

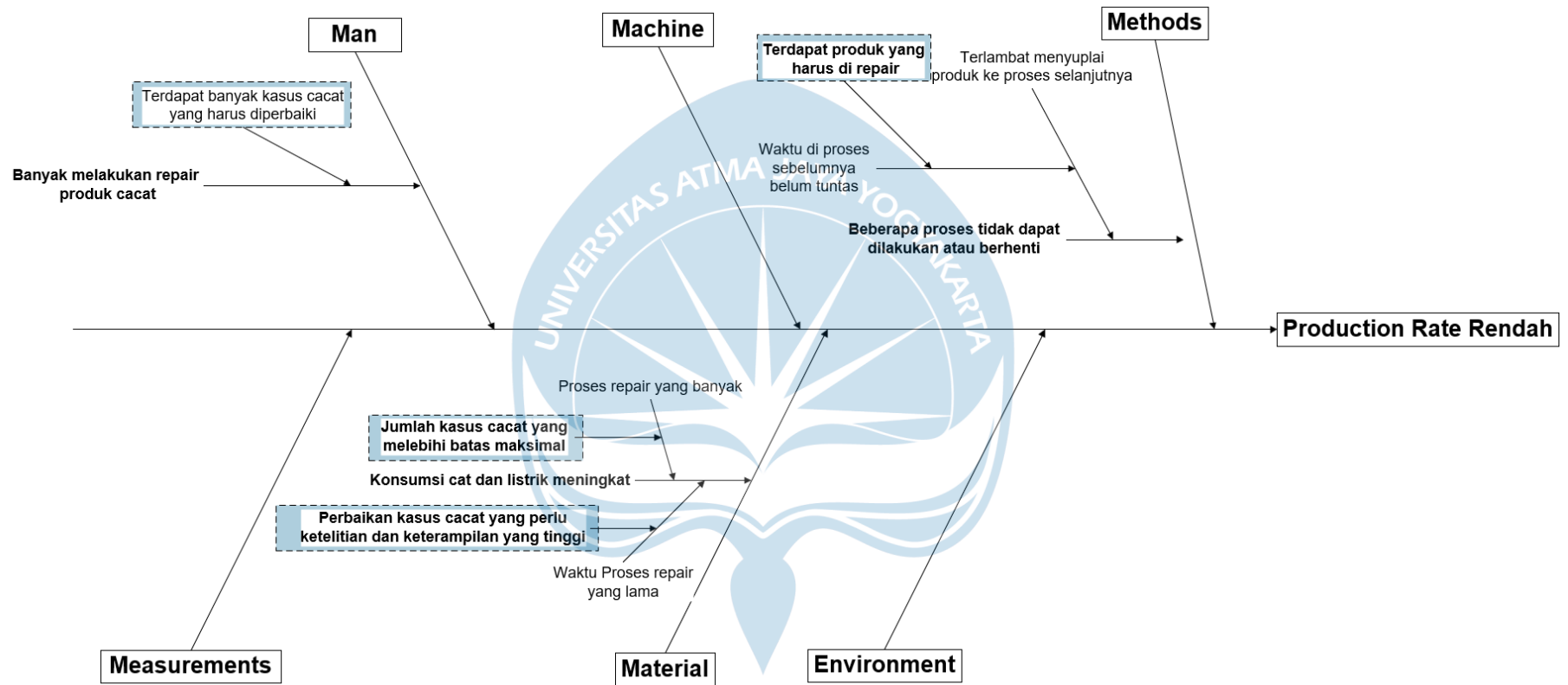
## BAB 3

### PENGEMBANGAN DAN PEMILIHAN ALTERNATIF SOLUSI

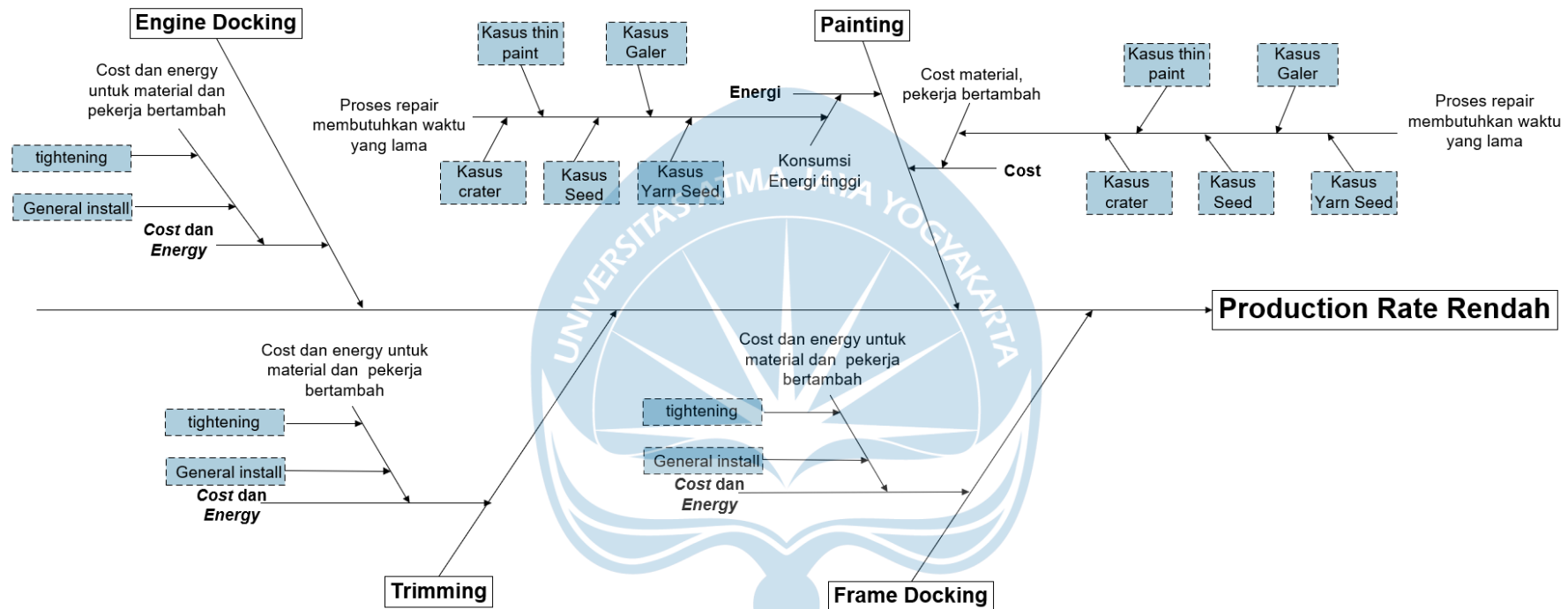
#### 3.1. Penelusuran Akar Masalah

Permasalahan yang perlu diselesaikan saat ini adalah pada peningkatan *production rate* pada *painting* dan *final assembly*. Adapun divisi *final assembly* memiliki tiga departemen yang meliputi divisi *trimming*, *engine docking*, dan *frame docking*. Setelah dilakukan penelusuran masalah pada ketiga divisi tersebut dapat dikatakan penyebab *production rate* menurun pada ketiga divisi tersebut terletak pada divisi *painting* yang merupakan divisi sebelum proses *trimming*, *engine docking*, dan *frame docking*. Penyebab *production rate* rendah yang disebabkan oleh *painting* diketahui karena terjadinya kasus cacat produk yang harus direpair dan terdapat beberapa kasus cacat yang memerlukan waktu *repair* yang lama sehingga berdampak pada departemen *trimming* yang mengalami kekurangan kabin dan hal tersebut berdampak pada departemen *final assembly* selanjutnya. Sedangkan untuk departemen *welding*, apabila departemen *painting* mengalami *delay* maka akan terjadi *bottleneck* pada *painting*. Penelusuran akar masalah dapat diperhatikan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

