

**RANCANGAN PERBAIKAN PROSES *PRINTING*
PADA PRODUK AL-QUR'AN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(FMEA)
(STUDI KASUS: PT. SYGMA EXA GRAFIKA)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Pasundan**

Oleh

ISMATUL LAYINNAH

NRP : 183010167



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
2025**

**RANCANGAN PERBAIKAN PROSES PRINTING
PADA PRODUK AL-QUR'AN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS
(FMEA)
(STUDI KASUS: PT. SYGMA EXA GRAFIKA)**

ISMATUL LAYINNAH
NRP : 183010167

Pembimbing Utama :
Dr. Ir. Hj. Arumsari Harjadi, M.Sc

ABSTRAK

PT. Sygma Exa Grafika (SEG) merupakan anak perusahaan Sygma CMC dan sudah mewujudkan menjadi perusahaan berskala nasional yang bergerak di bidang percetakan Al-Qur'an, buku, dan produk berbasis cetak lainnya. Pada proses pembuatan produk Al-Qur'an, perusahaan seringkali menghasilkan produk Al-Qur'an yang gagal. Kegagalan tersebut disebabkan oleh adanya kesalahan pada proses printing. Perusahaan telah melakukan perbaikan terhadap terjadinya kegagalan, namun masih dilakukan secara corrective tanpa mengetahui akar penyebab terjadinya kegagalan produk dan perbaikan yang dilakukan belum disajikan sebagai rencana yang berkelanjutan.

Pada penelitian ini dibuat sebuah rancangan perbaikan kualitas yang bertujuan untuk mengurangi kegagalan. Penelitian ini dimulai dengan menentukan jenis defect yang paling sering muncul, menghitung kemampuan proses awal, dan penentuan cause and effect terjadinya kegagalan dengan bantuan tools diagram fishbone. Diketahui sebelumnya bahwa yang menyebabkan kerusakan produk adalah failure proses. Maka solusi dalam merancang perbaikan proses dilakukan dengan menggunakan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan yang mungkin menyebabkan terjadinya defect isi kotor pada saat proses printing. Metode ini dilakukan dengan membuat skala dan penilaian severity, occurrence, dan detection. Setelah itu dilakukan perhitungan Risk Priority Number (RPN) dengan mengalikan ketiga nilai tersebut. Nilai ini dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan rencana perbaikan dari setiap kegagalan.

Hasil dari penelitian ini yaitu diketahui terdapat empat potential failure yang menyebabkan terjadinya defect isi kotor pada proses printing Al-Qur'an. Pengaturan tekanan roll tidak tepat merupakan potential failure dengan nilai RPN terbesar yaitu sebesar 108. Usulan perbaikan yang diberikan yaitu mengganti material roll air dari bahan karet nitril (NBR) menjadi karet poliuretan (PU).

Kata Kunci: Kualitas, Perbaikan, FMEA

**PRINTING PROCESS IMPROVEMENT DESIGN
IN QUR'AN PRODUCTS USING THE FAILURE MODE AND
EFFECT ANALYSIS METHOD
(FMEA)
(CASE STUDY: PT. SYGMA EXA GRAFIKA)**

ISMATUL LAYINNAH
NRP : 183010167

Main Advisor :
Dr. Ir. Hj. Arumsari Harjadi, M.Sc

ABSTRACT

PT. Sygma Exa Grafika (SEG) is a subsidiary of Sygma CMC and has become a national-scale company engaged in the printing of the Qur'an, books, and other print-based products. In the process of making Qur'an products, companies often produce failed Qur'an products. The failure was caused by an error in the printing process. The company has made repairs to the failure, but it is still being done in a corrective manner without knowing the root cause of the product failure and the repairs made have not been presented as a sustainable plan.

In this study, a quality improvement design was made that aims to reduce failure. This research began by determining the type of defect that most often appeared, calculating the initial process ability, and determining the cause and effect of failure with the help of fishbone diagram tools. It was previously known that what caused product damage was process failure. Therefore, the solution in designing process improvement is carried out using FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) analysis to identify potential failures that may cause defects in the dirty content during the printing process. This method is carried out by making a scale and assessment of severity, occurrence, and detection. After that, the Risk Priority Number (RPN) is calculated by multiplying the three values. This value is used as a reference in making a plan to improve each failure.

The results of this study are that there are four potential failures that cause defects in the dirty content in the Qur'an printing process. Incorrect roll pressure setting is a potential failure with the largest RPN value of 108. The proposed improvement given is to change the water roll material from nitrile rubber (NBR) to polyurethane rubber (PU).

Keywords: Quality, Improvement, FMEA

**RANCANGAN PERBAIKAN PROSES *PRINTING*
PADA PRODUK AL-QURAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(FMEA)
(STUDI KASUS: PT. SYGMA EXA GRAFIKA)**

Oleh

**ISMATUL LAYINNAH
NRP : 183010167**

Menyetujui

Tim Pembimbing

Tanggal 22 September 2025

Pembimbing



(Dr. Ir. Hj. Arumsari Harjadi, M.Sc)

Penelaah



(Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi



(Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT)

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Sarjana yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Pasundan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan.

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa Judul Tugas Akhir:

**RANCANGAN PERBAIKAN PROSES *PRINTING*
PADA PRODUK AL-QURAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(FMEA)
(STUDI KASUS: PT. SYGMA EXA GRAFIKA)**

Adalah hasil kerja saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya dengan cara penulisan referensi yang sesuai. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Bandung, 22 September 2025



Ismatul Layinnah

NRP: 183010167

*Dipersembahkan kepada kedua orang tuaku, terima kasih banyak atas dukungan,
kasih sayang, dan untaian doa yang tiada henti kalian berikan.*

*Tak luput pula, saya persembahkan kepada diri saya sendiri yang telah berjuang
hingga sampai titik ini.*

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Segala puji bagi Allah SWT, pencipta dan pemelihara alam semesta, shalawat serta salam semoga terlimpah bagi Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya yang setia hingga akhir masa. Atas rahmat dan hidayah-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini meskipun hasilnya masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan masih terbatasnya kemampuan dan pengalaman penulis.

