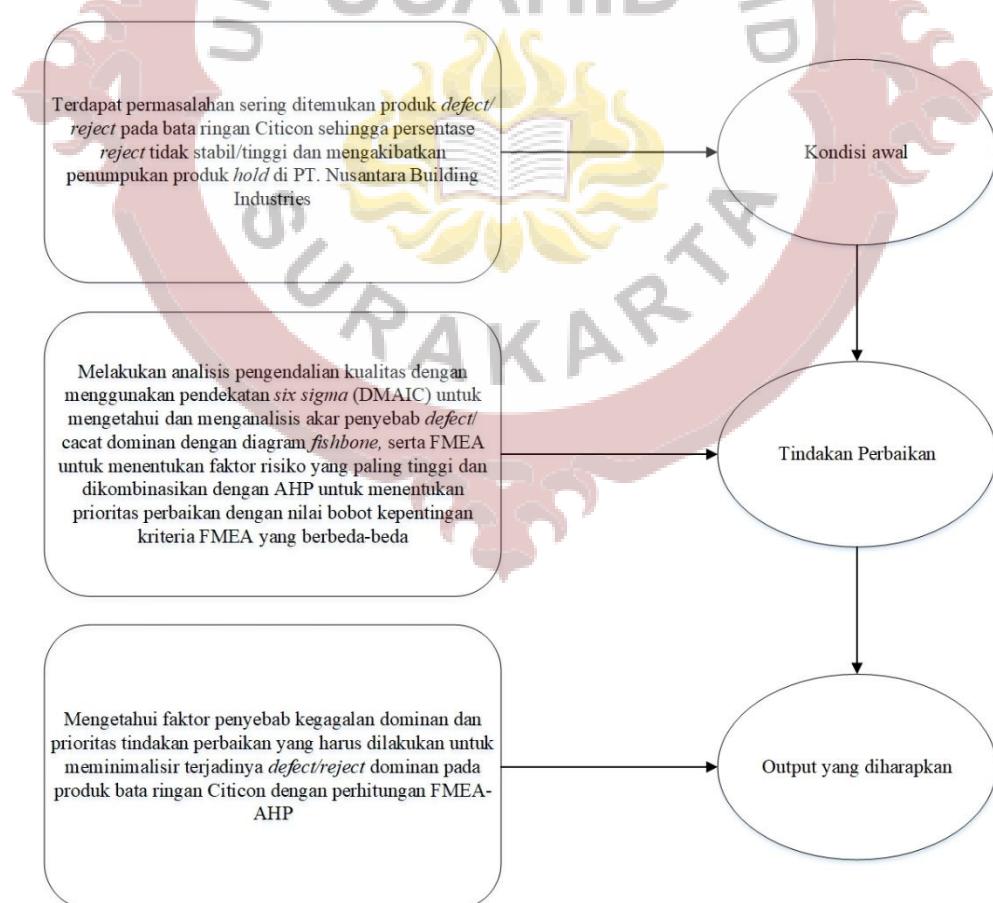
		<i>Preform</i> pada Industri AMDK			perbaikan yang diusulkan adalah <i>form operation blowing machine</i> , <i>preform specification form for suppliers</i> , dan <i>form training schedule</i> untuk operator mesin <i>blowing</i> . Setelah mengimplementasikan <i>form operation blowing machine</i> di bulan November 2022 menunjukkan hasil pengukuran nilai DPMO mengalami penurunan dari 1961,93 menjadi 1726,26 serta peningkatan nilai level sigma sebesar 4,42 sigma yang sebelumnya sebesar 4,38 sigma, dari nilai tersebut menunjukkan bahwa level sigma meningkat 0,04 sigma.
4	(Fitria et al., 2023)	Pengendalian Kualitas dengan Metode <i>Six Sigma</i> untuk Meminimasi <i>Defect</i> Produk Kain Polyester di PT Sukuntex	<i>Six Sigma</i> , FMEA, dan AHP	Terdapat permasalahan banyaknya produk cacat pada kain polyester. Cacat yang paling umum dan sering terjadi diantara kelima kategori adalah cacat yang disebabkan oleh kotoran minyak, kelonggaran, dan ketipisan kain.	Berdasarkan nilai DPMO yang diperoleh adalah 49.825,15 meter. Nilai sigma yang diperoleh antara 3,15. Perusahaan berada pada level rata-rata industri Indonesia berdasarkan nilai sigma tersebut. Tahap selanjutnya adalah menggunakan teknik 5W+1H untuk merencanakan upaya perbaikan berdasarkan perhitungan nilai RPN AHP. Pengawasan yang lebih ketat terhadap proses penenunan kain merupakan tujuan utama dari rencana perbaikan untuk masalah ketebalan tipis dan kelonggaran. Sedangkan rencana perbaikan prioritas untuk cacat oli dapat dibuat sementara ini yaitu dengan terus memantau operator dan tidak meneteskan oli pada saat terdapat kain pada mesin tenun.
5	(Anwar & Indrayadi, 2024)	Pengurangan Cacat Produksi Pada <i>Ceiling Panel</i> Berstruktur Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i>	<i>Six Sigma</i>	Adanya cacat warna dan cacat bentuk pada <i>Ceiling Panel</i> (CP) bertekstur	Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang harus diperbaiki meliputi faktor metode, faktor manusia, faktor lingkungan, faktor material, dan faktor mesin. Dapat diketahui bahwa produk CP bertekstur memiliki nilai <i>Defect Per Million Opportunity</i> (DPMO) sebesar 4287.311 dengan nilai level <i>sigma</i> sebesar 4.1 dan nilai indeks kapabilitas proses potensial sebesar 1.376.
6	(Alifka & Apriliani, 2024)	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Menggunakan	<i>Statistical Process Control</i> (SPC) dan FMEA	Terdapat lima jenis cacat produk yang dominan yaitu <i>soil</i> , <i>long thread</i> , <i>unsymmetry</i> , dan <i>puckered</i>	Hasil analisis dengan metode FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi yaitu produk cacat soil sebanyak 126 yang disebabkan kurangnya kepedulian operator terhadap kebersihan area kerja dan tidak disiplin dalam merawat mesin-mesin yang digunakan.

