

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

Kualitas adalah merupakan suatu kondisi dinamis yang berpengaruh dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan (Tajuddin dan Junaedi, 2021). Vincent Gaspersz menjelaskan bahwa kualitas diartikan sebagai seluruh karakteristik yang mampu memenuhi kebutuhan serta menciptakan kepuasan bagi konsumen. Kualitas produk memegang peranan strategis dalam memenangkan kompetisi pasar, karena produk dengan mutu yang unggul akan membangun kepercayaan pelanggan terhadap barang yang diproduksi dan ditawarkan oleh perusahaan (Indung Sudarso, 2022).

Berdasarkan pembahasan mengenai konsep kualitas yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa kualitas merupakan kondisi dinamis yang mencakup produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan, yang tujuannya adalah memenuhi bahkan melampaui harapan pelanggan. Kualitas juga diartikan sebagai kemampuan suatu produk untuk memberikan kepuasan sesuai persyaratan yang ditetapkan, sehingga mutu produk yang konsisten menjadi faktor penting dalam membangun kepercayaan pelanggan dan memenangkan persaingan pasar.

2.1.1 Pengendalian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas adalah aktifitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk atau jasa, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Tajuddin dan Junaedi, 2021). Pengendalian kualitas adalah serangkaian upaya yang dilakukan untuk memastikan aktivitas produksi dan operasional perusahaan berjalan sesuai dengan rencana dan standar yang telah ditetapkan, sehingga apabila muncul ketidaksesuaian, kondisi tersebut dapat segera diperbaiki agar tujuan yang telah direncanakan dapat tercapai melalui persiapan dan landasan yang tepat (Al-Faritsy dan Sitorus, 2022).

Pengendalian kualitas didefinisikan sebagai suatu sistem yang terdiri atas pemeriksaan, pengukuran serta pengujian, analisa dan tindakan-tindakan yang harus dilakukan dengan memanfaatkan seluruh peralatan dan teknik-teknik yang

ada, agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Tujuan utama dari pengendalian (Damayanti, 2022).

Berdasarkan uraian teori yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas merupakan suatu proses yang terkoordinasi untuk memastikan produk atau jasa memenuhi standar yang ditetapkan melalui kegiatan pemeriksaan, pengukuran, pengujian, analisis, dan tindakan korektif. Proses ini juga berfungsi menjaga kesesuaian operasi dengan rencana yang telah ditetapkan serta memperbaiki setiap bentuk penyimpangan agar mutu akhir tetap konsisten dan mampu memenuhi harapan perusahaan maupun pelanggan.

2.1.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Sari dan Purnawati menjelaskan bahwa pengendalian mutu diarahkan untuk memastikan produk yang dihasilkan memenuhi kriteria kualitas yang telah ditentukan, dengan upaya menekan biaya pemeriksaan serendah mungkin sehingga pemborosan biaya operasional perusahaan dapat diminimalkan (Al-Faritsy dan Sitorus, 2022). Produk yang telah diproduksi akan diperiksa sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, dan jika terdapat penyimpangan dari spesifikasi tersebut, maka akan dicatat dan dianalisis untuk menjadi pertimbangan dalam perbaikan proses produksi di masa yang akan datang.

2.2 Pupuk NPK

NPK adalah jenis pupuk majemuk yang diformulasikan dengan tiga unsur hara utama dalam satu produk, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketiga elemen ini termasuk ke dalam kelompok unsur hara makro yang sangat vital bagi pertumbuhan tanaman. Sesuai dengan namanya, pupuk ini memainkan peran penting dalam mendukung berbagai fase perkembangan tanaman. Apabila terjadi ketidakseimbangan atau kekurangan salah satu unsur tersebut, maka hal tersebut dapat berdampak negatif dan menghambat pertumbuhan tanaman secara menyeluruh.

Sebagai contoh, apabila tanaman kekurangan nitrogen, meskipun asupan fosfor dan kalium mencukupi, maka tanaman akan menunjukkan pertumbuhan yang buruk. Salah satu gejalanya adalah perubahan warna daun dari hijau menjadi kekuningan secara bertahap. Kekurangan nitrogen dalam jangka panjang dapat mengakibatkan gangguan pada proses reproduksi tanaman, seperti terhambatnya

pembentukan bunga dan buah. Dalam kasus yang lebih parah, tanaman dapat tumbuh kerdil dan akhirnya mati. Demikian pula, apabila tanaman kekurangan fosfor, maka pertumbuhan akar tidak akan optimal, sehingga penyerapan unsur hara dan air oleh akar menjadi terganggu. Selain itu, proses pembentukan bunga akan mengalami kendala, yang menyebabkan tanaman sulit berbunga. Sementara itu, ketiadaan unsur kalium menyebabkan masa berbunga disertai tingkat kerontokan yang tinggi, dan buah yang dihasilkan pun akan memiliki kualitas rendah serta bentuk yang kurang sempurna.

1. Peran Nitrogen (N) bagi tanaman antara lain :

- a) Mempercepat pertumbuhan tanaman.
- b) Meningkatkan tinggi tanaman serta mendorong munculnya tunas-tunas baru.
- c) Meningkatkan kualitas, terutama kandungan protein.
- d) Menyediakan bahan makanan bagi mikroba (jasad renik).