Selama penyusunan laporan ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, berupa bimbingan, arahan, dukungan baik berupa moral maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini, dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua beserta keluarga besar penulis yang telah memberikan do'a, dukungan baik moral maupun materi, kasih sayang dan motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Arumsari Harjadi, M.Sc., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Putri Mety Zalynda, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan dan dosen penelaah Tugas Akhir yang telah memberi saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Bram Andryanto, MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan.
5. Ibu Ayu Nova Rahmawati, ST., MT., selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan informasi terkait teknis pelaksanaan Tugas Akhir dan penulisan laporan.
6. Bapak Sidik Nurjaman, ST., MT., selaku Dosen Wali Akademik selama berkuliah di Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan.

7. Seluruh jajaran Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan yang telah memberikan dan mengajarkan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh *Staff* Tata Usaha Program Studi Teknik Industri Universitas Pasundan yang telah membantu penulis dalam pengurusan administrasi selama masa perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Bapak Ijal selaku Pembimbing Lapangan yang telah memberikan bimbingan, waktu, dan data selama proses penelitian Tugas Akhir berlangsung di PT. Sygma Exa Grafika.
10. Seluruh *staff* di PT. Sygma Exa Grafika yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
11. Sahabat seperjuangan Resi Adela, Ainnur Dila Puspita, Vira Evioni Rahmadhani, Eka Nur Fauzi, Saniya Muhajarah Kamalah, Rizky Setiawan Putra, dan Witarsa yang sudah memberikan bantuan, dukungan dan selalu memberikan semangat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.
12. Teman-teman satu angkatan 2018 dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sampaikan satu-persatu yang telah membantu dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga dapat menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini untuk dilakukannya pengembangan dimasa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi seluruh pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandung, Juni 2025

Ismatul Layinnah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Tujuan dan manfaat Penelitian	I-5
I.3.1 Tujuan Penelitian	I-5
I.3.2 Manfaat Penelitian	I-5
I.4 Batasan Masalah dan Asumsi.....	I-5
I.5 Lokasi Penelitian	I-6
I.6 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
II.1 Pengertian Kualitas.....	II-1
II.2 Perbaikan Kualitas (<i>Quality Improvement</i>).....	II-1
II.2.1 Langkah-langkah Perbaikan Kualitas	II-2
II.3 <i>Total Quality Management</i> (TQM)	II-3
II.3.1 Evolusi TQM.....	II-3
II.3.2 Filosofi TQM	II-5
II.3.3 Prinsip Kerja TQM.....	II-6
II.3.4 Siklus PDCA	II-7
II.4 Alat Dasar Perbaikan Kualitas.....	II-8
II.4.1 Histogram.....	II-8
II.4.2 <i>Check Sheet</i>	II-9
II.4.3 Diagram Pareto (<i>Pareto Analysis</i>)	II-10
II.4.4 Diagram Sebab-Akibat (<i>Fishbone Diagram</i>).....	II-10

II.4.5	Diagram Tebar (<i>Scatter Diagram</i>)	II-11
II.4.6	Diagram Alir / Diagram Proses.....	II-12
II.4.7	Peta Kendali (<i>Control Chart</i>).....	II-13
II.5	Analisis Kemampuan Proses (<i>Process Capability Analysis</i>)	II-20
II.6	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	II-21
II.6.1	Pengertian <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	II-21
II.6.2	Tujuan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	II-22
II.6.3	Jenis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	II-22
II.6.4	Langkah-langkah Pembuatan FMEA	II-25
II.7	Proses <i>Printing</i>	II-31
II.7.1	Cetak <i>Offset</i>	II-31
BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH.....		III-1
III.1	Kerangka Pemecahan Masalah.....	III-1
III.2	Langkah-langkah Pemecahan Masalah	III-3
III.2.1	Observasi Awal.....	III-3
III.2.2	Identifikasi Masalah.....	III-3
III.2.3	Studi Literatur	III-3
III.2.4	Pengumpulan Data	III-4
III.2.5	Pengolahan Data	III-5
III.2.6	Analisis dan Pembahasan.....	III-9
III.2.7	Kesimpulan dan Saran	III-9
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		IV-1
IV.1	Pengumpulan Data.....	IV-1
IV.1.1	Data Jumlah Produksi dan Rusak Setiap Produk.....	IV-1
IV.1.2	Data <i>Reject</i> Tiap Lini Produksi	IV-2
IV.1.3	Data Alur Proses Produksi Al-Quran	IV-2
IV.1.4	Data Jumlah <i>Defect</i> Produk Pada Proses <i>Printing</i>	IV-10
IV.2	Pengolahan Data.....	IV-10
IV.2.1	Menentukan Jenis <i>Defect</i>	IV-11
IV.2.2	Menghitung Kemampuan Proses Awal.....	IV-12
IV.2.3	Penentuan <i>Cause and Effect</i> Terjadinya Kegagalan	IV-14
IV.2.4	Merancang Perbaikan Kualitas	IV-19

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	V-1
V.1 Analisis Potensial Kegagalan (<i>Potential Failure</i>) Proses <i>Printing</i> Al-Qur'an.....	V-1
V.2 Pembahasan Rancangan Perbaikan Berdasarkan FMEA	V-2
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
VI.1 Kesimpulan.....	VI-1
VI.2 Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Contoh Histogram.....	II-9
Gambar II. 2 Contoh <i>Check Sheet</i>	II-9
Gambar II. 3 Contoh Diagram Pareto	II-10
Gambar II. 4 Contoh Diagram Sebab-Akibat	II-11
Gambar II. 5 Contoh <i>Scatter</i> Diagram	II-12
Gambar II. 6 Contoh Diagram Alir	II-13
Gambar II. 7 Contoh Peta Kendali P.....	II-20
Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> Usulan Pemecahan Masalah	III-1
Gambar IV. 1 Alur Proses Produksi Isi Al-Qur'an.....	IV-3
Gambar IV. 2 Mesin Cetak <i>Offset</i> SM 102 V	IV-7
Gambar IV. 3 Mekanisme Proses <i>Printing</i>	IV-8
Gambar IV. 4 Diagram Pareto Jenis <i>Defect</i>	IV-11
Gambar IV. 5 Peta Kendali C <i>Defect</i> Isi Kotor.....	IV-14
Gambar IV. 6 Diagram <i>Fishbone</i>	IV-17
Gambar V. 1 Ilustrasi Perbaikan Komponen <i>Roll Air</i>	V-2