		Metode <i>Statistical Process Control</i> (SPC) dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)			Terdapat usulan tindakan perbaikan berdasarkan akar penyebab masalah yaitu dengan adanya <i>form checklist</i> inspeksi oleh <i>supervisor line</i> untuk mencegah dan mengurangi adanya produk cacat selama proses produksi.
7	(Habib Syahrun Ramadhan, 2025)	Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produk Bata Ringan Dengan Pendekatan Metode <i>Six Sigma</i> dan FMEA-AHP di PT Nusantara Building Industries (PT.NBI)	<i>Six Sigma</i> dan FMEA-AHP	Terdapat permasalahan yaitu sering ditemukannya cacat produk pada bata ringan sehingga menyebabkan penumpukan produk <i>hold</i> yang berakibat pada turunnya <i>output</i> produksi dan harus dilakukan <i>repair</i> atau sortir ulang yang berakibat pada biaya tambahan operasional lainnya.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai tingkat <i>sigma</i> proses produksi bata ringan periode Januari – Desember 2024 sebesar 3,905, yang artinya bahwa proses produksi bata ringan di PT NBI sudah memenuhi atau melebihi standar rata-rata kualitas di Indonesia. Jenis <i>reject</i> dominan dari hasil analisis diagram pareto yaitu pecah, gompal, dan dimensi dengan total persentase <i>reject</i> kumulatif sebesar 91,74%. Berdasarkan perhitungan FMEA-AHP, diperoleh faktor prioritas penyebab cacat atau kegagalan yaitu pada jenis <i>reject</i> pecah dan gompal antara lain proses <i>cutting</i> pada <i>penetrasi</i> rendah dengan nilai RPN sebesar 6,96, proses <i>oiling</i> kurang merata dengan nilai RPN sebesar 6,78, adanya <i>gap</i> atau terjadi hentakan antara meja <i>tilting</i> dengan <i>green cake</i> dengan nilai RPN sebesar 6,7. Sedangkan untuk <i>reject</i> dimensi antara lain yaitu operator kurang teliti dengan nilai RPN sebesar 7,11, operator kurang pengecekan dengan nilai RPN sebesar 6,56, pengembangan <i>cake</i> pendek dengan nilai RPN sebesar 6,37. Beberapa rekomendasi perbaikan telah diimplementasikan dan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk mengidentifikasi serta memprioritaskan risiko yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk, sehingga kualitas produk bata ringan dapat terus mengalami peningkatan dan persentase <i>reject</i> dapat berkurang.