Pada Gambar 3.1, dilakukan penelusuran akar masalah dengan menggunakan *fishbone diagram*, penelusuran masalah ditinjau dari beberapa unsur diantaranya *man*, *machine*, *material*, *method*, *measurements*, dan *environment*. *Production rate* memiliki pengaruh di beberapa unsur diantaranya *man*, *method*, dan *material*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan, *production rate* dapat mengalami penurunan dikarenakan masalah kelistrikan, mesin *breakdown*, dan kasus cacat. Namun, kondisi pada saat itu tidak terjadi masalah kelistrikan dan mesin *breakdown*. Pada saat diketahui *production rate* mengalami penurunan, saat itu perusahaan menghadapi banyaknya produk cacat yang harus diperbaiki. Untuk mendalami kembali kasus penurunan *production rate*, dilakukan kembali penelusuran masalah dengan menggunakan *fishbone diagram* secara lebih dalam untuk mengetahui penyebab spesifik dari penurunan *production rate*. Penelusuran lanjutan dengan menggunakan *fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.1. Penelusuran Akar Masalah Dengan 5M 1E**

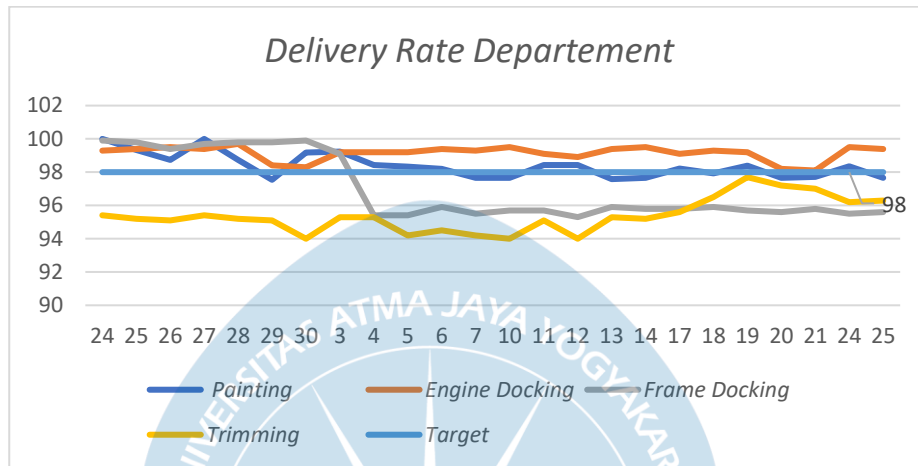


Gambar 3.2. Penelusuran Akar Masalah **Production Rate** Rendah

Pada proses *painting* yang telah dijelaskan pada **Gambar 3.2**, ditemukan berbagai permasalahan yang terjadi. Permasalahan tersebut di antaranya adalah kasus *Yarn seed* merupakan jenis cacat bintik benang, kasus tersebut dapat terjadi karena terdapat serabut lap atau sarung tangan yang tertinggal di permukaan kabin. Kemudian kasus *Crater*, merupakan kasus cacat berupa kawah yang tampak di permukaan kabin, hal tersebut dikarenakan minyak atau air yang tidak menyatu dengan cat sehingga saat minyak atau air tersebut hilang akan meninggalkan bekas berupa kawah. Kasus selanjutnya adalah *Galer*, merupakan jenis cacat berupa bekas aliran air yang tertinggal pada permukaan cat yang tidak mampu dihilangkan walaupun dilapisi oleh *top coat*. Kasus cacat lainnya seperti *Seed* merupakan cacat berupa bintik yang timbul di area permukaan kabin yang bisa disebabkan karena terdapat kotoran atau alat yang digunakan bermasalah. Kasus-kasus kecacatan seperti yang diuraikan diatas dapat disebabkan oleh faktor lain seperti masalah *maintenance* seperti kendala listrik dan bisa disebabkan karena terdapat kejadian abnormal pada proses di *painting*. Dari kasus kecacatan yang dialami, memerlukan perbaikan pada kabin yang cacat. Pada beberapa kasus kecacatan yang dialami, terdapat kecacatan yang masih belum dipastikan penyebab cacatnya dan membutuhkan waktu yang lama untuk dilakukan proses perbaikan sehingga dari pemaparan akibat kejadian cacat tersebut berdampak pada **production rate** pada *painting* yang mengalami penurunan. Adapun 60% listrik yang terdapat di PT HMMI digunakan untuk proses produksi pada *painting*, karena sebagian besar alat dan mesin pada *painting* menggunakan listrik. Selain berdampak pada penurunan **production rate**, kasus kecacatan juga berpengaruh pada biaya dan energi yang dikeluarkan untuk melakukan *repair*.

Untuk kasus pada *final assembly* yang mencakup *trimming*, *engine docking*, dan *frame docking* memiliki permasalahan serupa yang sering terjadi, di antaranya adalah *tightening* dan *general install*. *Tightening* merupakan kasus pengetatan biasanya berhubungan dengan besar torsi yang diterapkan, contoh *tightening* adalah pada pemasangan baut, dalam mengencangkan baut terdapat torsi yang sesuai agar tidak terlonggar. Sedangkan *general install* merupakan kasus kesalahan pemasangan. Di area *final assembly*, seluruh part seperti *frame*, *engine*, dan part lainnya sudah terdapat nomor seri produk masing-masing yang saling berhubungan. *Generall install* dapat terjadi apabila *assembly* dilakukan pada komponen yang berbeda atau tidak sesuai dengan pasangannya sehingga diperlukan bongkar kembali dan memasangkan kepada komponen yang sesuai.

Data lainnya seperti data kecacatan dan data *delivery rate*, diperlukan juga sebagai dasar penentu dan pembuktian besarnya pengaruh kecacatan terhadap **production rate** yang menurun. Data *delivery rate* merupakan data yang menunjukkan kemampuan produksi di setiap departemen. Berikut merupakan data grafik *delivery rate* pada masing-masing departemen dan data masing-masing cacat yang tersaji pada **Gambar 3.3 dan Tabel 3.1**.