DAFTAR TABEL

Tabel I. 1 Data Perbandingan Lini Proses Al-Qur'an	I-3
Tabel I. 2 Data Jumlah Kegagalan Bagian Printing Produk Al-Qur'an.....	I-3
Tabel II. 1 Kondisi Nilai <i>Capability Process</i>	II-21
Tabel II. 2 Sepuluh Langkah FMEA.....	II-25
Tabel II. 3 Contoh Skala <i>Severity</i> FMEA Proses	II-27
Tabel II. 4 Contoh Skala <i>Occurrence</i> FMEA Proses	II-28
Tabel II. 5 Contoh Skala <i>Detection</i> FMEA Proses	II-28
Tabel IV.1 Data jumlah produksi dan data jumlah produk rusak	IV-1
Tabel IV.2 Data <i>reject</i> tiap lini produksi	IV-2
Tabel IV.3 Data jenis <i>defect</i> pada proses <i>Printing</i>	IV-10
Tabel IV.4 Kumulatif jenis <i>defect</i>	IV-11
Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Pengamatan Awal	IV-12
Tabel IV.6 Identifikasi <i>potential failure</i>	IV-20
Tabel IV.7 Identifikasi <i>effect and cause</i>	IV-20
Tabel IV.8 Skala <i>Severity</i> komposisi air pembasah salah.....	IV-21
Tabel IV.9 Skala <i>Severity</i> blanket tidak rata atau penyok	IV-22
Tabel IV.10 Skala <i>Severity</i> pengaturan tekanan roll tidak tepat	IV-22
Tabel IV.11 Skala <i>Severity</i> pelat cetak kering	IV-23
Tabel IV.12 Jumlah Kegagalan Setiap <i>Potential Failure</i>	IV-24
Tabel IV.13 Skala <i>Occurrence</i> komposisi air pembasah salah	IV-25
Tabel IV.14 Skala <i>Occurrence</i> blanket tidak rata atau penyok.....	IV-26
Tabel IV.15 Skala <i>Occurrence</i> pengaturan tekanan <i>roll</i> tidak tepat	IV-26
Tabel IV.16 Skala <i>Occurrence</i> pelat cetak kering.....	IV-26
Tabel IV.17 Skala <i>Detection</i> komposisi air pembasah salah	IV-27
Tabel IV.18 Skala <i>Detection</i> blanket tidak rata atau penyok.....	IV-28
Tabel IV.19 Skala <i>Detection</i> pengaturan tekanan roll tidak tepat	IV-29
Tabel IV.20 Skala <i>Detection</i> pelat cetak kering.....	IV-30
Tabel IV.21 <i>Worksheet</i> FMEA Proses	IV-31
Tabel IV.22 Bahan Material <i>Roll Air</i>	IV-34

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
SEG	Syigma Exa Grafika	I-2
FMEA	<i>Failure Mode Effect Analysis</i>	I-4
TQM	<i>Total Quality Management</i>	II-4
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Action</i>	II-6
DMAIC	<i>Define-Measure-Analyze-Improve-Control</i>	II-7
UCL	<i>Upper Control Limit</i>	II-14
CL	Central Line	II-14
LCL	<i>Lower Control Limit</i>	II-14
BKP	Batas Kontrol Percobaan	II-19
RPN	<i>Risk Priority Number</i>	II-30
LAMBANG		
n	Banyaknya Sampel Dalam Tiap Pengamatan	II-18
N	Banyaknya Pengamatan	II-18
$\bar{C}$	Rata-rata <i>Defect</i>	II-18
x	Jumlah <i>Defect</i> Dalam Ukuran <i>Subgroup</i>	II-19

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pemaparan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan asumsi, serta sistematika penulisan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.

I.1 Latar Belakang Masalah

Al-Qur'an adalah kalam Allah yang diturunkan kepada Nabi Muhammad SAW melalui perantara malaikat Jibril dan disampaikan kepada umat manusia untuk dijadikan pedoman dalam kehidupan di dunia ini. Membaca Al-Qur'an merupakan ibadah kepada Allah SWT. Al-Qur'an sebagai kitab terakhir dimaksudkan untuk menjadi petunjuk bagi orang-orang yang beriman dan bertaqwa sampai akhir zaman.

Indonesia adalah negara dengan jumlah penduduk muslim terbesar di dunia. Dari 262 juta jumlah penduduk Indonesia, jumlah umat islam sekitar 85% atau sebanyak 222,7 juta (Kemendagri, 2017). Berdasarkan perkiraan, sekitar 54% muslim Indonesia masih buta aksara Al-Qur'an. Itu artinya, ada sekitar 122,258 juta muslim yang belum mempelajari kitab sucinya (Kemendagri, 2018). Hal tersebut bisa disebabkan oleh berbagai macam faktor, bisa karena tidak ada guru mengaji, malas belajar, tidak ada budaya mengaji dalam keluarga, atau tidak memiliki mushaf Al-Qur'an.

Pemerintah melalui Kementerian Agama, dalam beberapa tahun terakhir berupaya memenuhi kebutuhan Mushaf Alquran Standar Indonesia, Alquran dan Terjemahnya, Tafsir Alquran Kemenag, dan buku-buku keagamaan, seperti Tafsir Ilmi, Juz Amma, Yasin, buku Iqra, Majmu' al-Syarif, dan lain-lain yang dibagikan secara gratis kepada masyarakat. Sering dikemukakan, bahwa kebutuhan mushaf Alquran di Indonesia setidaknya 2 juta eksemplar setiap tahun. Namun demikian, sepanjang pengadaan mushaf Alquran di Kementerian Agama (Ditjen Bimas Islam), jumlah tertinggi pengadaan hanya sampai 1.2 juta eksemplar (2011). Pada tahun-tahun berikutnya mengalami penurunan jumlah yang dicetak seiring dengan ketersediaan anggaran.

