

## Perbaikan Kualitas untuk Mengurangi Tingkat Kecacatan pada Produk Kain Grey dengan Menggunakan Metode Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (TRIZ) di PT. Dewy Textile Factory

Friedo Irwan Oktavian\*, Aviasti

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*friedoirwanoktavian@gmail.com, Aviasti98@gmail.com

**Abstract.** PT. Dewy Textile Factory is a textile company that manufactures greige fabric products. Greige fabric is unfinished knitted fabric. The total production of greige fabric in the period January - October 2021 is 17,694 rolls. The average rate of defective products produced is 5.36% of total production which exceeds the tolerance limit set by the company at 5%. To overcome this problem, it is necessary to conduct research on quality improvement to identify the causes of defects and provide recommendations for improvements to reduce the rate of defects in greige fabric products. The basic causes of the problems are identified using the FTA method while the proposed improvements are made using the TRIZ method. According to the results of data processing, it was found that the most basic causes that resulted in defects in greige fabric products were mechanics not understanding production directions, monitoring of needle spare parts not carried out regularly, air circulation was not smooth, lack of supervision of the production process by operators, high temperatures, inadequate quality control of raw materials carried out regularly, the operator is not focused, the operator is not skilled, and the environment is less clean. Proposed improvements to reduce the defect rate of greige fabric products are implementing training and making capability assessment documents for mechanics, making needle monitoring reports, adding exhaust fan facilities, providing additional breaks, making checksheets for checking raw thread materials, loading visual controls, implementing training and create capability assessment documents for mechanics, schedule regular pickets, and add vacuum cleaner facilities.

**Keywords:** *Quality Improvement, FTA, TRIZ.*

**Abstrak.** PT. Dewy Textile Factory adalah perusahaan tekstil pembuat produk kain grey. Kain grey merupakan kain hasil rajutan yang belum melalui tahap *finishing*. Total produksi kain grey pada periode Januari - Oktober 2021 adalah sebanyak 17694 rol. Rata – rata tingkat produk cacat yang dihasilkan sebesar 5,36%, hal ini melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 5% dari total produksi. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai perbaikan kualitas untuk mengidentifikasi penyebab masalah kecacatan dan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk kain grey. Penyebab dasar permasalahan diidentifikasi dengan menggunakan metode FTA sedangkan usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan metode TRIZ. Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan penyebab dasar yang mengakibatkan kecacatan kain grey yaitu mekanik tidak memahami arahan produksi, pengawasan *spare part* jarum tidak dilakukan secara berkala, sirkulasi udara tidak lancar, kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator, suhu tinggi, kontrol kualitas bahan baku tidak dilakukan secara berkala, operator tidak fokus, operator tidak terampil, dan lingkungan kurang bersih. Usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan kain grey adalah memberlakukan pelatihan dan membuat dokumen penilaian kemampuan bagi mekanik, membuat laporan monitoring jarum, menambahkan fasilitas *exhaust fan*, memberikan istirahat tambahan, membuat *checksheet* pemeriksaan bahan baku benang, memuat *visual control*, memberlakukan pelatihan dan membuat dokumen penilaian kemampuan bagi mekanik, membuat jadwal piket secara berkala, dan menambahkan fasilitas *vacuum cleaner*.

**Kata Kunci:** *Perbaikan Kualitas, FTA, TRIZ.*

## A. Pendahuluan

PT Dewy Textile Factory merupakan perusahaan tekstil yang menghasilkan produk berupa kain grey. Kain grey merupakan kain hasil proses perajutan namun belum melalui tahap finishing. Jenis kain grey yang dihasilkan oleh PT Dewy Textile Factory bervariasi sesuai dengan pesanan konsumen. Untuk memenuhi permintaan konsumen, perusahaan harus memperhatikan kualitas kain agar dapat menjaga loyalitas konsumen. Faktor kualitas kain sangat dipengaruhi oleh banyaknya cacat pada kain. Banyaknya cacat pada kain dapat mengakibatkan penurunan kualitas kain sehingga sangat berpengaruh terhadap penentuan harga kain tersebut.