**Gambar 3.3. Delivery Rate Departement**

Tabel 3.1. Tabel Cacat di *Painting*

Cacat <i>Painting</i>										
Bulan	Tanggal	Crater (unit)	Seed (unit)	Thin paint (unit)	Galer (unit)	Yarn seed (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Produk Lolos (Unit)	Jumlah (unit)	Production rate
September	24	8	0	0	0	0	8	56	64	94%
	25	9	1	0	0	0	10	64	74	92%
	26	8	0	0	0	0	8	71	79	93%
	27	8	0	0	0	0	8	70	78	93%
	28	8	0	1	1	0	10	69	79	93%
	29	8	1	0	0	1	10	51	61	92%
	30	9	0	0	0	0	9	52	61	93%
Oktober	3	8	0	0	0	0	8	57	65	92%
	4	8	1	0	0	1	10	54	64	92%
	5	8	0	2	0	0	10	50	60	90%
	6	10	0	0	0	1	11	51	62	91%
	7	9	1	1	1	0	12	52	64	90%
	10	9	1	0	0	0	10	54	64	92%
	11	8	0	0	0	1	9	55	64	92%
	12	8	0	0	1	0	9	55	64	92%
	13	8	1	0	0	0	9	53	62	91%
	14	8	1	0	0	0	9	55	64	93%
	17	8	0	0	0	0	8	56	64	92%
	18	8	0	0	0	0	8	56	64	93%
	19	10	1	0	0	0	11	51	62	89%
	20	9	0	0	0	0	9	55	64	92%
	21	8	0	1	0	0	9	69	78	92%
24	8	1	0	0	0	9	69	78	93%	
25	8	1	0	0	0	9	55	64	92%	
Total									1107	92%

Tabel 3.2. Rekapitulasi Data *Defect*

Jenis Cacat	Kuantitas (unit)	Jumlah Produksi (unit)
Crater	19	1107
Seed	8	1107
Thin paint	4	1107
Galer	2	1107
Yarn seed	3	1107

Berdasarkan grafik *production rate* yang tersaji pada Gambar 3.3, terdapat tiga departemen yang memiliki *production rate* yang jauh dibawah standar *production rate* yang ditetapkan perusahaan sebesar 98%. Ketiga departemen yang mengalami penurunan *production rate* diantaranya adalah departemen *trimming*, *frame docking* dan *painting*. Departemen *trimming* dan *frame docking* mengalami penurunan *production rate* karena komponen yang dibutuhkan tidak bisa terpenuhi karena dampak perang negara Rusia dengan Ukraina. Sedangkan pada departemen *painting* mengalami penurunan dikarenakan adanya beberapa masalah internal yaitu banyaknya produk yang harus di repair dikarenakan terjadi kasus cacat pada produk.

Dapat disimpulkan bahwa departemen *painting* merupakan departemen yang memiliki *production rate* yang rendah dibandingkan departemen yang terdapat pada divisi *final assembly*, hal ini terjadi karena kasus cacat yang terjadi di *painting* sangat berpengaruh terhadap energi dan *cost* perusahaan, mengingat bahwa 60% listrik perusahaan dipakai untuk divisi *painting* yang juga berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan dalam melakukan produksi. Hasil penelusuran masalah yang tersusun pada *fishbone diagram* akan dievaluasi untuk menentukan akar masalah yang paling disarankan untuk diselesaikan dengan mempertimbangkan kriteria yang ditetapkan. Evaluasi dilakukan dengan metode TOPSIS. Metode TOPSIS ini merupakan metode penentuan keputusan secara multi-kriteria dengan aturan bahwa alternatif yang terpilih mendekati nilai ideal positif yang di antaranya adalah biaya pengeluaran yang rendah dan manfaat yang maksimal, dalam arti alternatif akar masalah yang diselesaikan mampu memberikan dampak positif yang paling besar dan berpengaruh kepada aktivitas produksi yang dijalankan. Urutan penentuan keputusan dengan menggunakan metode TOPSIS dapat disimak pada Tabel 3.3 sampai dengan Tabel 3.19.

**Tabel 3.3. Penentuan Alternatif Masalah**

Alternatif Masalah	
Simbol	Keterangan
A1	Kasus <i>Yarn seed</i>
A2	Kasus <i>Crater</i>
A3	Kasus <i>Seed</i>
A4	Kasus <i>Galer</i>
A5	Kasus <i>Thin paint</i>
A6	Kalibrasi bermasalah
A7	Keterlambatan pengiriman <i>engine</i>

**Tabel 3.4. Penentuan Kriteria**

Kriteria		
Simbol	Keterangan	Atribut
C1	Persentase produk cacat	Cost
C2	Tingkat kesulitan <i>repair</i>	Cost
C3	Tindakan penyelesaian	Cost
C4	Kemampuan peneliti	Benefit

Berdasarkan pada Tabel 3.4, ditentukan atribut pada masing-masing kriteria. Diberikan atribut berupa **cost** pada kriteria persentase produk cacat sebagai karakteristik dari tiap kriteria yang ditentukan, karena apabila bernilai tinggi akan semakin kecil nilai pembobotannya dan sebaliknya pada atribut *benefit* yang akan semakin besar nilai pembobotannya. Perhitungan nilai pembobotan berdasarkan atribut akan diolah di tahap penentuan solusi ideal positif dan negatif. Setelah menentukan alternatif masalah dan kriteria penilaiannya, dilanjutkan dengan mengolah data yang akan diolah berdasarkan kriteria penilaian.

Dilakukan perhitungan untuk menentukan akar masalah yang dibatasi oleh kriteria yang ditetapkan. Terdapat beberapa tahap yang perlu dilewati dalam pemilihan akar masalah menggunakan TOPSIS, di antaranya adalah sebagai berikut ini.

**a. Menetapkan kriteria penilaian alternatif masalah**

Pada masing-masing alternatif masalah perlu ditetapkan terlebih dahulu kriteria penilaiannya. Tujuan penetapan kriteria penilaian ini digunakan untuk memperjelas batasan dan memberikan arti bagi tiap nilai yang nantinya akan diuji pada tahapan TOPSIS selanjutnya. Berikut merupakan kriteria yang dibuat pada masing-masing kriteria masalah.

**i. Kriteria penilaian C1**

Pada kriteria C1, dilakukan penetapan kriteria penilaian berdasarkan pada data masing-masing produk tidak lolos pada *painting* yang tersaji pada Tabel 3.2.

**ii. Kriteria penilaian C2**

Pada pembobotan kriteria C2 yang merupakan tingkat kesulitan *repair*, mencakup lama waktu *repair* yang diukur dari beberapa waktu yang dimana *takt time* dan *cycle time* yang menjadi batasan untuk kriteria penilaian. Tabel kriteria penilaian C2 dapat diperhatikan pada Tabel 3.5.