Tanaman menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-) atau amonium (NH_4^+) dari dalam tanah. Unsur ini kemudian bereaksi dengan karbon di dalam jaringan tanaman untuk membentuk asam amino, yang pada akhirnya tersusun menjadi protein. Nitrogen termasuk dalam unsur hara makro yang memiliki peran penting bagi tanaman, karena sekitar 16–18% komposisi protein dalam tanaman berasal dari unsur ini.

2. Manfaat Fosfor (P) bagi tanaman:

- a) Berperan penting dalam proses respirasi dan fotosintesis, serta terlibat dalam pembentukan asam nukleat, bibit tanaman, dan pembentukan buah.
- b) Mendorong perkembangan akar secara maksimal, sehingga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan.
- c) Mempercepat proses kematangan dan waktu panen, yang pada akhirnya dapat mengurangi risiko keterlambatan panen.

Fosfor dibutuhkan dalam jumlah yang lebih kecil dibandingkan nitrogen. Tanaman menyerap unsur ini dalam bentuk senyawa seperti kalsium fosfat (apatit), besi fosfat (FePO_4), dan aluminium fosfat (AlPO_4).

3. Peran Kalium bagi tanaman adalah :

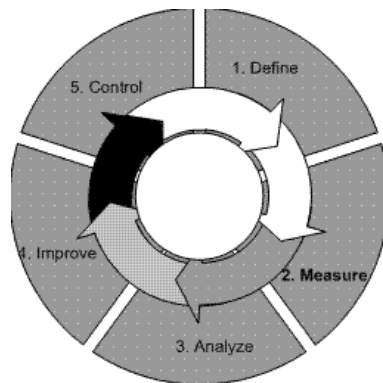
- a) Berpengaruh terhadap distribusi dan pengaturan karbohidrat dalam tubuh tanaman.
- b) Mempercepat reaksi metabolisme terhadap unsur nitrogen dalam jaringan tanaman.
- c) Berfungsi menjaga agar bunga dan buah tidak mudah mengalami kerontokan.

2.3 Six Sigma

Menurut Brue (2003), Six Sigma merupakan pendekatan statistik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu proses berdasarkan tingkat cacat atau kerusakan yang terjadi. Pencapaian level enam sigma (6σ) menunjukkan bahwa suatu proses hanya menghasilkan sekitar 3,4 cacat dalam setiap 1.000.000 peluang, yang berarti proses tersebut mendekati kondisi sempurna. Dalam penerapannya, nilai sigma (σ atau standar deviasi) merepresentasikan variasi atau penyimpangan dalam proses dan berfungsi untuk mengukur sejauh mana proses tersebut menyimpang dari kondisi ideal.

Six Sigma dapat dipahami melalui dua sudut pandang, yaitu pendekatan statistik dan pendekatan metodologis. Dari sisi statistik, simbol sigma (σ) merupakan ukuran formal yang dikenal sebagai standar deviasi, yang menggambarkan tingkat penyimpangan data terhadap nilai rata-rata. Suatu proses dinilai baik apabila beroperasi dalam batas spesifikasi yang telah disepakati antara pihak pelanggan dan perusahaan, yang terdiri atas batas spesifikasi atas (*Upper Specification Limit*) dan batas spesifikasi bawah (*Lower Specification Limit*).

Proses yang berada di luar batas spesifikasi tersebut dikategorikan sebagai cacat (*defect*). Proses dengan level 6σ adalah proses yang menghasilkan 3,4 *Defect per Million Opportunity* (DPMO). DPMO tidak hanya menunjukkan jumlah cacat, tetapi juga merupakan perbandingan antara jumlah cacat yang terjadi dengan total peluang terjadinya cacat dalam suatu proses. Sedangkan menurut perspektif metodologi, Six Sigma merupakan pendekatan menyeluruh untuk meningkatkan kualitas proses perusahaan melalui fase DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) (Trihendradi, 2006). Siklus DMAIC dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. 1 SIKLUS DMAIC
Sumber : Pande et al. (2000)

2.3.1 *Define*

Tahap *Define* merupakan tahap awal dalam metodologi *Six Sigma* yang memiliki tujuan untuk mengidentifikasi proses produksi. Tahap *define* digunakan untuk menentukan dan mendefinisikan masalah yang ada dengan pendekatan yang sistematis. Sasaran dari tahap ini adalah memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai aliran proses kerja, mulai dari proses awal hingga produk akhir yang dihasilkan.

Critical to Quality (CTQ) adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standard atau batas/limit dari spesifikasinya agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan dari pelanggan (Sri, dkk., 2022). *Critical to Quality* merupakan atribut-atribut yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan kepuasan pelanggan, yang merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak pada kualitas (Anggi, dkk, 2023).

2.3.2 *Measure*

Tahap *measure* melibatkan pengukuran menyeluruh untuk mengidentifikasi tingkat cacat melalui DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan menentukan level sigma guna menilai seberapa dekat proses produksi dengan standar kualitas yang diinginkan (Nasution, dkk., 2025). Pada tahap ini dilakukan pengukuran yang sistematis terhadap kinerja proses, yang meliputi perhitungan nilai *Defects Per*

Million Opportunities (DPMO) dan level sigma. Selain itu, analisis juga didukung dengan penggunaan peta kontrol untuk memantau stabilitas proses secara statistik.