Dalam menjaga kualitas produk, PT Dewy Textile Factory mengelompokkan kain berdasarkan kualitas kain yang dihasilkan. Kain yang dihasilkan dapat digolongkan dalam 3 tingkatan kualitas yaitu grade A, grade B, dan grade C. Kain dengan grade B dan C tidak dapat dijual dan harus dilempar ke pasar lain dengan harga jual yang lebih rendah. Hal ini dapat menyebabkan perusahaan mengalami kerugian karena hilangnya potensi keuntungan yang diakibatkan harga jual menjadi lebih rendah. Harga jual kain cacat lebih rendah 25% hingga 50% dari harga jual kain Grade A. Kain Grade B dapat dijual 25% lebih rendah dari harga jual kain Grade A sedangkan kain Grade C dapat dijual 50% lebih rendah dari harga jual kain Grade A. Hal ini menyebabkan keuntungan yang didapatkan perusahaan mengalami penurunan sebesar 25% hingga 50%.

Berdasarkan hasil wawancara dengan pimpinan bagian Quality Control serta melakukan pengamatan di perusahaan ditemukan beberapa permasalahan yang menyebabkan penurunan keuntungan, yaitu ditemukan sejumlah kerusakan pada kain grey yang mengakibatkan penurunan kualitas produk. Dalam mengelompokkan kain didasarkan atas banyak atau besarnya cacat pada kain. Batas toleransi yang ditetapkan perusahaan hanya memperbolehkan kain cacat yang dihasilkan tidak melebihi 5% dari total produksi. Pertimbangan dalam penentuan batas toleransi dilihat dari kondisi mesin atau peralatan dalam proses produksi. Selama 6 bulan dari 10 bulan, perusahaan memiliki persentase kain cacat melebihi batas toleransi. Hal ini dapat menyebabkan harga jual kain mengalami penurunan karena kualitas yang rendah sehingga menurunnya potensi keuntungan yang didapatkan.

Adanya produk cacat akan berpengaruh pada harga jual kain, citra perusahaan, dan kepuasan konsumen. Apabila produk yang dipesan oleh konsumen tidak sesuai kualitas produknya maka produk tersebut tidak dapat dijual dan harus dilempar ke pasar lain. Sehingga perusahaan harus memproduksi kain baru untuk menutupi kekurangan produk akibat produk cacat tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk memperbaiki kualitas dengan menggunakan suatu metode yang tepat untuk mengurangi tingkat kecacatan produk kain grey agar dapat meminimalkan kerugian dengan mengidentifikasi faktor – faktor penyebab kecacatan dan memberikan usulan perbaikan guna mengurangi tingkat kecacatan. TRIZ dan alat kualitas lainnya dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas suatu produk (1).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat ditentukan dan tujuan penelitian sebagai berikut:

Tujuan penelitian:

1. Mengidentifikasi penyebab kecacatan yang terjadi pada produk kain grey.
2. Memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk kain grey.

## B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab masalah kecacatan dan memberikan usulan perbaikan kualitas dalam upaya mengurangi tingkat kecacatan pada produk kain grey di PT Dewy Textile Factory. Hal tersebut dapat dicapai dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Teoriya Rezhenija Izobretatelskih Zadach* (TRIZ). Data yang dibutuhkan dalam proses pengolahan data dikumpulkan melalui hasil wawancara dan observasi yaitu data proses produksi, data jumlah produksi, data jenis cacat, dan data jumlah produk cacat. Tahapan pertama dalam penelitian ini adalah melakukan identifikasi kecacatan dengan menggunakan lembar periksa. Lembar periksa dapat mempermudah analisis menemukan fakta atau pola yang membantu dalam analisis berikutnya (2).

Tahapan berikutnya adalah menentukan prioritas kecacatan dengan menggunakan Diagram Pareto. Diagram Pareto dapat membantu suatu perusahaan dalam memutuskan urutan mana yang lebih dulu harus diselesaikan masalahnya berdasarkan prinsip 80/20. Prinsip 80/20 yaitu 80% masalah (ketidaksiesuaian) terjadi oleh 20% penyebab. Prinsip Pareto menyatakan bahwa 20% dari masalah memiliki 80% dampak, sehingga bisa dikatakan hanya 20% masalah adalah penting. Sisanya adalah masalah sederhana atau hanya beberapa yang sering terjadi. Hal tersebut dilakukan untuk memaksimalkan potensi tenaga, waktu dan pikiran. Maka dari itu, prinsip Pareto akan mempertajam intuisi dengan usaha dalam mencari 20% penyebab tersebut untuk mendapatkan 80% hasil yang maksimal.