**Tabel 3.5. Kriteria penilaian C2**

Lama waktu <i>repair</i>				
5	4	3	2	1
waktu <i>repair</i> kurang dari <i>takt time</i>	waktu <i>repair</i> setara dengan <i>takt time</i>	Waktu <i>repair</i> melebihi 1 kali <i>takt time</i>	waktu <i>repair</i> melebihi 1-2 kali <i>takt time</i>	waktu <i>repair</i> mencapai 1 kali <i>cycle time</i>

**iii. Kriteria penilaian C3**

Untuk kriteria penilaian C3, seperti tindakan penyelesaian terhadap masing-masing masalah diuraikan pada Tabel 3.6 dalam artian apakah terdapat analisis khusus untuk cacat yang dialami pada saat itu. Tingkat efisiensi tindakan yang telah dilakukan perusahaan yang bertujuan untuk menilai apakah tindakan yang dialami apakah sudah menyelesaikan masalah atau belum. Dilakukan pengukuran juga pada tingkat jangka panjang tindakan yang bertujuan untuk mengetahui apakah tindakan yang dilakukan terus berlanjut dan dapat meningkatkan kualitas produksi atau belum.

**Tabel 3.6. Kriteria penilaian C3**

Kriteria	Nilai				
	5	4	3	2	1
<b>Tindakan penyelesaian yang dilakukan</b>	tindakan sudah dijalankan dan berjalan tuntas	tindakan sudah dijalankan, namun belum tuntas sepenuhnya	ada rencana namun belum dijalankan	konsep perencanaan	Belum ada tindakan
<b>Efisiensi tindakan</b>	Sangat efisien	efisien	cukup efisien	tidak efisien	Sangat Tidak efisien
<b>Tingkat jangka panjang tindakan</b>	berkelanjutan tanpa cacat	Berkelanjutan namun kasus muncul dengan persentase rendah	berkelanjutan namun kasus tetap muncul dengan persentase besar	Sementara namun kasus dapat di minimalisasi	Hanya pada saat itu

**iv. Kriteria penilaian C4**

Pada kriteria penilaian C4, mencakup beberapa poin kriteria yang mencakup pemahaman peneliti dalam melakukan penyelesaian pada tiap alternatif masalah dan teori pendukung pada masing-masing masalah. Pengukuran kriteria penilaian pada C4 dapat dilihat pada Tabel 3.7.

**Tabel 3.7. Kriteria penilaian C3**

Kriteria	Nilai				
	5	4	3	2	1
<b>Pemahaman penyelesaian masalah</b>	sangat memahami	memahami	cukup memahami	kurang memahami	belum memahami
<b>teori pendukung terkait masalah</b>	sangat memahami	memahami	cukup memahami	kurang memahami	belum memahami

b. Pembuatan **skala** dan bobot tiap alternatif masalah

Penetapan skala ini bertujuan untuk mengelompokkan nilai alternatif di tiap alternatif masalah, sehingga setiap nilai masing-masing alternatif masalah terhadap kriteria memiliki skalanya masing-masing. Berikut ini merupakan skala dari masing-masing kriteria yang tertampil pada Tabel 3.8 sampai Tabel 3.11.

**Tabel 3.8. Skala C1**

<b>Skala C1</b>		
Persentase		Nilai
BB	BA	
0%	3%	5
3%	6%	4
6%	9%	3
9%	12%	2
12%	15%	1

Pada **skala** persentase produk cacat (C1), memuat persentase terhadap besarnya tingkat kejadian abnormal pada masing-masing alternatif masalah. Dikarenakan kriteria C1 beratribut **cost**, maka semakin besarnya persentase produk cacat akan semakin kecil nilai yang dimiliki. Sistem kriteria penilaian pada kriteria tingkat kesulitan *repair* (C2) dan tindakan penyelesaian (C3) juga dibuat serupa dengan kriteria C1 karena memiliki atribut yang juga berjenis **cost**.

**Tabel 3.9. Skala C2**

<b>Skala C2</b>	
Skala	Nilai
1	1
2	2
3	3

Tabel 3.9. Lanjutan

Skala C2	
Skala	Nilai
4	4
5	5

Tabel 3.10. Skala C3

Skala C3	
Skala	Nilai
1	5
2	4
3	3
4	2
5	1

Tabel 3.11. Skala C4

Skala C4	
Skala	Nilai
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

Pada skala kriteria kemampuan peneliti (C4), merupakan kriteria yang berjenis *benefit* sehingga semakin besarnya pemahaman peneliti maka akan nilainya akan semakin besar juga. Selanjutnya, dilakukan pembuatan bobot pada tiap kriteria untuk menjelaskan tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria. Penentuan bobot ini ditetapkan bersama dengan *stakeholder* terkait. Pada bobot persentase produk cacat (C1), tingkat kesulitan *repair* (C2), tindakan penyelesaian (C3) dan kemampuan peneliti (C4) secara berturut-turut bernilai 0,2; 0,3; 0,3; dan 0,2. Pada kriteria C1 dan C4 bernilai 0,2 karena pada C1 memiliki persentase cacat yang termasuk rendah namun pada grafik *delivery rate* pada Gambar 3.2 jika dianalisis terlihat menurun walaupun masih diatas batas minimal *production rate*, karena hasil persentase cacat tidak bisa memperlihatkan penurunan *production rate* maka diberi nilai 0,2 yang dimana bobotnya lebih rendah dibandingkan kriteria C2 dan C3. Sedangkan pada C4 juga diberi nilai 0,2 karena tujuan dari penelitian ini lebih memaksimalkan pada penyelesaian masalah, maka dari hal tersebut diberikan bobot sebesar 0,3 pada kriteria C2 dan C3.

**c. Kriteria penilaian setiap alternatif masalah**

Setelah ditentukan nilai keputusan masing-masing alternatif masalah pada tiap kriteria maka dibuatlah matriks keputusan yang tertampil pada Tabel 3.12. Pada kriteria penilaian tiap kriteria, dilakukan perhitungan setiap data dari alternatif masalah dengan skala yang telah ditentukan sebelumnya yang disajikan pada Tabel 3.13.

**Tabel 3.12. Matriks Keputusan**

Matriks Keputusan				
Alternatif Masalah	C1	C2	C3	C4
A1	0%	4	3	3
A2	12%	2	3	4
A3	1%	4	2	3
A4	1%	2	4	2
A5	1%	4	4	2
A6	1%	5	5	1
A7	1%	5	5	1

**Tabel 3.13. Nilai Setiap Kriteria Berdasarkan Skala**

Alternatif Masalah	C1	C2	C3	C4
A1	5	4	3	3
A2	1	2	3	4
A3	5	4	4	3
A4	5	2	2	2
A5	5	4	2	2
A6	5	5	1	1
A7	5	5	1	1

**d. Matriks keputusan ternormalisasi**

Menurut Nasution dkk (2019) tujuan dari menormalisasikan nilai setiap alternatif masalah yang terdapat pada matriks keputusan adalah menyamakan bobot pada setiap data supaya tidak terdapat variasi pada setiap data yang akan diolah. Berikut merupakan hasil keputusan yang telah di normalisasikan, dapat dilihat pada Tabel 3.14 sampai dengan 3.16.