1. DPMO dan Level Sigma

Level Sigma menunjukkan derajat kapabilitas proses yang dimiliki oleh suatu perusahaan. Penggunaan nilai sigma sebagai tolok ukur didasarkan pada kemampuannya dalam merepresentasikan kinerja proses yang dijalankan organisasi. Semakin besar nilai sigma yang dicapai, maka semakin kecil tingkat cacat (*defect*) yang muncul selama proses produksi. Tahapan perhitungan DPMO serta penetapan Level Sigma mengacu pada Gaspersz dan Fontana (2011):

a. *Defect Per Unit* (DPU)

Defects Per Unit (DPU) mengukur rata-rata jumlah produk yang cacat dalam hubungannya dengan total unit yang diproduksi, sehingga DPU dapat dihitung menggunakan rumus yang telah ditetapkan (Gaspersz dan Fontana, 2011). Hasil perhitungan nilai sigma diperoleh dari data DPMO. Rumus DPU sebagai berikut :

$$\text{Defect Per Unit (DPU)} = \frac{D}{U} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

D = jumlah kecacatan pada proses produksi

U = jumlah unit yang diperiksa

b. *Defect Per Opportunity* (DPO)

Defect per Opportunity atau DPO menunjukkan rasio antara jumlah kecacatan dengan jumlah dari total peluang yang ada, dan perhitungannya dilakukan berdasarkan rumus yang ditetapkan (Gaspers dan Fontana, 2011) :

$$\text{Defect Per Opportunity (DPO)} = \frac{\text{DPU}}{\text{OP/CPQ}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

OP (*Opportunity*)/ CTQ = karakteristik yang berpotensi menjadi cacat

c. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

DPMO adalah perhitungan dari jumlah cacat yang muncul dalam satu juta peluang, dan perhitungannya dilakukan menggunakan rumus yang telah ditetapkan (Gaspersz dan Fontana, 2011) :

$$\text{Defect Per Million Opportunity (DPMO)} = \text{DPO} \times 1.000.000 \dots \dots \dots (3)$$

Penentuan Tingkat Sigma atau Level Sigma dilakukan melalui proses konversi dari nilai DPMO menggunakan grafik konversi yang sesuai (Gaspersz dan Fontana, 2011) :

Sigma Level = nilai DPMO pada Grafik Konversi Sigma

Berikut alternatif untuk mencari nilai Sigma yaitu dengan menggunakan Microsoft Excel (Yunistasari, 2018) :

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \dots \dots \dots (4)$$

2. Peta Kendali

Peta kendali (*control chart*) dibagi menjadi dua kelompok, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Salah satu peta kendali atribut adalah *p-chart*. *P-chart* digunakan dalam memantau proporsi produk cacat atau tidak sesuai dalam suatu proses. Sedangkan salah satu peta kendali variabel dapat menggunakan peta kendali \bar{X} dan R yang digunakan untuk memonitor konsistensi rata-rata proses.

- a) Langkah-Langkah Pembuatan peta kendali (*Control Chart* \bar{X} dan R)
 - 1) Menentukan ukuran sub kelompok (n) yang akan digunakan dalam proses pemantauan.
 - 2) Tentukan banyaknya subgrup (k) sedikitnya 20 sub kelompok yaitu \bar{X} .
 - 3) Hitung nilai rata-rata untuk masing-masing sub kelompok, yaitu \bar{X} dari data yang tersedia.
 - 4) Hitung nilai rata-rata keseluruhan nilai \bar{X} yang digunakan sebagai *center line* pada peta kendali \bar{X} .
 - 5) Hitung nilai *range* atau rentang (R) pada tiap sub kelompok, dengan cara mengurangkan nilai maksimum dan minimum dalam satu kelompok tersebut.
 - 6) Hitung nilai rata-rata seluruh R yang akan menjadi garis tengah atau *center line* dari peta kendali R .
 - 7) Tentukan batas kendali dari peta kendali \bar{X} :

$$\text{UCL} = \bar{X} + (A_2 \times \bar{R}) \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{LCL} = \bar{X} - (A_2 \times \bar{R}) \dots \dots \dots (6)$$

8) Hitung batas kendali untuk peta kendali R :

$$UCL = D4 \times \bar{R} \dots\dots\dots(7)$$

$$LCL = D3 \times \bar{R} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

A2, D3 dan D4 merupakan harga koefisien yang nilainya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. 1 Koesfisien Nilai A2, d₂, D3 dan D4

Sampel	A2	d ₂	D3	D4
2	1,880	1,128	0	3,267
3	1,023	1,693	0	2,574
4	0,729	2,059	0	2,282
5	0,577	2,326	0	2,114
6	0,483	2,534	0	2,004
7	0,419	2,704	0,076	1,924
8	0,373	2,847	0,136	1,864

9) Plot data X dan R peta kendali \bar{X} dan R serta amati apakah data tersebut berada dalam pengendalian atau tidak.

10) Hitung indeks kapabilitas proses (Cp)

$$CP = \frac{USL - LSL}{6 * S} \dots\dots\dots(9)$$

Dimana $S = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots\dots\dots(10)$

$$CpL = \frac{\bar{X} - LSL}{3 * S} \dots\dots\dots(11)$$

$$CpU = \frac{USL - \bar{X}}{3 * S} \dots\dots\dots(12)$$

$$Cpk = \min (CpL, CpU) \dots\dots\dots(13)$$

Dimana Cp = Cpk.....(14)

Kriteria penilaian :

- (a) Jika Cp > 1,33, maka kapabilitas proses sangat baik.
- (b) Jika 1,00 ≤ Cp ≤ 1,33, maka kapabilitas proses baik.
- (c) Jika Cp < 1,00, maka kapabilitas proses rendah.