Setelah menentukan prioritas masalah yang harus diselesaikan, tahapan berikutnya adalah mengidentifikasi penyebab masalah kecacatan dengan menggunakan metode FTA. FTA merupakan pendekatan secara deduktif yang dilakukan dengan cara melihat serta menganalisis berbagai cara kegagalan sistem yang dapat terjadi dan dimana tempat kemungkinan munculnya kegagalan (3). Penggunaan FTA dapat membantu dalam menganalisis penyebab yang mendasari suatu kegagalan dalam sistem yang kompleks sehingga kegagalan dapat dieliminasi dengan peningkatan desain sistem (4). *Output* dari metode FTA adalah akar-akar penyebab dasar kecacatan yang akan menjadi *input* pada metode TRIZ. Identifikasi penyebab kecacatan dengan menggunakan metode FTA mengikuti langkah-langkah berikut (3):

1. Identifikasi kejadian utama/teratas (*top event*)
2. Membuat pohon kesalahan
3. Lakukan analisis pohon kesalahan yang telah dibuat.

Setelah penyebab masalah kecacatan teridentifikasi, tahapan selanjutnya adalah memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan metode TRIZ. Metode TRIZ adalah suatu perangkat komprehensif dengan alat sederhana untuk memahami suatu keinginan dan alat terperinci untuk analisis sistem, yang berguna untuk segala hal mulai dari penemuan sistem baru hingga peningkatan sistem lama (5). Penggunaan metode TRIZ dapat mempermudah dalam mengidentifikasi masalah dan ditawarkan kumpulan solusi ideal secara langsung (6). Pendekatan sistematis TRIZ untuk pemecahan masalah diawali dengan mengubah masalah ke dalam bentuk format konseptual. Dalam bentuk konseptualnya, masalah dapat disesuaikan dengan setiap solusi konseptual. Kemudian setelah solusi konseptual dapat diidentifikasi maka dapat diubah ke dalam bentuk solusi faktual spesifik yang dapat menjawab persoalan faktual. Terdapat beberapa tahapan dalam penggunaan metode *Teoriya Rezhnija Izobretatelskih Zadach* (TRIZ) untuk menyelesaikan sebuah masalah sebagai berikut (7):

1. Specific Problem  
Menganalisis atribut masalah dan menentukan parameter “fitur untuk ditingkatkan” dan “fitur untuk memburuk”.
2. TRIZ Generic Problem.  
Identifikasi kedua parameter diantara 39 parameter teknik TRIZ
3. TRIZ Generic Solution  
Membangkitkan solusi dengan menggunakan matriks kontradiksi.
4. Specific Solution  
Menghasilkan solusi yang spesifik berdasarkan 40 prinsip TRIZ.

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Identifikasi Jenis Kecacatan

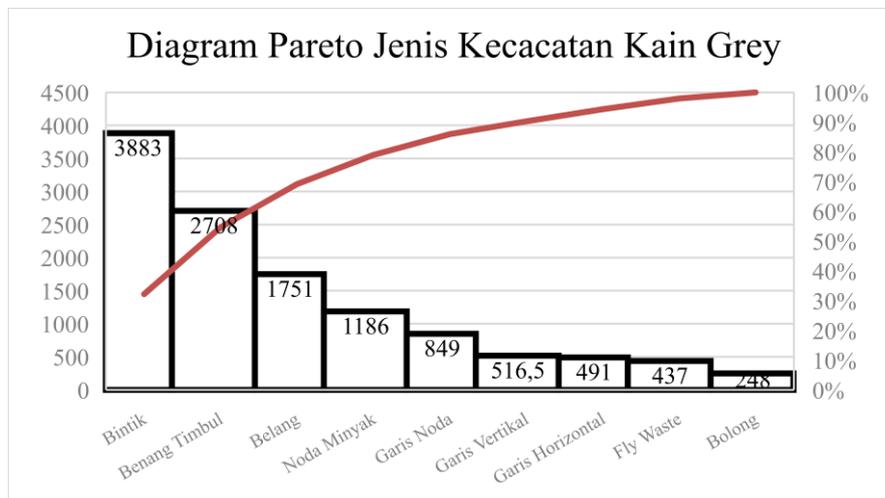
Identifikasi jenis kecacatan dilakukan untuk mengetahui jenis – jenis cacat yang menyebabkan menurunnya kualitas kain grey. Terdapat beberapa jenis kecacatan yang ditemukan pada produk kain grey di PT Dewy Textile Factory yaitu garis vertikal, garis horizontal, garis noda, noda minyak, *fly waste*, belang, bolong, bintik, dan benang timbul. Rekapitulasi data jenis kecacatan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Lembar Periksa Jenis Kecacatan Kain Grey