**I. Hasil pangkat setiap kriteria**

Dalam menormalisasikan data, dilakukan terlebih dahulu menghitung pangkat dari masing-masing nilai keputusan yang seperti ditampilkan pada Tabel 3.14 untuk membuat pembagiannya.

**Tabel 3.14. Memangkatkan Setiap Kriteria**

Alternatif masalah	$C1^2$	$C2^2$	$C3^2$	$C4^2$
A1	25	16	9	9
A2	1	4	9	16
A3	25	16	16	9
A4	25	4	4	4
A5	25	16	4	4
A6	25	25	1	1
A7	25	25	1	1
<b>Total</b>	<b>166</b>	<b>81</b>	<b>43</b>	<b>43</b>

II. Hasil akar setiap kriteria

Setelahnya, total nilai masing-masing kriteria diakarkan untuk menjadi pembagi. Hasil tiap nilai akan dibagi dengan pembagi. Hasil nilai yang telah dihitung dengan pembagi tertampil pada Tabel 3.15.

**Tabel 3.15. Pembagi Setiap Kriteria**

Pembagi	12,29	9,00	6,56	6,56
Alternative	C1	C2	C3	C4
<b>A1</b>	0,41	0,44	0,46	0,46
<b>A2</b>	0,08	0,22	0,46	0,61
<b>A3</b>	0,41	0,44	0,61	0,46
<b>A4</b>	0,41	0,22	0,30	0,30
<b>A5</b>	0,41	0,44	0,30	0,30
<b>A6</b>	0,41	0,56	0,15	0,15
<b>A7</b>	0,41	0,56	0,15	0,15

III. Hasil perkalian antara setiap jumlah nilai dengan bobot yang telah ditetapkan

pada tahap ini merupakan perhitungan matriks untuk mendapatkan nilai keputusan yang telah ternormalisasi. Tahapan ini terdapat perhitungan perkalian hasil nilai yang telah dihitung dengan pembagi kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing kriteria. Hasil keputusan ternormalisasi dapat dilihat pada Tabel 3.16.

**Tabel 3.16. Matriks Keputusan Ternormalisasi**

Alternative	C1	C2	C3	C4
<b>A1</b>	0,08	0,13	0,14	0,09
<b>A2</b>	0,02	0,07	0,14	0,12
<b>A3</b>	0,08	0,13	0,18	0,09

**Tabel 3.16. Lanjutan**

<b>Alternative</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
<b>A4</b>	0,08	0,07	0,09	0,06
<b>A5</b>	0,08	0,13	0,09	0,06
<b>A6</b>	0,08	0,17	0,05	0,03
<b>A7</b>	0,08	0,17	0,05	0,03

e. Penentuan Solusi Ideal Positif dan Negatif

Setelah sudah menentukan nilai yang sudah ternormalisasi, maka dilanjutkan dengan menentukan nilai ideal positif dan negatifnya. Solusi ideal positif yang ditentukan adalah *benefit* yang maksimal dan biaya pengeluaran yang minim, sedangkan nilai ideal negatifnya adalah biaya pengeluaran yang maksimum dan *benefit* yang minim. Penentuan nilai ideal positif ini dapat ditentukan dengan memilih nilai minimum pada **cost** dan maksimum pada *benefit* dan sebaliknya pada penentuan nilai ideal negatif yang dimana nilai yang ditentukan untuk *benefit* adalah nilai minimum, sedangkan pada **cost** merupakan nilai yang maksimum atau yang terbesar. Hasil penentuan nilai ideal positif dan negatif dapat dilihat pada Tabel 3.17.

**Tabel 3.17. Hasil Perhitungan Solusi Ideal Positif dan Negatif**

	<b>Cost</b>	<b>Cost</b>	<b>Cost</b>	<b>Benefit</b>
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
<b>Positif</b>	0,02	0,07	0,05	0,12
<b>Negatif</b>	0,02	0,07	0,05	0,03

f. Penentuan jarak nilai di setiap alternatif

Pada penentuan jarak di setiap alternatif masalah, perlu dilakukan perhitungan dengan rumus yang tertampil pada Persamaan 3.1 untuk menentukan jarak ideal positif sedangkan rumus pada Persamaan 3.2 dapat digunakan untuk menentukan jarak ideal negatif.

$$Di^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (yi^+ - yij)^2} \quad (3.1)$$

$$Di^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (3.2)$$

Dari perhitungan dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.1 dan 3.2, didapatkan hasil jarak pada setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif yang disajikan pada Tabel 3.18.

**Tabel 3.18. Jarak Nilai Setiap Alternatif dengan Solusi Ideal**

Alternatif Masalah	D+	D-
A1	0,018	0,021
A2	0,008	0,017
A3	0,028	0,031
A4	0,010	0,007
A5	0,014	0,012
A6	0,023	0,014
A7	0,023	0,014

g. Penentuan nilai prefensi pada setiap alternatif masalah

Pada penentuan nilai prefensi ini dilakukan untuk mengurutkan masalah pada alternatif masalah mana yang harus diselesaikan. Pada penentuan ini ditentukan dengan rumus pada Persamaan 3.3.

$$V_i = \frac{Di^-}{Di^- + Di^+} \quad (3.3)$$

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.3, didapatkan hasil nilai prefensi yang tersaji pada Tabel 3.19.

**Tabel 3.19. Nilai Prefensi Setiap Alternatif Masalah**

Alternatif Masalah	Kasus	Preferensi	Rank
A1	<b>Kasus Yarn seed</b>	0,536	2
A2	<b>Kasus Crater</b>	0,667	<b>1</b>
A3	<b>Kasus Seed</b>	0,523	3
A4	<b>Kasus Galer</b>	0,419	5
A5	<b>Kasus Thin paint</b>	0,447	4
A6	<b>Kasus Tightening</b>	0,386	6
A7	<b>Kasus General Install</b>	0,386	6

Berdasarkan pada hasil perhitungan yang didapatkan, nilai prefensi terbesar adalah 0.653 yang merupakan hasil nilai prefensi dari Kasus *Crater*. Sehingga masalah yang perlu diselesaikan adalah Kasus *Crater* yang merupakan kasus yang terjadi pada *painting*. Kasus *Crater* juga perlu diselesaikan karena sangat berpengaruh terhadap penurunan **production rate**, hal tersebut dapat dibuktikan dengan data kuantitas cacat yang lebih besar dibandingkan cacat lainnya dan termasuk sebagai cacat yang lainnya.

### 3.2. Pengembangan Alternatif Solusi

Berdasarkan pada gambaran implementasi yang diuraikan pada tinjauan pustaka, ditetapkan alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan masalah secara efektif dan efisien. Penentuan alternatif solusi ini ditentukan dari hasil diskusi oleh **stakeholder**. Alternatif solusi yang ditentukan dan yang akan diuji tingkat kepentingannya, di antaranya adalah sebagai berikut.