2.3.3 Analyze

Tahap *Analyze* merupakan bagian ketiga dalam rencana peningkatan mutu berbasis Six Sigma yang diarahkan pada kegiatan penelusuran, pemahaman, serta pengkajian secara mendalam terhadap penyebab utama munculnya permasalahan kualitas pada alur proses produksi. Menurut Gaspersz (2002), tahap ini bertujuan untuk menemukan hubungan sebab-akibat dari berbagai faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya ketidaksesuaian (*defect*) pada produk, sehingga dapat diketahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan untuk mencegah terjadinya cacat berulang di masa mendatang.

a. *Affinity Diagram*

Setelah berbagai penyebab teridentifikasi, *Affinity Diagram* digunakan untuk mengelompokkan faktor-faktor penyebab tersebut berdasarkan kesamaan karakteristik dan keterkaitannya. Tujuannya adalah untuk menyusun data dan ide yang kompleks menjadi kelompok yang lebih teratur, sehingga pola hubungan antar penyebab dapat terlihat dengan jelas.

b. *Interrelationship Diagram*

Interrelationship Diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antara faktor-faktor penyebab yang telah dikelompokkan sebelumnya. Alat ini membantu mengidentifikasi faktor yang memiliki pengaruh terbesar terhadap timbulnya masalah (*driver causes*) serta faktor yang menjadi akibat dari penyebab lainnya (*result causes*).

2.3.4 Improve

Tahap *Improve* merupakan fase keempat dalam metodologi Six Sigma yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan solusi perbaikan berdasarkan hasil analisis penyebab masalah yang telah diperoleh pada tahap *Analyze*. Fokus utama pada fase ini adalah mengembangkan dan menguji alternatif solusi yang efektif untuk menurunkan tingkat kecacatan, mengurangi variasi proses, serta meningkatkan performa sistem secara keseluruhan (Gaspersz, 2002).

a. *Tree Diagram*

Tree Diagram digunakan untuk menguraikan masalah utama menjadi sasaran dan langkah-langkah tindakan yang lebih spesifik dan terarah. Diagram ini

membantu memecah permasalahan besar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan mudah dikelola, sekaligus menunjukkan hubungan logis antara masalah, penyebab, dan solusi potensial.

b. PDPC (*Process Decision Program Chart*)

Tahap akhir dalam fase *Analyze* adalah penyusunan *Process Decision Program Chart (PDPC)*. Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi hambatan atau risiko yang mungkin terjadi dalam pelaksanaan perbaikan, serta menyusun langkah-langkah antisipatif untuk mencegah kegagalan dalam implementasi

2.3.5 Control

Tahap *Control* merupakan fase terakhir dalam metodologi Six Sigma yang bertujuan untuk memastikan bahwa perbaikan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dapat dipertahankan secara konsisten dalam jangka panjang. Pada tahap ini, fokus utamanya adalah menetapkan sistem pengendalian dan pemantauan proses agar tidak terjadi kembali penyimpangan dari standar kualitas yang telah ditetapkan (Gaspersz, 2002).

2.4 New Seven Tools

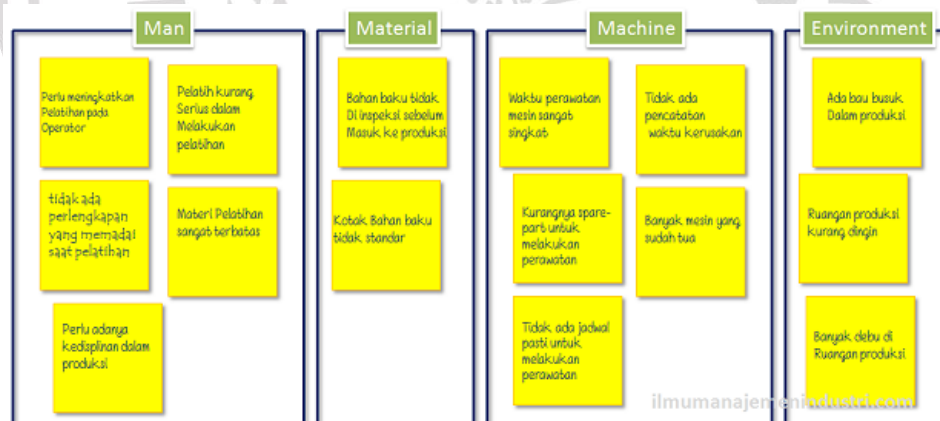
New Seven Tools merupakan seperangkat instrumen yang dimanfaatkan untuk memvisualisasikan dan menguraikan suatu permasalahan dengan cara mengolah data ke dalam bentuk diagram, sehingga informasi yang dihasilkan lebih mudah dipahami serta membantu dalam mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah. Namun demikian, efektivitas penerapan metode *New Seven Tools* sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman pengguna terhadap setiap alat yang tersedia. Semakin tinggi tingkat pemahaman yang dimiliki, maka semakin tepat pula pemilihan alat bantu yang digunakan. Keunggulan metode *New Seven Tools* terletak pada kemampuannya dalam menyelesaikan permasalahan secara sistematis, menetapkan strategi yang sesuai sebagai solusi atas masalah yang dihadapi, serta mendukung pengembangan pola pikir analitis terhadap permasalahan tersebut (Damayanti, 2022).