Bulan	Jenis Cacat (meter)									Jumlah
	Garis Vertikal	Garis Horizontal	Garis Noda	Noda Minyak	Fly Waste	Belang	Bolong	Bintik	Benang Timbul	
Januari	92	89	89	116	65	277	7	657	265	1657
Februari	32	18	20	106	161	24	34	180	388	963
Maret	25,5	31	51	65	10	155	6	301	122	766,5
April	32,5	57	70	60	26	151	0	241	122	759,5
Mei	14	28	27	31	11	62	0	113	54	340
Juni	42,5	41	70	65	32	179	0	154	323	906,5
Juli	24	23	32	63	14	95	15	97	144	507
Agustus	40,5	35	58	104	11	126	34	245	353	1006,5
September	37,5	44	84	117	46	225	33	499	161	1246,5
Oktober	49	23	103	119	2	53	26	326	131	832
Jumlah	389,5	389	604	846	378	1347	155	2813	2063	8984,5

### Menentukan Prioritas Kecacatan

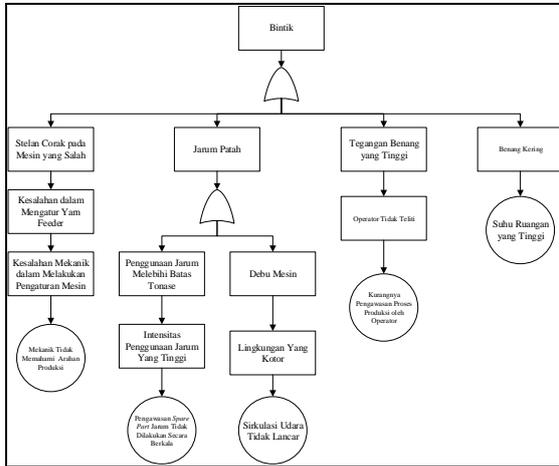
Penentuan prioritas dapat dilakukan dengan menggunakan diagram pareto dengan konsep 80/20 yang digagas oleh Joseph M. Juran, dengan artian bahwa 80% masalah disebabkan oleh 20% penyebabnya. Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan untuk diagram pareto dapat dilihat Gambar 1.

**Gambar 1.** Diagram Pareto Jenis Kecacatan Kain Grey

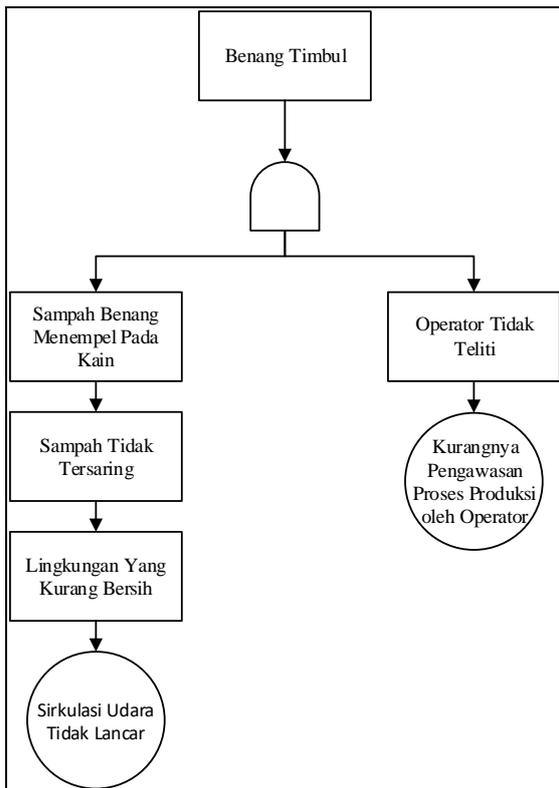
Berdasarkan diagram pareto dapat diketahui bahwa jenis kecacatan yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan adalah bintik, benang timbul, belang, noda minyak, dan garis noda. Kelima jenis cacat tersebut merupakan jenis cacat yang memiliki total kontribusi kecacatan terbesar sebanyak 80% dari total permasalahan kecacatan. Maka dari itu, perbaikan kualitas produk berfokus pada kelima jenis cacat tersebut.