PT. Sygma Exa Grafika (SEG) merupakan anak perusahaan Sygma CMC dan sudah mewujud menjadi perusahaan berskala nasional yang bergerak di bidang percetakan Al-Qur'an, buku dan produk berbasis cetak lainnya. SEG berkomitmen untuk selalu memberikan pelayanan jasa cetak yang memiliki keunggulan pada bentuk dan kemasan produk yang menarik dan berkualitas. Setiap produk yang dihasilkan oleh SEG memiliki keunikan yang memberi nilai tambah produk tersebut dibandingkan dengan produk lain. Tenaga profesionalnya senantiasa menjaga komitmen untuk menghadirkan produk cetak yang memberikan kepuasan dan solusi bagi semua pelanggannya. Sebagai penerbit Qur'an, PT SEG tidak hanya mencetak lembaran-lembaran Qur'an, melainkan juga berupaya membangun budaya kerja Qurani dan islami di dalam perusahaan, lingkungan sekitar, maupun masyarakat umum.

Perusahaan mencetak produk Al-Qur'an secara menyeluruh dimulai dari desain yang akan dicetak pada saat produksi dilanjutkan pada proses *printing* kemudian masuk kedalam proses pelipatan disusul dengan proses penyusunan dan dilanjutkan ke proses penjahitan dan *assembling* hingga pada proses *packing*. Di dalam pembuatannya terdiri dari beberapa bagian yaitu cover, skiplat dan isi Al-Quran. Perusahaan melakukan semua produksi hingga menjadi produk Al-Quran jadi, dari pembuatan cover Al-Qur'an, pembuatan skiplat yang merupakan bagian dari pembatas antara cover dan isi, hingga pembuatan isi Al-Qur'an dilakukan oleh perusahaan.

Pada proses pembuatan produk Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG) belum terlepas dari berbagai permasalahan mengingat adanya faktor-faktor pada proses produksi yang dapat menghasilkan produk Al-Qur'an yang tidak sesuai spesifikasi (gagal). Kegagalan yang dimaksud diduga disebabkan oleh adanya kesalahan proses.

Perusahaan memiliki standar kualitas produk berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan. Perusahaan menetapkan batasan *reject* untuk seluruh proses pembuatan Al-Quran sebesar 4% dengan pembagian alokasi target yaitu 2% untuk bagian *printing*, 1% untuk bagian lipat, dan 1% untuk seluruh proses pada pembuatan Al-Quran. Berikut data perbandingan proses dari percetakan Al-Quran

di PT. Sygma Exa Grafika (SEG) dari bulan Januari sampai dengan Desember 2022.

Tabel I. 1 Data Perbandingan Lini Proses Al-Qur'an

No	Bulan	Jumlah Produk	Jumlah Rusak	% Reject Printing	% Reject Lipat	% Reject Susun	% Reject Jahit	% Reject Assembling
1	Januari	4817	188	2,70%	0,62%	0,17%	0,21%	0,21%
2	Februari	4641	135	2,48%	0,22%	0,11%	0,11%	0,00%
3	Maret	8677	235	2,30%	0,17%	0,06%	0,12%	0,06%
4	April	4262	129	2,11%	0,23%	0,23%	0,35%	0,09%
5	Mei	500	50	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	Juni	2069	85	1,93%	0,97%	0,48%	0,63%	0,10%
7	Juli	1923	79	2,60%	1,04%	0,47%	0,00%	0,00%
8	Agustus	3374	76	1,63%	0,15%	0,12%	0,18%	0,18%
9	September	22784	694	2,83%	0,13%	0,04%	0,02%	0,02%
10	Oktober	2987	86	2,34%	0,17%	0,20%	0,17%	0,00%
11	November	10383	220	1,73%	0,14%	0,05%	0,05%	0,14%
12	Desember	2000	150	5,25%	1,00%	0,75%	0,50%	0,00%
Rata-Rata				3,16%	0,40%	0,22%	0,19%	0,07%

Sumber: Laporan QC Outgoing 2022 PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Berdasarkan data pada tabel I.1 dapat dilihat pada proses *printing* perusahaan menghasilkan total *reject* sebesar 3,16%. Persentase tersebut cukup tinggi di atas angka persentase yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 2%. Oleh karena itu penelitian difokuskan pada bagian *printing* guna meningkatkan proses agar dapat dikendalikan sesuai dengan batasan yang ditetapkan oleh perusahaan.

Tingginya persentase *reject* pada proses *printing* tersebut disebabkan oleh banyaknya kegagalan yang terjadi pada bagian *printing*. Berikut data jumlah kegagalan yang terjadi pada bagian *printing* produk Al-Qu'ran di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

Tabel I. 2 Data Jumlah Kegagalan Bagian Printing Produk Al-Qur'an

No	Jenis Gagal	Jumlah	%Gagal	%Kumulatif
1	Kualitas kertas & tinta	944	55%	55%
2	Pencetakan tidak akurat	785	45%	100%
Total		1729	100%	

Sumber: Laporan QC Outgoing 2022 PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Berdasarkan data pada tabel I.2 terdapat dua jenis kegagalan yang terjadi pada bagian *printing*. Kedua jenis kegagalan tersebut memiliki jumlah dan persentase

yang cukup tinggi, apabila hal tersebut tidak diperbaiki maka perusahaan akan mengalami kerugian akibat besarnya kegagalan dalam proses produksi.

Kegagalan dalam proses *printing* (pencetakan) Al-Quran tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga memiliki dimensi etika dan religious. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk melaksanakan proses pencetakan dengan cermat, dan memastikan bahwa cetakan yang dihasilkan akurat dan tahan lama.

Saat ini perbaikan terhadap terjadinya kegagalan masih dilakukan secara *corrective* tanpa mengetahui akar penyebab terjadinya kegagalan produk. Perbaikan yang dilakukan belum disajikan sebagai rencana yang berkelanjutan, sehingga upaya tersebut masih belum mencapai target yang diinginkan.