Ciri khas dari pendekatan ini mencakup pengolahan serta pengumpulan data dalam bentuk verbal, pengembangan gagasan, hingga penyusunan rencana strategis. Penerapan *New Seven Tools* berkontribusi dalam mengoptimalkan proses

produksi dan efisiensi biaya. Alat yang termasuk dalam metode ini antara lain *Affinity Diagram*, *Interrelationship Diagram*, *Tree Diagram*, *Matrix Diagram*, *Matrix Data Analysis*, *Arrow Diagram* atau *Activity Network Diagram*, serta *Process Decision Program Chart* (PDPC).

2.4.1 *Affinity Diagram*

Affinity Diagram pertama kali dikembangkan pada tahun 1960-an oleh seorang antropolog asal Jepang, Jiro Kawakita, sehingga metode ini juga dikenal dengan sebutan metode KJ. *Affinity Diagram* digunakan untuk mengelompokkan data kualitatif dalam jumlah besar, seperti gagasan, pendapat, dan permasalahan, ke dalam keterkaitan yang bersifat alami (Charantimath, 2011). Peran *affinity diagram* adalah mempermudah analisis hubungan sebab-akibat, membedakan permasalahan yang berfungsi sebagai pemicu munculnya masalah dengan permasalahan yang merupakan dampak dari masalah tersebut. Melalui pendekatan kreatifnya, *affinity diagram* menyajikan suatu kerangka terstruktur yang mendukung proses diskusi, perbaikan, serta pengembangan dan pengarahannya ide-ide yang diajukan untuk pemecahan masalah. Berikut di bawah ini adalah contoh *affinity diagram*.



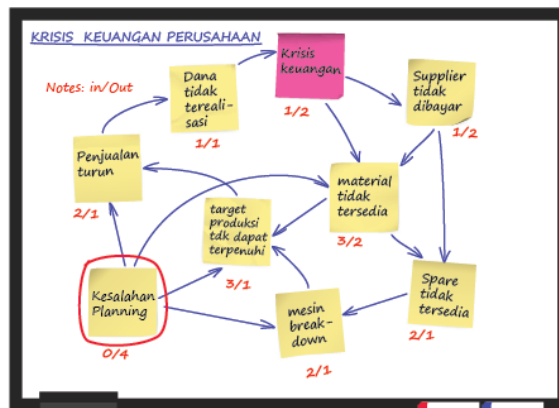
Gambar 2. 2 Contoh *Affinity Diagram*

Sumber : Budi Kho, 2017 (<https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-diagram-afinitas-affinity-diagram-dan-cara-membuatnya/>)

2.4.2 *Interrelationship Diagram*

Interrelationship diagram dipakai ketika akan mengkaji korelasi antara sebab dan akibat dari berbagai persoalan yang ada. Tidak terbatas menjadi instrument identifikasi masalah, identifikasi hubungan logis dalam situasi masalah yang

kompleks juga dapat dilakukan menggunakan *interrelationship diagram* (Tague, 2005). Berikut di bawah ini adalah contoh *interrelationship diagram* :

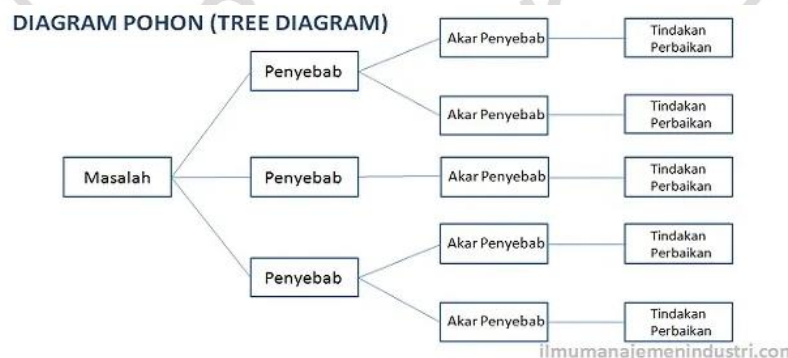


Gambar 2. 3 Contoh *Interrelationship diagram*

Sumber : Blog Eris, 2012 (<https://eriskusnadi.com/2012/01/15/membuat-diagram-keterkaitan-masalah-atau-interrelationship-diagram/>)

2.4.3 Tree Diagram

Tree Diagram, yang juga disebut sebagai diagram sistematis atau pohon analisis, merupakan suatu metode untuk menggambarkan berbagai alternatif jalur serta aktivitas yang harus disusun guna mencapai tujuan utama beserta sasaran turunannya (Charantimath, 2011). *Tree Diagram* dimanfaatkan untuk menangani dan menyelesaikan permasalahan yang kebutuhannya belum terdefinisi secara jelas dan memerlukan penjabaran lebih mendalam ke dalam konsep-konsep yang lebih rinci pada tingkat subkomponen yang lebih rendah, dimulai dari satu elemen utama yang kemudian bercabang menjadi dua atau lebih bagian secara bertahap. Berikut adalah contoh diagram pohon :