#### a. Perubahan *Sequence*

Perubahan *sequence* ini merupakan kegiatan merubah urutan yang terdapat di dalam instruksi produksi. Perubahan instruksi terhadap *sequence* ini bisa dalam bentuk perubahan urutan warna dan rasio urutan, Perubahan *sequence* ini menjadi salah satu dari alternatif solusi dikarenakan hanya kabin tertentu saja yang mengalami *crater*. Untuk mengatur *sequencenya* dapat dilakukan dengan memisahkan kabin yang menjadi penyebab *crater* dari kabin yang terkena dampak *crater*. Kabin yang menjadi penyebab *crater* tersebut akan diproses terlebih dahulu.

#### b. Revisi SOP

Revisi SOP ini meliputi kegiatan dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya cacat. Mulai dari identifikasi proses, mesin dan **tools**, lingkungan dan faktor lainnya yang menjadi pemicu terjadinya cacat. Setelah ditemukan penyebab cacatnya dan dilakukan penyelesaian, maka dilanjutkan dengan proses evaluasi apakah implementasi yang dilakukan dapat menurunkan cacat atau tidak. Hasil implementasi yang menunjukkan penurunan cacat secara efektif dan efisien akan distandarisasi untuk mencegah kembali terjadinya kasus cacat.



c. Perbaiki mesin dan **tools**

Pada *painting*, semua proses membutuhkan alat dan mesin. Kegiatan alternatif solusi ini mencakup dalam hal identifikasi penyebab masalah yang berhubungan dengan alat dan mesin dan memeriksa seluruh kondisi mesin. Pada alternatif solusi ini juga dilakukan analisis terhadap parameter-parameter yang menjadi pengendali mesin dan **tools** seperti kecepatan, temperatur, suhu, lingkungan dan parameter lainnya apakah sudah sesuai terhadap proses dan kondisi benda kerja.

d. Perubahan jarak antar kabin

Perubahan jarak antar kabin ini dilakukan untuk meminimalisir cacat *crater* yang disebabkan karena *overspray*. Seperti yang dijelaskan pada alternatif solusi perubahan *sequence*, bahwa hanya kabin tertentu saja yang mengalami *crater*. Kabin yang terkena *crater* merupakan kabin yang berada pada depan dan belakang kabin yang sedang melalui proses *spray*, maka dari hal tersebut *crater* dapat disebabkan oleh jarak antar kabin yang terlalu dekat. Maka perlu dilakukan perubahan jarak antar kabin untuk meminimalisir *overspray*.

### 3.2. Pemilihan Alternatif Solusi

Pada pemilihan alternatif solusi, dilakukan dengan metode TOPSIS untuk menentukan solusi yang sesuai dengan beberapa kriteria yang ditetapkan. Berikut ini merupakan pemilihan solusi untuk meminimalisir kasus cacat pada *painting*.

a. Penentuan alternatif solusi

Penentuan alternatif solusi dilakukan melalui pertimbangan terhadap keterkaitan cacat dengan faktor penyebab cacatnya. Alternatif solusi dapat dilihat pada Tabel 3.20 berikut ini. Penetapan alternatif solusi, ditentukan berdasarkan wawancara dan pengalaman **stakeholder** dalam menangani masalah lampau yang sebelumnya terjadi di *painting*.

**Tabel 3.20. Alternatif Solusi**

Alternatif Solusi	
Simbol	Keterangan
B1	Perubahan <i>Sequence</i>
B2	Revisi SOP
B3	Perbaiki mesin dan <b>tools</b>
B4	Perubahan jarak antar kabin

Alternatif solusi yang pertama adalah perubahan *sequence*, perubahan *sequence* merupakan proses penggantian urutan produksi pada lembar instruksi produksi.

Penetapan perubahan *sequence* dilakukan berdasarkan pada kondisi dimana tidak seluruh unit mengalami *crater*, dalam arti bahwa hanya unit tertentu saja yang mengalami *crater*. Kasus unit yang mengalami *crater* hanya pada kabin yang berada dibelakang kabin berwarna pertamina *red*. Sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa kasus *crater* dapat terjadi karena faktor urutan produksi. Alternatif solusi yang kedua adalah revisi SOP atau memperbaiki standar operasional prosedur. Pada revisi SOP dilakukan standarisasi terhadap perbaikan terhadap penyebab terjadinya masalah yang berhubungan dengan proses kerja. Alternatif yang ketiga merupakan perbaikan **tools**, dalam kasus *crater* juga dipengaruhi oleh kontaminasi baik dari proses, alat maupun mesin. Dari pengaruh kontaminasi tersebut, dapat dimungkinkan bahwa *crater* dapat terjadi akibat mesin atau alat yang berada pada kondisi abnormal.

b. Penetapan kriteria

Penetapan kriteria ditetapkan sebagai dasar penilaian tiap alternatif solusi yang diuji. Kriteria yang ditetapkan di antaranya adalah

i. kemampuan peneliti

Dalam melakukan penyelesaian terhadap masalah, perlu diukur juga kemampuan peneliti dalam memahami masalah, memahami solusi, sampai dengan memahami bentuk-bentuk penyelesaiannya.

ii. Biaya

Penetapan segi biaya pada kriteria digunakan untuk melihat dan mempertimbangkan seberapa besar biaya pada masing-masing alternatif solusi untuk mengukur tingkat keefisienan alternatif solusi saat diimplementasikan.

iii. Kontribusi tujuan

Kontribusi tujuan ini juga perlu diperhatikan untuk melihat seberapa besar pengaruh solusi terhadap tingkat kesuksesannya baik pada hal keefisienan, keefektifannya maupun kemampuan solusi dalam mencapai tujuan yang ditargetkan.

iv. *Sustainability*

*Sustainability* merupakan kemampuan solusi dalam mempertahankan kondisi masalah yang sekecil mungkin dari keefektifan implementasi yang dilakukan dan besar pengaruh implementasi solusi terhadap penyelesaian masalah serta ketahanan solusi terhadap penyelesaian masalah.

biaya, kontribusi tujuan dan sustainability. Berikut ini merupakan kriteria yang ditetapkan dalam pemilihan alternatif solusi yang dapat dilihat pada Tabel 3.21.

**Tabel 3.21. Kriteria Alternatif Solusi**

Kriteria		
Simbol	Keterangan	Atribut
S1	Kemampuan peneliti	<i>Benefit</i>
S2	Biaya	<i>Cost</i>
S3	Kontribusi Tujuan	<i>Benefit</i>
S4	Sustainability	<i>Benefit</i>

Berdasarkan pada penjelasan pada poin 3.1 yakni pada penelusuran akar masalah bahwa setiap kriteria alternatif solusi perlu ditentukan atribut sebagai karakteristik dari setiap kriteria yang ditentukan. Pada kriteria yang ditentukan seperti yang tertampil pada tabel 3.21, ditetapkan kembali kriteria penilaian setiap alternatif solusi. Pada Tabel 3.22 merupakan kriteria penilaian yang ditetapkan.