### Mengidentifikasi Penyebab Masalah

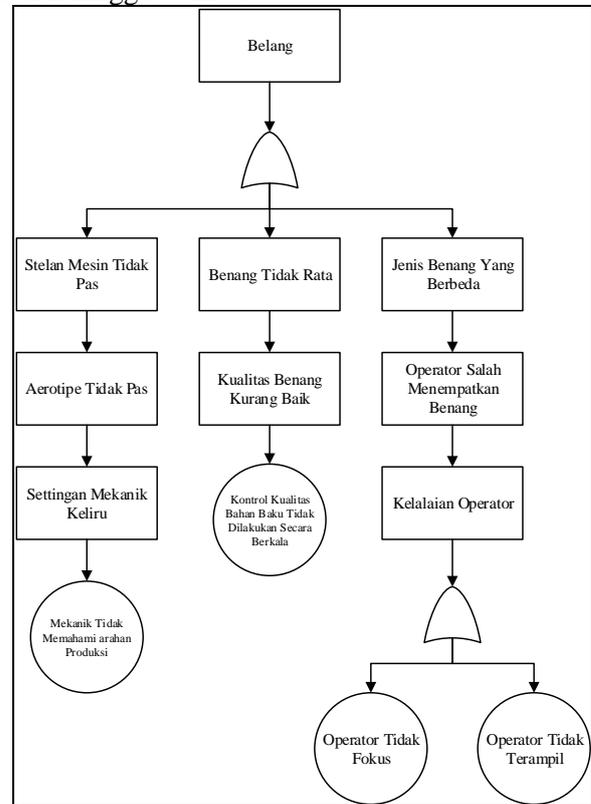
Permasalahan yang akan diidentifikasi penyebabnya adalah masalah utama dari hasil diagram pareto. Penggunaan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat membantu dalam menganalisis dasar penyebab dari suatu kegagalan atau masalah dalam sistem sehingga dapat dieliminasi dan diberikan usulan perbaikan. Berikut merupakan hasil identifikasi penyebab kecacatan dengan menggunakan metode FTA dapat dilihat pada Gambar 2 hingga Gambar 6.