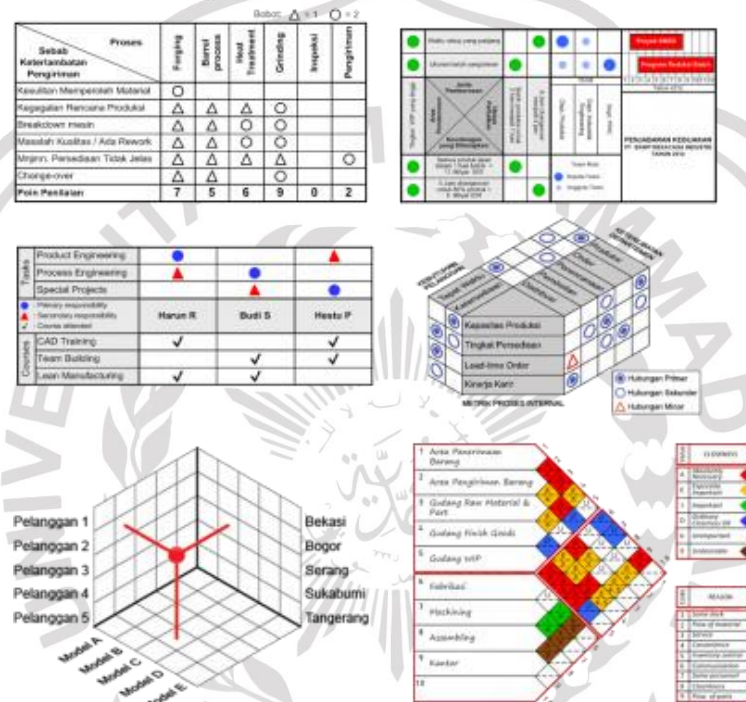


Gambar 2. 4 Contoh *Tree Diagram*

Sumber : Budi Kho, 2016 (<https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-diagram-pohon-tree-diagram-cara-membuat-diagram-pohon/>)

2.4.4 Matrix Diagram

Diagram matriks berfungsi untuk menggambarkan keterkaitan antara dua, tiga, maupun empat kelompok data. Diagram ini disusun dalam bentuk baris dan kolom yang digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik serta tingkat kekuatan suatu permasalahan. Melalui diagram matriks, proses penentuan gagasan pokok dapat dilakukan dengan lebih mudah, sekaligus menganalisis ada atau tidaknya hubungan pada setiap titik perpotongan, sehingga membantu dalam merumuskan pendekatan pemecahan masalah yang paling efektif (Dinmardi, 2011). Berikut adalah contoh diagram matriks :



Gambar 2. 5 Contoh Matriks Diagram

Sumber : Blog Eris, 2012 (<https://eriskusnadi.com/2012/12/22/about-7-new-quality-tools/contoh-matrix-diagram/>)

2.4.5 Matrix Data Analysis

Analisis diagram matriks adalah diagram analisis data *numeric* berbentuk matriks yang menghasilkan komponen utama pengganti variabel yang berpengaruh pada suatu masalah. Matrix Data Analysis merupakan metode analisis multivariat yang sering disebut sebagai analisis komponen utama. Teknik ini berfungsi untuk mengevaluasi serta mengorganisasi data yang ditampilkan dalam bentuk diagram matriks guna mengidentifikasi indikator-indikator umum yang

mampu membedakan dan memperjelas kumpulan informasi yang saling berhubungan secara kompleks (Charantimath, 2011).

Penerapan Matrix Data Analysis ditujukan untuk memperbaiki faktor-faktor penyebab dengan menentukan alternatif tindakan perbaikan beserta kriteria penilaiannya berdasarkan data hasil wawancara, sehingga diperlukan keterlibatan beberapa responden dalam memberikan penilaian terhadap alternatif perbaikan yang diprioritaskan dalam kegiatan improvement terkait kecacatan produk, sesuai dengan sudut pandang responden atau operator yang dianggap memahami permasalahan yang terjadi. Gambar berikut adalah contoh analisis diagram matriks :

Alternatif Perbaikan	Skor
Melakukan perawatan mesin secara teratur	: $2(3)+1(1)+4(1)+3(4)+5(5) = 48$
Melakukan inspeksi terhadap material yang lebih baik	: $2(1)+1(2)+4(3)+3(1)+5(3) = 34$
Metode yang digunakan harus benar terjadi dalam setiap departemen pada perusahaan	: $2(4)+1(4)+4(2)+3(2)+5(2) = 36$
Karyawan wajib dituntut untuk menggunakan SOP (<i>Standart Operational Procedure</i>)	: $2(2)+1(3)+4(5)+3(3)+5(1) = 41$
Lingkungan pada area produksi bagian penggilingan harus memenuhi kenyamanan pada pekerja	: $2(5)+1(5)+4(4)+3(5)+5(4) = 66$