Untuk mengatasi permasalahan pada proses *printing* ini, maka perusahaan perlu merancang perbaikan untuk mengurangi kegagalan melalui rencana yang berkelanjutan. Rencana perbaikan kualitas dibangun berbasis *Continuous Improvement* dibantu dengan *Basic Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Diharap dengan rencana perbaikan proses yang berkelanjutan ini dapat mengurangi jumlah produk gagal dan perusahaan dapat mencapai keuntungan sesuai dengan yang direncanakan.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, diketahui bahwa PT. Sygma Exa Grafika (SEG) sering kali menghasilkan produk Al-Quran yang gagal. Kegagalan tersebut diduga disebabkan oleh adanya kesalahan pada proses *printing*. Bila kondisi tersebut tidak segera diperbaiki maka akan membuat perusahaan semakin merugi. Perusahaan telah melakukan perbaikan terhadap terjadinya kegagalan, namun masih dilakukan secara *corrective* tanpa mengetahui akar penyebab terjadinya kegagalan produk dan perbaikan yang dilakukan belum disajikan sebagai rencana yang berkelanjutan. Untuk mengatasi permasalahan pada proses *printing* ini, maka perusahaan perlu merancang perbaikan untuk mengurangi kegagalan melalui rencana yang berkelanjutan. Rencana perbaikan kualitas dibangun berbasis *Continuous Improvement* dibantu dengan *Basic Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Berdasarkan penjelasan tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada proses *printing* produk Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG)?
2. Bagaimana rancangan perbaikan proses berbasis *Continuous Improvement* yang dapat dilakukan untuk mengurangi kegagalan pada proses *printing* Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG)?

I.3 Tujuan dan manfaat Penelitian

I.3.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada proses produksi bagian *printing* produk Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).
2. Merancang perbaikan proses berbasis *Continuous Improvement* yang dapat dilakukan untuk mengurangi kegagalan pada proses *printing* Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

I.3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu menjadi bahan pertimbangan perusahaan dalam upaya meningkatkan kualitas produk melalui rancangan perbaikan proses berbasis *Continuous Improvement* yang dapat menurunkan jumlah kegagalan dalam proses *printing* Al-Qur'an dan membantu perusahaan mencapai keuntungan sesuai dengan yang telah direncanakan.

I.4 Batasan Masalah dan Asumsi

Berikut ini merupakan batasan masalah yang akan diteliti pada PT. Sygma Exa Grafika (SEG) agar penelitian tidak menyimpang dari tujuan awal penelitian, antara lain:

1. Penelitian dilakukan di ruang lingkup bagian produksi Al-Qur'an yang ada di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).
2. Objek penelitian yang dilakukan yaitu pada bagian proses *printing* Al-Quran dan bagian produksi isi Al-Quran.

3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *QC Outgoing* dari bulan Januari 2022 - Desember 2022.
4. Penelitian ini dilakukan hanya sampai menganalisis penyebab terjadinya kegagalan proses *printing* pada produk Al-Qur'an dan memberi usulan perbaikan, tidak sampai mengimplementasikan rancangan perbaikan di Perusahaan.

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem produksi dan spesifikasi produk yang diamati tidak mengalami perubahan.
2. Tidak dilakukan penambahan atau pengurangan jumlah mesin ataupun peralatan produksi.

I.5 Lokasi Penelitian

Lokasi dilakukannya penelitian:

Nama Perusahaan : PT. Sygma Exa Grafika

Alamat Perusahaan : Jl. Babakan Sari 1 No. 71 Kiaracondong Bandung 40283

Telepon / Fax : (022) 720 8298

Email : info@syaamilquran.com

I.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan pemaparan mengenai latar belakang permasalahan yang terjadi di PT. Sygma Exa Grafika, membuat rumusan masalah, memaparkan tujuan dan manfaat dalam penelitian, memaparkan batasan masalah dan asumsi, serta memaparkan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini berisikan pemaparan mengenai landasan teori yang menjadi pedoman dalam penyusunan laporan penelitian yang berkaitan dengan teori mengenai kualitas, perbaikan kualitas, alat dalam perbaikan kualitas, dan penjelasan mengenai implementasi *Total Quality Management* dengan kinerja

Continous Improvement, penjelasan metodologi PDCA (*Plan-Do-Check –Act*), dan metode FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Landasan teori ini bertujuan untuk menguatkan metode yang digunakan dalam memecahkan permasalahan di perusahaan.

BAB III USULAN PEMECAHAN MASALAH

Pada bab ini berisikan pemaparan mengenai model pemecahan masalah menggunakan *Basic Seven Tools*, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta langkah-langkah pemecahan masalah yang disajikan kedalam bentuk diagram alir (*flowchart*).

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisikan pemaparan mengenai hasil pengumpulan data dari pengamatan yang dilakukan di PT. Sygma Exa Grafika berupa data jumlah produksi dan kerusakan produk, data *reject* tiap lini produksi, data alur proses produksi, dan data jumlah *defect* produk pada proses *printing*, yang selanjutnya data tersebut diolah untuk memecahkan permasalahan yang terjadi.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan pemaparan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil pengamatan dan pengolahan data menggunakan *Basic Seven Tools*, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari hasil pemecahan masalah yang mencerminkan jawaban atas permasalahan yang telah dirumuskan dan saran atau rekomendasi bagi perusahaan atas kesimpulan yang diambil

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan pemaparan mengenai landasan teori yang menjadi pedoman atau referensi dalam penyusunan laporan penelitian. Landasan teori ini bertujuan untuk menguatkan metode yang digunakan dalam memecahkan permasalahan di perusahaan.

II.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan salah satu faktor penting dalam dunia bisnis maupun non bisnis dimana baik buruknya kinerja suatu perusahaan dapat diukur dari kualitas barang dan jasa yang dihasilkan. Menurut (Gaspersz, 1997) kualitas adalah totalitas dari fitur-fitur dan karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh produk yang sanggup untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Sedangkan definisi kualitas menurut (Kotler, 1997) adalah seluruh ciri serta sifat suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuan untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau yang tersirat. Ini jelas bahwa kualitas berpusat pada konsumen, seorang produsen dapat memberikan kualitas bila produk atau pelayanan yang diberikan dapat memenuhi atau melebihi harapan konsumen.