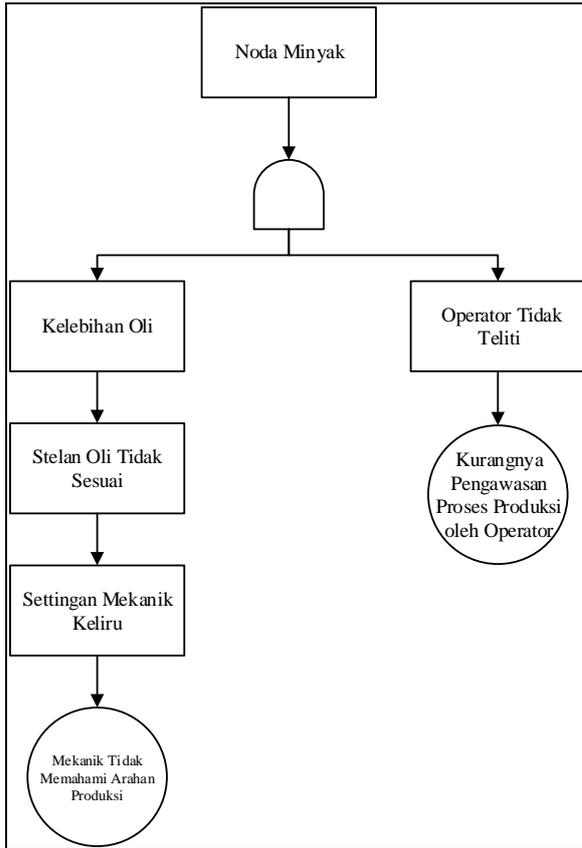
**Gambar 2.** FTA Cacat Bintik



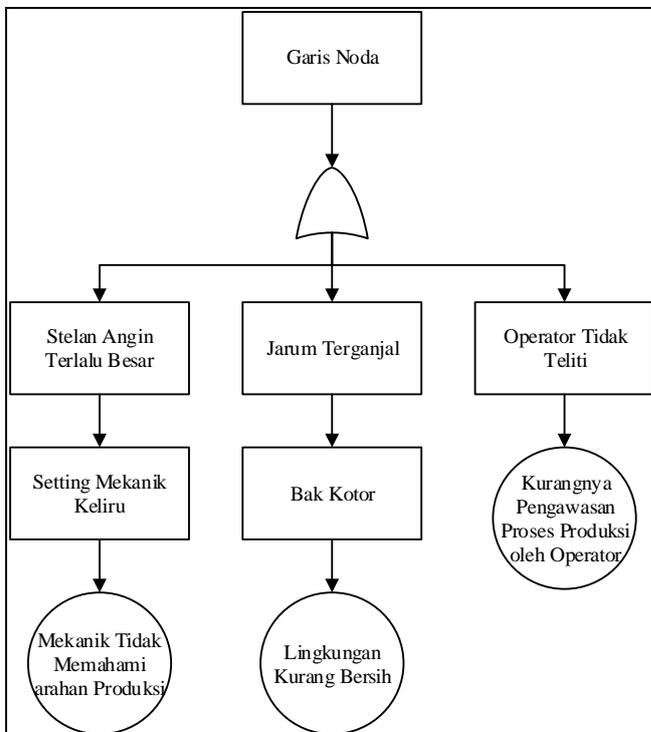
**Gambar 3.** FTA Cacat Benang Timbul



**Gambar 4.** FTA Cacat Belang



**Gambar 5.** FTA Noda Minyak



**Gambar 6.** FTA Garis Noda

### Mengklasifikasikan Masalah dengan 39 Parameter TRIZ

Setiap basic event pada FTA diklasifikasikan ke dalam 39 parameter TRIZ untuk menentukan improved feature dan worsened feature agar mengetahui dampak yang ditimbulkan dari proses perbaikan. Berikut hasil pengelompokan masalah ke dalam 39 parameter TRIZ dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Klasifikasi Masalah dengan 39 Parameter TRIZ

No	Faktor Mendasar Penyebab Kecacatan	Improved Feature	Worsened Feature
1	Mekanik tidak memahami arahan produksi	Realibility (27)	Loss of time (25)
2	Pengawasan <i>spare part</i> tidak dilakukan secara berkala	Realibility (27)	Loss of energy (22)
3	Sirkulasi udara tidak lancar	Temperature (17)	Loss of energy (22)
4	Kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator	Strenght (14)	Loss of time (25)
5	Suhu yang tinggi	Temperature (17)	Loss of energy (22)
6	Kontrol kualitas bahan baku tidak dilakukan secara berkala	Accuracy of Manufacturing (29)	Difficult of detecting and measuring (37)
7	Operator tidak fokus	Strenght (14)	Loss of energy (22)
8	Operator tidak terampil	Realibility (27)	Loss of time (25)
9	Lingkungan yang kurang bersih	Realibility (27)	Loss of time (25)

### Matriks Kontradiksi

Hasil penentuan *improved feature* dan *worsened feature* dari setiap faktor penyebab yang paling dasar dilanjutkan ke tahap mempersilangkan antara *improved feature* dan *worsened feature* pada matriks kontradiksi. Dari hasil persilangan tersebut didapatkan solusi ideal untuk mengatasi permasalahan. Berikut hasil persilangan antara *improved feature* dan *worsened feature* dari setiap faktor penyebab dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Matriks Kontradiksi

No	Worsened Feature	Loss of Energy	Loss of Time	Difficulty of Detecting and Measuring
	<i>Improved Feature</i>	22	25	37
14	<i>Strength</i>	35	29, 3, 28, 10	27, 3, 15, 40
17	<i>Temperature</i>	21, 17, 35, 38	35, 28, 21, 18	3, 27, 35, 31
27	<i>Reliability</i>	10, 11, 35	10, 30, 4	27, 40, 28
29	<i>Accuracy of Manufacturing</i>	13, 32, 2	32, 26, 28, 18	All

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan hasil persilangan antara *improved feature* dan *worsened feature*. Hasil tersebut merupakan dasar ide kreatif yang dapat dijadikan solusi ideal untuk mengatasi permasalahan kecacatan.