Gambar 2. 6 Contoh *Matrix Data Analysis*

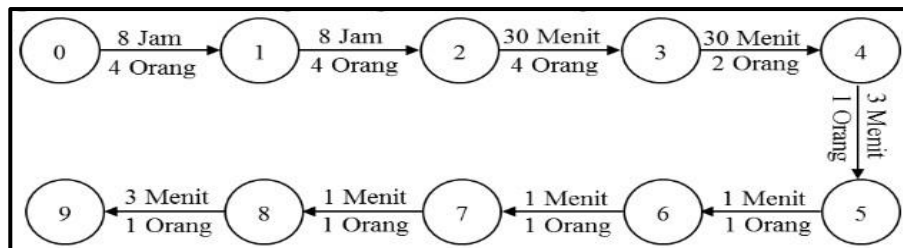
Sumber: Fauzia dan Hariastuti, 2019

2.4.6 *Activity Network Diagram* atau *Arrow Diagram*

Arrow Diagram digunakan untuk menggambarkan susunan aktivitas yang harus dilaksanakan dalam suatu proyek atau proses, termasuk penentuan jadwal paling optimal bagi keseluruhan proyek serta identifikasi kemungkinan kendala pada aspek penjadwalan dan sumber daya beserta alternatif penyelesaiannya (Charantimath, 2011). Diagram ini menyajikan rangkaian pekerjaan yang diperlukan dalam suatu proyek atau proses, menetapkan waktu pelaksanaan terbaik untuk seluruh kegiatan, serta mengidentifikasi potensi permasalahan penjadwalan dan pemanfaatan sumber daya berikut solusi yang dapat diterapkan (Dianmardi, 2011).

Arrow Diagram merepresentasikan metode PERT dan CPM dalam bentuk jaringan grafis yang memperlihatkan tahapan-tahapan yang harus ditempuh dalam menjalankan suatu program aktivitas. Fungsi utama *Arrow Diagram* adalah menentukan jalur kritis proyek, yaitu rangkaian aktivitas penting yang apabila

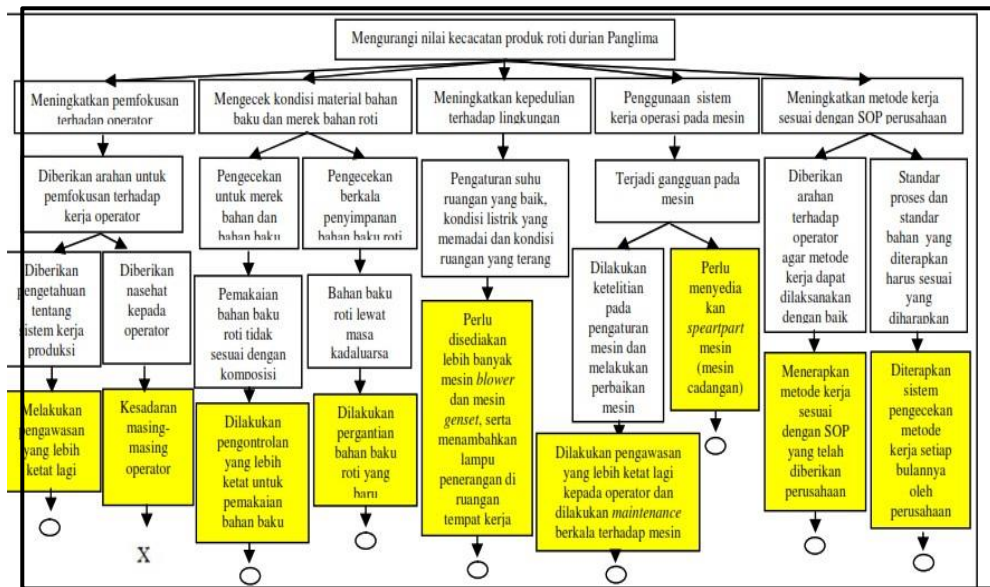
mengalami keterlambatan akan berdampak langsung pada durasi total proyek, serta menunjukkan titik-titik di mana penambahan sumber daya dapat mempercepat penyelesaian proyek. Selain itu, *Arrow Diagram* bermanfaat sebagai alat perencanaan jadwal aktivitas secara visual dan sebagai sarana pengendalian pelaksanaan dengan mengamati total waktu yang dibutuhkan dalam keseluruhan proses produksi. Gambar berikut adalah contoh diagram panah :



Gambar 2. 7 Contoh *Arrow Diagram* Beras Jenis IR 64
Sumber : Fauzia dan Hariastuti, 2019

2.4.7 *Process Decision Program Chart (PDPC)*

Proses Decision Program Chart Method merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah-masalah yang berpotensi muncul dan mengidentifikasi tindakan pencegahan dalam suatu rencana (Sepsarianto,2013). *Process Decision Program Chart (PDPC)* merupakan suatu teknik yang efektif dan andal untuk menangani permasalahan maupun mencapai sasaran yang belum terdefinisi secara jelas (Charantimath, 2011). Penerapan diagram PDPC dilakukan dengan menelusuri setiap cabang permasalahan guna menyusun rencana tindakan serta mengidentifikasi berbagai kemungkinan kondisi yang dapat muncul sebagai langkah antisipasi terhadap risiko yang tidak terduga. Pada tahap akhir, hasil analisis ditandai dengan simbol O apabila tindakan penanggulangan memungkinkan untuk dilaksanakan, sedangkan simbol X digunakan apabila upaya penanganan dinilai sulit untuk direalisasikan. Gambar berikut adalah contoh PDPC :



Gambar 2. 8 Contoh PDPC Roti Durian Panglima
Sumber: Suci, dkk., 2017

2.5 Peneliti Terdahulu

Tabel 2. 2 Tabel Peneliti Terdahulu

Peneliti Terdahulu 1

Judul Artikel	Implementasi <i>Lean Six Sigma</i> dan <i>New Seven Tools</i> untuk <i>Waste Reduction</i> dan <i>Quality Improvement</i> (Studi Kasus PT XYZ)
Nama Penulis	Abul Mahadi M. A. dan Indung Sudarso
Tahun Penertiban	2022
Metode	<i>Lean Six Sigma</i> dan <i>New Seven Tools</i>
Hasil Penelitian	Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengurangi <i>waste</i> dalam proses produksi industri farmasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis <i>waste</i> terbesar berasal dari <i>defective part</i> sebesar 18,4%, <i>transportation</i> sebesar 16,3%, dan <i>waiting</i> sebesar 15,3%. Upaya perbaikan dilakukan dengan meningkatkan kinerja operator, memperketat seleksi material, melakukan perawatan mesin secara berkala (<i>preventive maintenance</i>), menambah alat

material handling, serta menyederhanakan prosedur kerja (PROTAP).