**Tabel 3.22. Kriteria Penilaian S1**

Kemampuan peneliti										
<b>Perubahan Sequence</b>	sangat memahami	5	memahami	4	cukup memahami	3	kurang memahami	2	belum memahami	1
<b>Revisi SOP</b>	sangat memahami	5	memahami	4	cukup memahami	3	kurang memahami	2	belum memahami	1

**Tabel 3.23. Kriteria Penilaian S2**

Biaya				
Simbol	Keterangan	Durasi (jam)	Jumlah <i>Manpower</i>	Biaya
S1	Perubahan Sequence	2	2	Rp 352,000.00
S2	Revisi SOP	1	9	Rp 792,000.00
S3	Perbaikan <i>tools</i>	9	2	Rp 1,584,000.00
S4	Perubahan jarak antar kabin	2	2	Rp 352,000.00

Perhitungan biaya dilakukan berdasarkan pada gaji lembur karyawan yang dihitung berdasarkan pada durasi pengerjaan dan jumlah *manpower* yang bekerja untuk menyelesaikan solusi tersebut.

**Tabel 3.24. Kriteria Penilaian S3**

Kontribusi Tujuan				
Sangat memenuhi <i>critical success factor</i>	memenuhi <i>critical success factor</i>	Cukup memenuhi <i>critical success factor</i>	Tidak memenuhi <i>critical success factor</i>	Sangat tidak memenuhi <i>critical success factor</i>
5	4	3	2	1

Dalam melaksanakan suatu solusi, perlu diukur menurut besar keberhasilannya terhadap tujuan yang ditetapkan. Maka dari hal tersebut, ditentukan kriteria penilaian untuk menentukan seberapa besar dampak yang didapatkan dari implementasi solusi.

**Tabel 3.25. Kriteria Penilaian S4**

Sustainability									
5	berkelanjutan dan masalah selesai	4	Berkelanjutan namun kasus muncul dengan persentase kasus rendah	3	berkelanjutan namun kasus tetap muncul dengan persentase besar	2	Sementara namun kasus dapat diminimalisasi	1	Hanya pada saat itu

Pada proses implementasi solusi, perlu diperhatikan juga pada sisi keberlanjutannya, apakah dari implementasi yang dilakukan dapat berpengaruh sampai seterusnya dengan cacat yang minimal atau masih dengan kasus cacat. Hal ini menjadi bagian dari kriteria penilaian terhadap alternatif solusi.

c. **Penetapan skala kriteria** penilaian dan bobot

**Skala** digunakan agar setiap batasan nilai yang ditetapkan memiliki skornya masing-masing. Berikut ini merupakan skala pada masing-masing kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 3.26 berikut ini. Pada penentuan skala S1, S3, dan S4 memiliki nilai skala yang sama dikarenakan diukur berdasarkan karakteristik kriterianya yang berupa *benefit*, hal tersebut menyatakan bahwa semakin besarnya skala nilai yang dimasukkan maka akan menghasilkan nilai yang maksimal, begitu pula dengan skala nilai yang kecil. Sedangkan pada penetapan skala biaya, ditentukan batas atas dan batas bawah biaya yang dibuat berdasarkan nilai yang terkecil dari hasil perhitungan biaya setiap solusi.

Penentuan skala kriteria pada S2 dilakukan dari hasil diskusi dengan **stakeholder** terkait.

**Tabel 3.26. Skala Kriteria S1**

Skala S1	
Skala	Nilai
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

**Tabel 3.27. Skala Kriteria S2**

Skala S2		
Presentase		Nilai
BB	BA	
Rp 200,000.00	Rp 399,999.00	5
Rp 400,000.00	Rp 599,999.00	4
Rp 600,000.00	Rp 799,999.00	3
Rp 800,000.00	Rp 999,999.00	2
Rp 1,000,000.00	Rp 1,299,999.00	1

**Tabel 3.28. Skala Kriteria S3**

Skala S3	
Skala	Nilai
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

**Tabel 3.29. Skala Kriteria S4**

Skala S4	
Skala	Nilai
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

**Tabel 3.30. Bobot Kriteria**

Bobot	
Kriteria	Nilai
S1	0,2
S2	0,3
S3	0,2
S4	0,3
Total	1

d. Kriteria penilaian setiap alternatif solusi

Merupakan perhitungan bobot pada masing-masing alternatif solusi yang disesuaikan terhadap skala dan perhitungan yang dirancang sesuai dengan atribut pada masing-masing kriteria yang ditetapkan. Matriks keputusan dapat dilihat pada Tabel 3.31 dan Tabel 3.32.

**Tabel 3.31. Matriks Keputusan**

Matriks Keputusan					
Alternatif	S1	S2	S3	S4	
B1	2	Rp 352,000.00	3	2	
B2	5	Rp 792,000.00	4	5	
B3	3	Rp 1,584,000.00	4	5	
B4	2	Rp 352,000.00	4	2	

**Tabel 3.32. Nilai Masing-Masing Kriteria Berdasarkan Skala**

Alternatif	S1	S2	S3	S4
<b>B1</b>	2	5	3	2
<b>B2</b>	5	3	4	5
<b>B3</b>	3	1	4	5
<b>B4</b>	2	5	4	2

e. Matriks keputusan ternormalisasi

Tujuan dibuatnya keputusan ternormalisasi adalah agar setiap nilai setara bobotnya. Pada Tabel 3.35 merupakan hasil matriks keputusan yang telah ternormalisasi yang dijabarkan mulai dari memangkatkan setiap kriteria sampai dengan mendapatkan nilai yang telah ternormalisasi.

**Tabel 3.33. Memangkatkan Setiap Nilai Alternatif**

Alternatif	$S1^2$	$S2^2$	$S3^2$	$S4^2$
<b>B1</b>	4	25	9	4
<b>B2</b>	25	9	16	25
<b>B3</b>	9	1	16	25

**Tabel 3.33. Lanjutan**

Alternatif	S1 <sup>2</sup>	S2 <sup>2</sup>	S3 <sup>2</sup>	S4 <sup>2</sup>
<b>B4</b>	4	25	16	4
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>60</b>	<b>57</b>	<b>58</b>

**Tabel 3.34. Pembagian antara Hasil Pangkat dengan Nilai Alternatif**

Pembagi	6.48	7.75	7.55	7.62
Alternative	S1	S2	S3	S4
<b>B1</b>	0,31	0,65	0,40	0,26
<b>B2</b>	0,77	0,39	0,53	0,66
<b>B3</b>	0,46	0,13	0,53	0,66
<b>B4</b>	0,31	0,65	0,53	0,26

**Tabel 3.35. Matriks Keputusan Ternormalisasi**

Alternative	S1	S2	S3	S4
<b>B1</b>	0,06	0,19	0,08	0,08
<b>B2</b>	0,15	0,12	0,11	0,20
<b>B3</b>	0,09	0,04	0,11	0,20
<b>B4</b>	0,06	0,19	0,11	0,08

f. Menentukan solusi ideal positif dan negatif

Penentuan solusi ideal positif dan negatif ini berfungsi untuk mendapatkan jumlah nilai maksimal pada setiap atribut kriteria atau batasan nilai terbaik dan terburuk pada nilai menurut atributnya.