II.2 Perbaikan Kualitas (*Quality Improvement*)

Perbaikan kualitas adalah upaya untuk meningkatkan kualitas produk, layanan, atau proses secara berkelanjutan. Perbaikan kualitas melibatkan identifikasi masalah atau peluang perbaikan, analisis penyebab masalah, pengembangan tindakan perbaikan, pelaksanaan perubahan, dan pemantauan hasilnya (Gaspersz, 1997). Pendekatan perbaikan kualitas lebih berfokus pada mengidentifikasi akar penyebab masalah dan melakukan tindakan yang bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut secara menyeluruh. Bagian ketiga dari *trilogy* Juran menyatakan bahwa *quality improvement* bertujuan untuk mencapai tingkat kinerja yang secara signifikan lebih tinggi dari level saat ini, lalu peningkatan proses dimulai dengan pembentukan infrastruktur yang efektif seperti divisi yang menangani kualitas (Juran, 1998).

II.2.1 Langkah-langkah Perbaikan Kualitas

Standarisasi sangat diperlukan sebagai tindakan pencegahan untuk memunculkan kembali masalah kualitas yang pernah ada dan telah diselesaikan. Hal ini sesuai dengan konsep pengendalian kualitas berdasarkan sistem manajemen mutu yang berorientasi pada strategi pencegahan, bukan pada strategi pendeteksian saja.

Berikut ini adalah langkah-langkah yang sering digunakan dalam analisis dan solusi masalah mutu menurut (Juran, 1998):

1. Memahami kebutuhan peningkatan kualitas

Langkah awal dalam peningkatan kualitas adalah bahwa manajemen harus secara jelas memahami kebutuhan untuk peningkatan kualitas. Manajemen harus secara sadar memiliki alasan-alasan untuk peningkatan kualitas dan peningkatan mutu merupakan suatu kebutuhan yang paling mendasar. Tanpa memahami kebutuhan untuk peningkatan mutu, peningkatan kualitas tidak akan pernah efektif dan berhasil. Peningkatan kualitas dapat dimulai dengan mengidentifikasi masalah kualitas yang terjadi atau kesempatan peningkatan apa yang mungkin dapat dilakukan. Identifikasi masalah dapat dimulai dengan mengajukan beberapa pertanyaan dengan alat-alat bantu dalam peningkatan seperti *brainstromming*, *check sheet*, atau diagram pareto.

2. Menyatakan masalah kualitas yang ada

Masalah-masalah utama yang telah dipilih dalam langkah pertama perlu dinyatakan dalam suatu pernyataan yang spesifik. Apabila berkaitan dengan masalah kualitas, masalah itu harus dirumuskan dalam bentuk informasi-informasi spesifik jelas tegas dan dapat diukur dan diharapkan dapat dihindari pernyataan masalah yang tidak jelas dan tidak dapat diukur.

3. Mengevaluasi penyebab utama

Penyebab utama dapat dievaluasi dengan menggunakan diagram sebab-akibat dan menggunakan teknik *brainstromming*. Dari berbagai faktor penyebab yang ada, kita dapat mengurutkan penyebab-penyebab dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan dampak dari penyebab terhadap kinerja produk, proses, atau sistem manajemen mutu secara keseluruhan.

4. Merencanakan solusi atas masalah

Diharapkan rencana penyelesaian masalah berfokus pada tindakan-tindakan untuk menghilangkan akar penyebab dari masalah yang ada. Rencana peningkatan untuk menghilangkan akar penyebab masalah yang ada diisi dalam suatu formulir daftar rencana tindakan.

5. Melaksanakan perbaikan

Implementasi rencana solusi terhadap masalah mengikuti daftar rencana tindakan peningkatan kualitas. Dalam tahap pelaksanaan ini sangat dibutuhkan komitmen manajemen dan karyawan serta partisipasi total untuk secara bersama-sama menghilangkan akar penyebab dari masalah kualitas yang telah teridentifikasi.

6. Meneliti hasil perbaikan

Setelah melaksanakan peningkatan kualitas perlu dilakukan studi dan evaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan selama tahap pelaksanaan untuk mengetahui apakah masalah yang ada telah hilang atau berkurang. Analisis terhadap hasil-hasil temuan selama tahap pelaksanaan akan memberikan tambahan informasi bagi pembuatan keputusan dan perencanaan peningkatan berikutnya.

7. Menstandarisasikan solusi terhadap masalah

Hasil-hasil yang memuaskan dari tindakan pengendalian kualitas harus distandarisasikan dan selanjutnya melakukan peningkatan terus-menerus pada jenis masalah yang lain. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali.

8. Memecahkan masalah selanjutnya

Setelah selesai masalah pertama, selanjutnya beralih membahas masalah selanjutnya yang belum terpecahkan (jika ada).

II.3 Total Quality Management (TQM)

II.3.1 Evolusi TQM

Evolusi Total Quality Management (TQM) mencakup perkembangan dan perubahan dalam konsep, pendekatan, penerapan TQM sejak awal pengenalannya. Berikut adalah evolusi TQM menurut (Juran, 1998):

1. Kontrol kualitas

Pada awalnya, fokus utama dalam manajemen kualitas adalah kontrol kualitas. Pada periode ini, perhatian diberikan pada pemeriksaan dan pengendalian produk dan proses untuk memastikan bahwa standar kualitas terpenuhi.

2. Perbaikan kualitas

Kemudian mengidentifikasi pergeseran dari kontrol kualitas ke perbaikan kualitas. Karena dengan mengandalkan inspeksi dan pengendalian saja tidak akan mencapai kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu, Juran mendorong organisasi untuk menerapkan pendekatan perbaikan berkelanjutan yang melibatkan seluruh organisasi dan fokus pada penghapusan penyebab akar masalah.

3. Manajemen kualitas

Evolusi TQM mencakup pergeseran lebih lanjut menuju manajemen kualitas. Menurut Juran, manajemen kualitas melibatkan perencanaan, kontrol, dan perbaikan kualitas yang terintegrasi dalam semua aspek organisasi. Juran menekankan pentingnya perencanaan kualitas yang sistematis, pengukuran kualitas yang akurat, dan pengelolaan berdasarkan fakta untuk mencapai keunggulan kualitas.