### Solusi Ideal

Dalam memilih solusi ideal untuk menyelesaikan masalah harus mempertimbangkan kondisi perusahaan agar solusi dapat diterapkan dengan baik. Solusi ideal tersebut menjadi dasar untuk menentukan usulan perbaikan. Berikut hasil pemilihan solusi ideal untuk setiap penyebab dapat

dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Solusi Ideal

No	Penyebab	Parameter Kontradiksi	Solusi Terpilih
1	Mekanik tidak memahami arahan produksi	(27) <i>Reliability</i> >< (25) <i>Loss of time</i>	(10) <i>Preliminary action</i> : sub prinsip a
2	Pengawasan <i>spare part</i> tidak dilakukan secara berkala	(27) <i>Reliability</i> >< (22) <i>Loss of energy</i>	(35) <i>Parameter changes</i> : sub prinsip b
3	Sirkulasi udara tidak lancar	(17) <i>Temperature</i> >< (22) <i>Loss of energy</i>	(35) <i>Parameter changes</i> : sub prinsip d
4	Kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator	(14) <i>Strength</i> >< (25) <i>Loss of Time</i>	(3) <i>Local quality</i> : sub prinsip b
5	Suhu yang tinggi	(17) <i>Temperature</i> >< (22) <i>Loss of energy</i>	(35) <i>Parameter changes</i> : sub prinsip d
6	Kontrol kualitas bahan baku tidak dilakukan secara berkala	(29) <i>Accuracy of Manufacturing</i> >< (37) <i>Difficulty of Detecting and Measuring</i>	(3) <i>Local Quality</i> : sub prinsip c
7	Operator tidak fokus	(14) <i>Strength</i> >< (22) <i>Loss of Energy</i>	(35) <i>Parameter changes</i> : sub prinsip b
8	Operator tidak terampil	(27) <i>Reliability</i> >< (25) <i>Loss of time</i>	(10) <i>Preliminary action</i> : sub prinsip a
9	Lingkungan yang kurang bersih	(27) <i>Reliability</i> >< (25) <i>Loss of time</i>	(10) <i>Preliminary action</i> : sub prinsip a

Berdasarkan pemilihan solusi ideal dengan metode TRIZ didapat usulan perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk kain grey yaitu memberlakukan pelatihan dan membuat dokumen penilaian kemampuan bagi mekanik, membuat laporan monitoring jarum secara detail, menambahkan fasilitas *exhaust fan*, memberikan istirahat tambahan, membuat *checksheet* pemeriksaan bahan baku benang, memuat *visual control*, memberlakukan pelatihan dan membuat dokumen penilaian kemampuan bagi mekanik, membuat jadwal piket secara berkala, dan menambahkan fasilitas *vacuum cleaner*.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Terdapat beberapa jenis kecacatan yang paling dominan terjadi pada produk kain grey yaitu cacat bintik, cacat benang timbul, cacat belang, cacat noda minyak, dan cacat garis noda. Berikut hasil identifikasi penyebab masalah kecacatan produk kain grey sebagai berikut:
  - a) Penyebab paling dasar dari masalah cacat bintik pada produk kain grey yaitu mekanik tidak memahami arahan produksi, pengawasan *spare part* jarum tidak dilakukan secara berkala, sirkulasi udara tidak lancar, kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator, dan suhu udara yang tinggi.
  - b) Penyebab paling dari masalah cacat benang timbul pada produk kain grey diantaranya yaitu sirkulasi udara tidak lancar dan kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator.
  - c) Penyebab paling dasar dari masalah cacat belang pada produk kain grey yaitu mekanik tidak memahami arahan produksi, kontrol kualitas bahan baku tidak dilakukan secara berkala, operator tidak fokus, dan operator tidak terampil.