Perbedaan penelitian penulis dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah pada penelitian ini menggunakan metode pendekatan *six sigma* yang dibantu dengan FMEA dan dikombinasikan dengan metode AHP untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif dan lebih objektif. Penelitian ini dilakukan dengan objek penelitian yang berbeda dan mempertimbangkan dari berbagai aspek sudut pandang yang mungkin belum dijangkau pada penelitian sebelumnya sehingga dapat memperluas pemahaman tentang suatu masalah.

2.5 Kerangka Berpikir

Untuk menjawab permasalahan pada penelitian ini, maka diperlukan kerangka berpikir yang menjadi dasar pemikiran penelitian seperti yang digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 7 Kerangka Berpikir

2.6 Gambaran Umum Perusahaan

PT Nusantara Building Industries (PT. NBI) adalah perusahaan swasta nasional yang berdiri sejak tahun 2004 berlokasi di Jl. Raya Semarang Demak KM 17 Desa Wonokerto Kecamatan Karangtengah Kabupaten Demak Provinsi Jawa Tengah. PT NBI bergerak di bidang manufaktur bahan bangunan dengan berbagai macam produk yang dihasilkan. PT NBI memproduksi produk bahan bangunan dalam bentuk lembaran serat krisotil semen bergelombang simetris dengan merek Nusa 6, Nusa 11 dan Nusa 14. Pada tahun 2005, PT NBI membuat inovasi dengan memproduksi produk-produk non-asbes dalam bentuk lembaran datar kalsium silikat (board) di bawah merek Nusaboard dan Nusaplank. Pada tahun 2009, perusahaan berinovasi kembali dengan memproduksi tekstur kalsium silikat yang bernama Nusalux. Pada tahun 2018, PT NBI mendirikan departemen AAC 1 Citicon 1 yang memproduksi bata ringan dan panel lantai di wilayah Demak Jawa Tengah serta pada tahun 2020 memproduksi semen mortar sebagai perekat untuk bata ringan. Pada tahun 2023, PT NBI mendirikan departemen AAC 2 Citicon yang fokus dalam memproduksi bata ringan.

2.6.1 Visi dan Misi Perusahaan

a. Visi:

Menjadi perusahaan bahan bangunan berbasis fiber semen terbaik di indonesia.

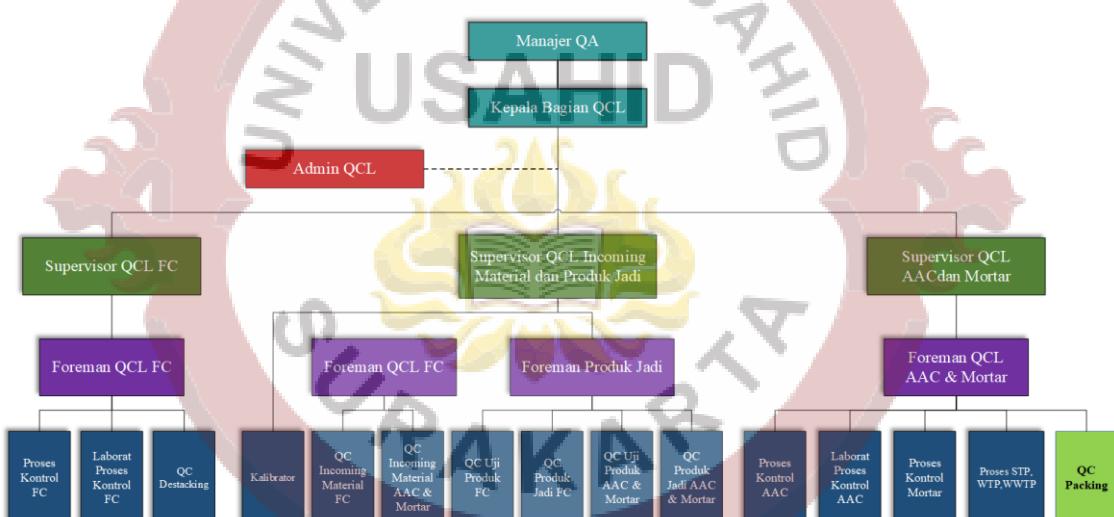
b. Misi:

1. Menghasilkan produk bahan bangunan berbasis fiber semen berkualitas prima dengan melaksanakan sistem produksi yang terstandart dan SDM yang berkompeten untuk meningkatkan kepuasan pelanggan.
2. Memanfaatkan dan mengembangkan teknologi tepat guna untuk mendukung inovasi produk.
3. Melaksanakan tata kelola SDM secara profesional, menjunjung tinggi nilai dan tata perilaku perusahaan serta membangun lingkungan kerja yang kondusif.
4. Memberikan nilai tambah terbaik bagi pemilik, karyawan, dan pemangku kepentingan lainnya.

- Mengelola hubungan yang baik dengan lingkungan dan masyarakat sekitar.

2.6.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan suatu bagian yang terpenting dalam sebuah organisasi maupun instansi. Struktur organisasi perusahaan dibuat untuk memudahkan suatu pekerjaan sesuai dengan kemampuan relevan yang dimiliki oleh masing-masing penggerak organisasi dalam suatu perusahaan. Karena itu, dalam hal ini diharapkan, setiap pekerjaan dapat terlaksana dengan baik dan dilakukan dengan kerja sama yang baik. Berikut merupakan struktur organisasi dari sub bagian *Quality Control* dan Laboratorium (QCL) di PT Nusantara Building Industries.

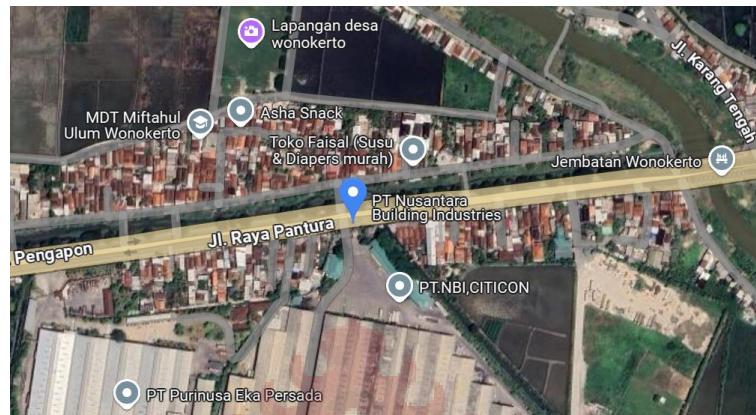


Sumber: PT Nusantara Building Industries, 2025

Gambar 2. 8 Struktur Organisasi QCL

2.6.2 Lokasi Perusahaan

PT Nusantara Building Industries (PT NBI) berlokasi di Jalan Raya Semarang – Demak Km.17 Desa Wonokerto, Kec. Karang Tengah, Kab. Demak, Provinsi Jawa Tengah. Untuk lokasi perusahaan ini sudah termasuk kantor, gedung bahan baku, produk jadi, dan departemen Citicon serta segala fasilitas pendukung lainnya seperti pos satpam, tempat parkir, dan lain sebagainya.



Sumber: Google Maps, 2025

Gambar 2. 9 Peta Lokasi PT NBI dan Citicon

2.6.3 Distribusi Tenaga Kerja (*Shift* dan *Nonshift*)

Sumber daya manusia atau tenaga kerja menjadi salah satu terpenting dalam memberikan pelayanan terbaik sebagai kelancaran demi mewujudkan kemajuan usaha. Sumber daya manusia berupa tenaga kerja yang direkrut berasal dari masyarakat yang berdomisili di Kabupaten Demak dan masyarakat diluar Kabupaten Demak.

Sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dibidang bahan bangunan, PT Nusantara Building Industries menyerap tenaga kerja yang tidak sedikit. Penyerapan tenaga kerja tersebut berasal dari penduduk sekitar industri maupun dari daerah lain diluar Demak. Jumlah karyawan PT Nusantara Building Industries untuk saat ini sebanyak 1605 tenaga kerja. PT Nusantara Building Industries mempunyai perhitungan jam kerja yang diatur sebagai berikut:

- 1) *NonShift*: 6 hari kerja, 1 hari libur
 - Hari Senin s/d Kamis pukul 08.00 s/d 16.00 WIB
 - Hari Jumat pukul 08.00 s/d 16.30 WIB
 - Hari Sabtu pukul 08.00 s/d 13.00 WIB
- 2) Staff: 5 hari kerja, 2 hari libur
 - Hari Senin s/d Kamis pukul 08.00 s/d 17.00 WIB
 - Hari Jumat pukul 08.00 s/d 17.30 WIB
- 3) *Shift*

- *Shift 1* (pagi): pukul 07.00 s/d 15.00 atau 08.00 s/d 16.00
- *Shift 2* (siang): pukul 15.00 s/d 23.00 atau 16.00 s/d 24.00
- *Shift 3* (malam): pukul 23.00 s/d 07.00 atau 24.00 s/d 08.00

2.6.4 Produk Yang Dihasilkan

Produk yang dihasilkan dari PT Nusantara Building Industries yaitu berbagai bahan bangunan dengan merek dagang Nusaboard, Nusabess, Nusawood, Nusalux, dan Citicon. Berikut merupakan produk yang dihasilkan dari PT Nusantara Building Industries (PT NBI) dan Citicon (Industries, 2018):



Sumber: <https://nusaboard.co.id/>

Gambar 2. 10 Produk PT Nusantara Building Industries

2.6.5 Spesifikasi Teknis Bata ringan AAC

Bata ringan *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) adalah bata ringan yang diproduksi menggunakan penambahan bahan kimia yang akan bereaksi menghasilkan gelembung udara ke dalam campuran bata ringan sesuai dengan proporsi yang telah direncanakan, sehingga gelembung udara halus tersebar dalam campuran tersebut dan proses curring pada bata ringan dengan menggunakan bejana tekan pada temperatur dan tekanan tinggi. Pada umumnya, bata ringan memiliki *density* (nilai berat jenis) yang lebih ringan daripada bata lainnya. Berat jenis dari bata ringan berkisar antara 400-1600 kg/m³ dengan kekuatannya yang bergantung komposisi campurannya (SNI 8640, 2018).

Menurut (SNI 8640, 2018), syarat mutu permukaan luar untuk bata ringan adalah bidang permukaan yang dimiliki bata harus tidak cacat dengan toleransi yang

masih dapat ditutup oleh pasangan mortar. Memiliki tepi yang siku terhadap yang lain dan tidak mudah dirusak dengan kekuatan tangan. Selain itu, susunan bata ringan pada pemasangan harus rapi dan baik. Berikut untuk spesifikasi teknis bata ringan citicon yang mencakup ukuran atau dimensi, berat jenis dan syarat fisis berlandaskan dengan standar SNI 8640 Tahun 2018.

1) Ukuran atau Dimensi

Ukuran dan toleransi bata ringan ditentukan oleh produsen pembuat bata ringan berdasarkan proses produksi yang dilakukan dan tetap mengacu pada SNI 8640 Tahun 2018. Untuk ukuran dan toleransi bata ringan citicon dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2. 11 Ukuran Bata Ringan

No	Spesifikasi	Ukuran	Toleransi
1	Panjang, L (mm)	600	± 3
2	Tinggi, H (mm)	200	± 3
3	Tebal, T (mm)	75; 100; 125; 150; 175; 200	± 3

Sumber: <https://www.citiconindonesia.com/>

2) Berat dan Syarat Fisis

Tabel 2. 12 Berat dan Syarat Fisis Bata ringan

No	Spesifikasi	Nilai
1	Berat jenis kering, (ρ)	530 kg/m ³
2	Berat jenis normal, (ρ)	600 kg/m ³
3	Kuat Tekan, (σ)	$\geq 3,0 \text{ N/m}^2$
4	Konduktifitas termis, (λ)	0.14 w/mk

Sumber: <https://www.citiconindonesia.com/>

3) Hubungan antara ketebalan bata ringan terhadap luas dinding dan isi per m³

Tabel 2. 13 Hubungan Ketebalan, Luas dinding, dan Isi per m³

No	Keterangan	Satuan	Spesifikasi					
			75	100	125	150	175	200
1	Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
2	Luas Dinding / m ³	m ²	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
3	Isi / m ³	pcs	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

Sumber: <https://www.citiconindonesia.com/>