4. Penekanan pada kepuasan pelanggan

Juran juga menggarisbawahi pentingnya memahami dan memenuhi kebutuhan pelanggan. Menurutnya, organisasi harus fokus pada pemahaman mendalam tentang keinginan dan harapan pelanggan, serta berkomitmen untuk memberikan produk atau layanan yang memenuhi atau melampaui ekspektasi tersebut.

Pandangan Juran tentang evolusi TQM mencakup pergeseran dari kontrol kualitas ke perbaikan kualitas dan akhirnya, menuju manajemen kualitas yang holistik. Dia menekankan pentingnya pengelolaan berdasarkan fakta, perbaikan berkelanjutan, dan kepuasan pelanggan dalam mencapai keunggulan kualitas.

II.3.2 Filosofi TQM

TQM (*Total Quality Management*) memiliki filosofi yang mendasari pendekatan manajemen kualitas menyeluruh dalam suatu organisasi. Filosofi TQM melibatkan pandangan dan nilai-nilai dasar yang mengarah pada pencapaian kualitas yang tinggi. Berikut adalah filosofi TQM menurut (Deming, 2002):

1. Menciptakan tujuan kepegawaian. Setiap anggota organisasi harus memiliki pemahaman yang jelas tentang tujuan organisasi dan bekerja untuk mencapainya.
2. Mengadopsi filosofi transformasi. Organisasi harus menerima dan menerapkan perubahan yang diperlukan untuk mencapai perbaikan berkelanjutan.
3. Menghentikan praktik manajemen berbasis target angka. Deming menentang penggunaan target angka tanpa dasar yang jelas dan mendorong pengambilan keputusan berdasarkan fakta dan data.
4. Menghentikan penghargaan berdasarkan kinerja individu. Deming menekankan pentingnya kolaborasi dan kerjasama dalam mencapai tujuan organisasi, bukan hanya kinerja individu.
5. Fokus pada perbaikan berkelanjutan. TQM melibatkan upaya terus-menerus untuk meningkatkan proses, produk, dan sistem organisasi.
6. Melepaskan ketakutan. Organisasi harus menciptakan lingkungan yang memungkinkan karyawan merasa nyaman dalam berbagi gagasan, mengakui kesalahan, dan mengambil risiko yang produktif.
7. Promosikan Komunikasi. Komunikasi yang efektif di semua tingkatan organisasi sangat penting untuk memastikan pemahaman yang jelas dan penyebaran informasi yang akurat.
8. Hapus hambatan antar departemen. Deming menekankan pentingnya kerjasama antar departemen untuk mencapai tujuan organisasi secara keseluruhan.
9. Hapus slogan, target, dan standar angka. Penggunaan slogan dan target angka yang tidak beralasan hanya akan memperburuk kualitas dan kinerja organisasi.

10. Hilangkan praktik yang merugikan. Deming mengajukan bahwa praktik-praktik yang merugikan, seperti pemberian peringkat kinerja, perangkat lunak manajemen berbasis angka, dan insentif berdasarkan kuantitas, harus dihilangkan.
11. Memungkinkan pengembangan pribadi. Organisasi harus memberikan kesempatan bagi karyawan untuk terus belajar dan berkembang dalam rangka meningkatkan kemampuan dan kontribusi mereka.
12. Wujudkan transformasi kepemimpinan. Deming percaya bahwa kepemimpinan harus mengadopsi pendekatan yang berbeda, berfokus pada memimpin dan mendorong inovasi dan perbaikan di seluruh organisasi.
13. Hentikan pengelompokan berdasarkan angka. Pengelompokan berdasarkan angka yang tidak berdasar dapat memicu persaingan dan menghambat kerjasama yang efektif.
14. Ciptakan visi dan tujuan jangka panjang. Organisasi harus memiliki visi jangka panjang yang jelas dan tujuan yang mengarah pada perbaikan berkelanjutan dan keunggulan kualitas.

II.3.3 Prinsip Kerja TQM

TQM (*Total Quality Management*) melibatkan penerapan sejumlah prinsip dalam operasional dan budaya kerja organisasi. Berikut ini adalah prinsip-prinsip kerja TQM menurut (Deming, 2002):

1. Manajemen berdasarkan fakta
Menggunakan pendekatan manajemen yang berdasarkan data dan fakta. Memantau kinerja, mengukur pencapaian tujuan, dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang obyektif.
2. Perbaikan berkelanjutan
Mendorong perbaikan berkelanjutan di seluruh organisasi dengan menggunakan pendekatan seperti PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) atau DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*). Identifikasi masalah, analisis penyebab akar, dan pengimplementasian tindakan perbaikan yang berkelanjutan adalah komponen kunci dalam prinsip ini.

3. Penghapusan target angka

Menghindari penggunaan target angka tanpa adanya dasar yang jelas, dan lebih menfokuskan pada perbaikan kualitas.

Penerapan prinsip-prinsip TQM membutuhkan komitmen yang kuat dari seluruh tingkatan organisasi, serta perubahan dalam budaya, proses, dan sistem yang ada. Dengan menerapkan prinsip-prinsip ini, organisasi dapat mencapai peningkatan kualitas yang berkelanjutan, kepuasan pelanggan yang lebih tinggi, dan keunggulan kompetitif di pasar.

II.3.4 Siklus PDCA

PDCA pertama kali dikemukakan oleh Walter Shewhart sehingga disebut dengan nama “Siklus *Shewhart*”. Namun lebih dikenal dengan sebutan “Siklus *Deming*” karena Deming ialah orang yang mempopulerkan dan memperluas penerapannya. Kualitas dapat dikendalikan melalui proses terus-menerus dan berkesinambungan (*Continous Process Improvement*). Melalui penerapan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*), siklus ini digunakan untuk mengimplementasikan perbaikan kinerja proses produksi dalam sebuah perusahaan, siklus *Deming* yang telah dilakukan akan menghasilkan standarisasi kualitas produk yang akan ditetapkan secara keseluruhan dalam perusahaan dimana pola tersebut akan terus dilakukan untuk melakukan peningkatan proses selanjutnya sehingga terjadi siklus peningkatan proses yang terus menerus.