- d) Penyebab paling dasar dari masalah cacat noda minyak pada produk kain grey diantaranya yaitu mekanik tidak memahami arahan produksi dan kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator.
  - e) Penyebab paling dasar dari masalah cacat garis noda pada produk kain grey yaitu mekanik tidak memahami arahan produksi, lingkungan kurang bersih, dan kurangnya pengawasan proses produksi oleh operator.
2. Usulan perbaikan untuk mengatasi permasalahan kecacatan tersebut berdasarkan solusi ideal TRIZ sehingga dapat mengurangi tingkat kecacatan adalah sebagai berikut:
- a) Membuat jadwal pelatihan kerja bagi mekanik dan membuat rancangan penilaian kemampuan mekanik agar dapat dijadikan bahan evaluasi dalam bekerja.
  - b) Membuat rancangan laporan monitoring jarum. Usulan rancangan tersebut berupa form yang berisi kondisi jarum yang digunakan.
  - c) Menambahkan fasilitas untuk membuat sirkulasi udara menjadi lebih baik seperti menambah fasilitas *exhaust fan*. *Exhaust fan* berguna untuk menyerap udara panas yang ada di dalam perusahaan.
  - d) Memberikan istirahat tambahan di selang waktu selesai proses produksi secara bergantian dengan pekerja lainnya.
  - e) Menambahkan fasilitas *exhaust fan*. *Exhaust fan* berguna untuk menyerap udara panas yang ada di dalam perusahaan.
  - f) Membuat rancangan pemeriksaan bahan baku. Usulan rancangan tersebut berupa *checksheet* yang mencakup kondisi kualitas bahan baku secara detail.
  - g) Membuat *visual control* mengenai peringatan agar tetap berkonsentrasi saat bekerja.
  - h) Membuat jadwal pelatihan kerja bagi operator dan membuat rancangan penilaian kemampuan operator agar dapat dijadikan bahan evaluasi dalam bekerja.
  - i) Membuat jadwal piket kebersihan area kerja dan menambahkan fasilitas kebersihan seperti *vacum cleaner*.

### **Acknowledge**

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Aviasti, M.Sc., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan ilmu serta arahan selama proses bimbingan penelitian. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada pihak perusahaan yang telah mengizinkan penelitian ini dilakukan dan memberikan banyak informasi untuk kebutuhan penelitian.

**Daftar Pustaka**

- [1] Wirawan C, Chandra F. Quality tools and triz based quality improvement case study at PT “X” a plastic moulding manufacturing industry. IOP Conf Ser Mater Sci Eng [Internet]. 2016;114(1). Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/114/1/012059/pdf>
- [2] Heizer J, Render B, Munson C. Operations management: sustainability and supply chain management. 13th ed. Harlow: Pearson Education Limited; 2020.
- [3] Blanchard BS, Blyler JE. System engineering management. 5th ed. Environmental Science and Technology. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc; 2016.
- [4] Kritzinger D. Aircraft system safety: assessments for initial airworthiness certification. 2nd ed. Duxford: Joe Hayton; 2017.
- [5] Gadd K. TRIZ for engineers: enabling inventive problem solving. 1st ed. Chichester: John Wiley & Sons, Inc; 2011.
- [6] Ilevbare IM, Probert D, Phaal R. A review of TRIZ , and its benefits and challenges in practice. Technovation [Internet]. 2013;33(2–3):30–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
- [7] Noor NM, Aliman N, Abd. Rahman WMNW, Abdullah A, Ruslan MAI. CDIO-TRIZ-Based approach on manufacturing quality improvement. Int J Acad Res Bus Soc Sci [Internet]. 2020;11(1). Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Norazam-Aliman/publication/351420565\\_CDIO-TRIZ-Based\\_Approach\\_on\\_Manufacturing\\_Quality\\_Improvement/links/60d764d7458515d6f6e00d31/CDIO-TRIZ-Based-Approach-on-Manufacturing-Quality-Improvement.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Norazam-Aliman/publication/351420565_CDIO-TRIZ-Based_Approach_on_Manufacturing_Quality_Improvement/links/60d764d7458515d6f6e00d31/CDIO-TRIZ-Based-Approach-on-Manufacturing-Quality-Improvement.pdf)
- [8] Firdaus Mochamad Ridwan, As’ad Nur Rahman (2022). Perancangan Fasilitas Kerja Stasiun Kerja Pemotongan dengan Metode PEI Menggunakan Virtual Environment Modelling. Jurnal Riset Teknik Industri 2(2). 171 – 178. <https://doi.org/10.29313/jrti.v2i2.1399>