**Tabel 3.36. Solusi Ideal Positif dan Negatif**

	<i>Benefit</i>	<i>Cost</i>	<i>Benefit</i>	<i>Benefit</i>
	S1	S2	S3	S4
<b>Positif</b>	0,15	0,04	0,11	0,20
<b>Negatif</b>	0,06	0,19	0,08	0,08

g. Menentukan jarak nilai alternatif terhadap solusi ideal positif dan negatif

Penentuan ini dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan hasil kedekatan nilai setiap alternatif dengan solusi ideal positif dan negatif. Berikut ini merupakan hasil jarak pada setiap nilai alternatif yang dapat dilihat pada Tabel 3.37.

**Tabel 3.37. Jarak Nilai Alternatif Terhadap Solusi Ideal Positif**

	Yi - Yi+			
Alternatif	S1	S2	S3	S4
<b>B1</b>	0,009	0,024	0,00	0,01
<b>B2</b>	0,000	0,006	0,00	0,00

Tabel 3.37. Lanjutan

Yi - Yi+				
Alternatif	S1	S2	S3	S4
B3	0,004	0,000	0,00	0,00
B4	0,009	0,024	0,00	0,01

Tabel 3.38. Jarak Nilai Alternatif Terhadap Solusi Ideal Positif

Yi - Yi-				
Alternatif	S1	S2	S3	S4
B1	0,000	0,000	0,000	0,000
B2	0,009	0,006	0,001	0,014
B3	0,001	0,024	0,001	0,014
B4	0,000	0,000	0,001	0,000
<b>Total</b>	<b>0,010</b>	<b>0,030</b>	<b>0,002</b>	<b>0,028</b>

h. Nilai preferensi setiap alternatif

Nilai preferensi ini digunakan sebagai pengurutan atau menentukan peringkat dari setiap alternatif solusi yang diukur berdasarkan masing-masing nilai yang didapatkan dari jarak nilai alternatifnya. Hasil nilai preferensi dapat dilihat pada Tabel 3.39.

Tabel 3.39. Hasil Nilai Preferensi Setiap Alternatif

Alternatif Masalah	Kasus	Preferensi	Peringkat
B1	Perubahan <i>Sequence</i>	0,000	4
B2	Revisi SOP	0,830	2
B3	Perbaikan <i>tools</i> dan mesin	0,912	1
B4	Perubahan jarak antar kabin	0,015	3

Berdasarkan pada hasil nilai preferensi pada setiap alternatif dan diskusi bersama *stakeholder* terkait dalam pemenuhan data-data yang dibutuhkan dalam memilih alternatif solusi lewat perhitungan TOPSIS, didapatkan solusi terpilih yakni A3 atau perbaikan *tools*. Maka solusi efektif untuk menyelesaikan masalah kecacatan yang dipertimbangkan dan diperhitungkan dari kemampuan peneliti, biaya, kontribusi tujuan, dan *sustainability* adalah dengan melakukan perbaikan *tools*. Perbaikan *tools* menjadi salah satu solusi yang tepat untuk menyelesaikan masalah, hal ini dikarenakan hampir seluruh proses pada *painting* berkaitan dengan alat dan mesin dan *crater* juga dapat disebabkan karena kontaminasi dari lingkungan. Kontaminasi yang terjadi dapat mempengaruhi kinerja mesin maupun alat yang dipakai sehingga dapat mempengaruhi pada hasil pengecatan.



### 3.3. Pemilihan Metode dan **Tools**

Berdasarkan pada hasil solusi yang terpilih yaitu perbaikan **tools** dan mesin, dilakukan perbandingan metode yang diimplementasikan oleh peneliti terdahulu. Hasil perbandingan metode menunjukkan bahwa setiap metode memiliki karakteristik serta ciri khasnya masing-masing. Penyelesaian masalah ini dapat dilakukan dengan metode *Six Sigma*, *Quality Control Circle*, *Statistical Quality Control*, *Plan-Do-Check-Action*, *Statistical Process Control*, *Failure Mode and Effects Analysis*, *Quality Assurance Chain*, **Kaizen**. Berdasarkan hasil diskusi dengan manajer *painting*, permasalahan dapat diselesaikan dengan metode *Quality Control Circle* (QCC) karena dapat membantu meningkatkan **production rate** yang mengalami penurunan dari berbagai aksi yang bisa dilakukan dengan melakukan analisis kondisi terlebih dahulu yang sebagaimana menjadi salah satu bagian dari tahapan QCC. Menurut Rosdiana dan Purba (2021) QCC banyak diterapkan salah satunya di bidang industri Indonesia. **Rosdiana dan Purba (2021)** memaparkan bahwa metode QCC juga dapat digunakan untuk memangkas biaya pengeluaran secara efektif melalui perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dari implementasi yang dilakukan terlebih lagi untuk penanganan kualitas produk dan pengendalian kualitas produk. **Setiawan (2022)** juga menjelaskan bahwa QCC dapat dimanfaatkan dalam proses peningkatan kualitas, produktivitas, *delivery*, **cost**, *moral* dan K3. Peningkatan kelima unsur tersebut sehubungan dengan *crater* yang juga bermasalah terkait dengan kualitas, produktivitas, *delivery*, **cost**, *moral* dan K3. Selain alasan penggunaan QCC yang didapat dari hasil diskusi dengan **stakeholder** dan studi literatur, penggunaan QCC ini dilakukan karena telah diterapkan oleh perusahaan sehingga penerapan dan penyesuaian implementasi dapat lebih efektif dan efisien.

### 3.4. Keunikan Penelitian

Seperti yang telah diketahui bahwa rancangan implementasi yang dilakukan untuk memperbaiki kasus *crater* di antaranya adalah mengganti *desiccant filter* yang harus diimpor langsung dari jepang seharga kurang lebih 350 juta yang sudah termasuk jasa install dan preventifnya dan alternatif implementasi lainnya adalah *drain spray gun*. Penggantian filter sulit dilakukan karena tidak selalu tersedia dan sulit dipastikan ketersediaannya bila dipesan. Setelah melalui diskusi, wawancara dan analisis secara bertahap, terpilih solusi *drain* sebagai rencana implementasi yang sesuai dan efektif. Setelah melalui analisis dan eksperimen

secara menyeluruh mengenai implementasi *drain*, dihasilkan bahwa aktivitas *drain* yang tidak memerlukan biaya mampu mengatasi *crater* yang sama efektifnya dengan solusi yang seharusnya dilakukan. Dengan kata lain, keunikan dari penelitian ini adalah diperolehnya solusi alternatif tanpa biaya untuk menggantikan solusi yang memerlukan biaya yang tinggi.