Peneliti Terdahulu 2

Judul Artikel	Implementasi Six Sigma Menggunakan <i>New Seven Tools</i> pada Perbaikan Kualitas Amplang di UD Kelompok Melati
Nama Penulis	Raden Rizki Amalia, Nina Hairiyah, Nuryati
Tahun Penertiban	2023
Metode	Six Sigma (DMAIC) dan <i>New Seven Tools</i>
Hasil Penelitian	Penelitian ini bertujuan memperbaiki kualitas produk amplang dengan mengidentifikasi jenis dan penyebab cacat. Jenis cacat utama adalah amplang tidak mengembang dan berlubang, dengan nilai sigma awal 1,9831 dan DPMO 314.500. Setelah penerapan perbaikan melalui tahapan DMAIC dan alat bantu <i>New Seven Tools</i> (<i>Affinity Diagram, Interrelationship Diagram, Tree Diagram, Activity Network Diagram, PDPC</i>), nilai sigma meningkat menjadi 2,3413 dan DPMO turun menjadi 200.000, menunjukkan penurunan cacat sebesar 11,45%.

Peneliti Terdahulu 3

Judul Artikel	Analisis Pengendalian Kualitas Produk Cacat Jerigen dengan Metode Six Sigma dan <i>New Seven Tools</i>
Nama Penulis	Nurul Mitha, Dinda Zahra Humaira, Widya Fernanda Putr
Tahun Penertiban	2025
Metode	Six Sigma (DMAIC) dan <i>New Seven Tools</i>
Hasil Penelitian	Penelitian ini menganalisis faktor penyebab cacat pada produk jerigen di PT. ABC. Hasil penelitian menunjukkan empat penyebab utama, yaitu manusia, mesin, material, dan metode. Nilai rata-rata sigma sebesar 4,67 dengan DPMO 777,41, menandakan proses masih perlu perbaikan. Usulan perbaikan meliputi pelatihan operator, kalibrasi mesin, pengendalian bahan baku, dan penyempurnaan SOP untuk mencapai <i>zero defect</i> .

Peneliti Terdahulu 4

Judul Artikel	Analisis Pengendalian Kualitas Produksi dengan Metode Six Sigma pada PT Supra Matra Abadi Aek Nabara
Nama Penulis	Ari Zaqi Al-Faritsy, Margaretta Felianti Sitorus
Tahun Penertiban	2022
Metode	Six Sigma
Hasil Penelitian	<p>Penelitian menemukan bahwa kualitas CPO perusahaan dipengaruhi oleh variabel utama yaitu kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar air, dan kadar kotoran yang sering melebihi batas standar perusahaan. Melalui peta kendali \bar{X}-R diperoleh beberapa titik <i>out of control</i> yang menunjukkan proses tidak stabil. Nilai kapabilitas proses (Cp) rendah, dengan sigma level:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ALB = 0,10 sigma 2) Kadar Air = 2,10 sigma 3) Kotoran = 3,70 sigma <p>Faktor penyebab utama cacat berasal dari manusia, material, mesin, dan lingkungan. Usulan perbaikan dilakukan melalui pengawasan operator, perbaikan mutu bahan baku, perawatan mesin berkala, serta peningkatan kebersihan dan pencahayaan area produksi menggunakan pendekatan 5W+1H.</p>

Peneliti Terdahulu 5

Judul Artikel	Analisis Pengendalian Kualitas pada Produksi CPO Menggunakan Metode Six Sigma DMAIC
Nama Penulis	Fahri Pratama Nasution, Nazaruddin, Muhammad Nur, Muhammad Isnaini Hadiyul Umam, Suherman
Tahun Penertiban	2025
Metode	Sux Sigma
Hasil Penelitian	Penelitian ini mengevaluasi pengendalian kualitas produk <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) dengan fokus pada tiga parameter utama: kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar air, dan

kadar kotoran. Hasil analisis menunjukkan bahwa proses produksi masih belum stabil karena ditemukannya titik-titik *out of control* pada peta kendali. Nilai kapabilitas proses juga rendah dengan level sigma masing-masing: kadar ALB = 2,806, kadar air = 2,838, dan kadar kotoran = 3,867, menandakan bahwa kualitas CPO masih belum memenuhi standar optimal. Faktor penyebab dominan berasal dari manusia, bahan baku, metode kerja, lingkungan, dan mesin. Peneliti mengusulkan perbaikan melalui peningkatan kontrol bahan baku, penataan ulang prosedur kerja, pemeliharaan mesin secara berkala, serta penguatan kompetensi operator untuk menekan variasi proses dan menurunkan cacat.