Berikut penjelasan dari setiap siklus yang ada pada pendekatan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) menurut (Prihatmaji, 2014):

a. *Plan*

Menetapkan tujuan dan membuat rencana (menganalisis situasi organisasi, membentuk keseluruhan tujuan, dan membuat skala prioritas mengenai target jangka pendek dan jangka panjang, dan mengembangkan rencana untuk mencapai tujuan dan target tersebut.

b. *Do*

Mengimplementasikan rencana kerja (melaksanakan apa yang telah direncanakan).

c. *Check*

Mengukur atau memantau seberapa jauh hasil aktual yang dicapai sesuai dengan sasaran yang direncanakan.

d. *Act*

Memperbaiki dan mengembangkan rencana kerja, dan konsekuen melaksanakan rencana kerja tersebut (melakukan koreksi dan belajar dari kesalahan yang lalu untuk mengembangkan rencana kerja ke depan guna mencapai hasil yang lebih baik di masa mendatang)

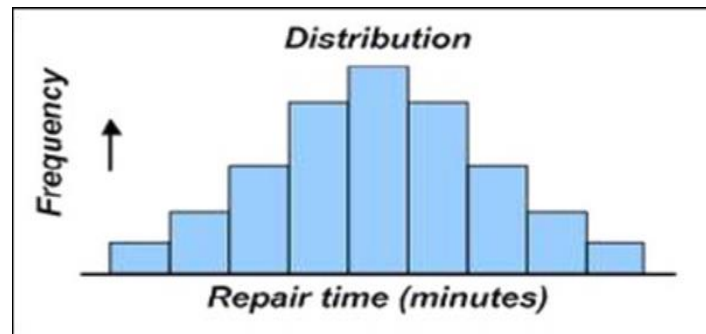
II.4 Alat Dasar Perbaikan Kualitas

Ada tujuh alat mendasar (*basic seven tools*) yang biasa digunakan untuk melakukan *Quality Improvement* pada siklus PDCA. Antara lain yaitu histogram, *check sheet*, *pareto chart*, diagram sebab akibat (*fishbone diagram*), diagram tebar (*scatter diagram*), diagram alir, dan peta *control*.

II.4.1 Histogram

Histogram adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umunya dikenal dengan distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Histogram dapat berbentuk “*normal distribution*” atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simentris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan datanya berada pada batas atas atau bawah. Melalui gambar histogram yang di tampilkan, akan dapat diprediksi hal-hal sebagai berikut:

1. Merupakan penyajian data frekuensi yang diubah menjadi diagram batang.
2. Histogram menjelaskan variasi proses, namun belum mengurutkan rangking dari variasi terbesar sampai dengan yang terkecil. Secara umum, histogram biasa digunakan untuk memantau pengembangan produk baru, penggunaan alat atau teknologi produksi yang baru, memprediksi kondisi pengendalian proses, hasil penjualan, manajemen lingkungan dan lain sebagainya.



Gambar II. 1 Contoh Histogram

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.4.2 Check Sheet

Check Sheet atau lembar pemeriksaan merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkannya. Tujuan digunakannya *check sheet* adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang berkenaan dengan kualitasnya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas. Adapun manfaat dipergunakannya *check sheet* yaitu sebagai berikut:

- Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
- Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
- Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
- Memisahkan antara opini dan fakta.

Defect	Hour								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A	II	III III	III	III	II	II			23
B	III	III	II	III	I	I	III	I	19
C	II	I	III	III II	II	III	II	III	24
D						II			2
E	I	II					II	III	9
Total	8	15	10	15	5	9	7	8	77

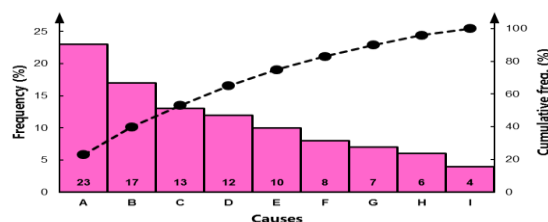
Gambar II. 2 Contoh Check Sheet

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.4.3 Diagram Pareto (*Pareto Analysis*)

Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik garis yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil. Cara membuat diagram Pareto adalah sebagai berikut:

- 1) Kumpulkan sebanyak mungkin data yang menunjukkan sifat dan frekuensi peristiwa tersebut.
- 2) Tentukan kategori yang akan digunakan untuk menganalisa data tersebut.
- 3) Alokasikan frekuensi peristiwa menjadi kategori yang berbeda.
- 4) Hitunglah frekuensi tersebut ke dalam prosentase.
- 5) Buatlah diagram batang.
- 6) Kemudian urutkanlah diagram batang tersebut mulai dari yang terbanyak.
- 7) Ceklah dampak pareto dalam diagram tersebut.
- 8) Apabila dampak pareto jelas, ambil tindakan pada *item* atau faktor yang paling umum.



Gambar II. 3 Contoh Diagram Pareto

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.4.4 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*)

Diagram sebab-akibat berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu, kita juga dapat melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat pada panah-panah yang berbentuk tulang ikan. Faktor-faktor penyebab utamanya

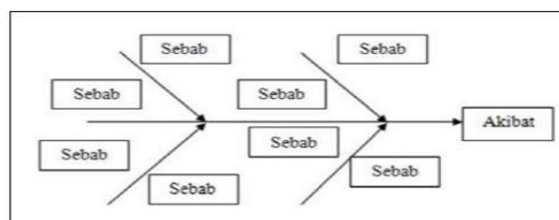
terdiri dari *material* (bahan baku), *machine* (mesin), *man* (tenaga kerja), *method* (metode), dan *environment* (lingkungan).

Kegunaan dari diagram sebab-akibat adalah:

- a. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- b. Menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
- c. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- d. Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
- e. Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
- f. Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
- g. Merencanakan tindakan perbaikan.

Langkah-langkah membuat diagram sebab-akibat adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi masalah utama.
- b. Menempatkan masalah utama tersebut di sebelah kanan diagram.
- c. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
- d. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
- e. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.



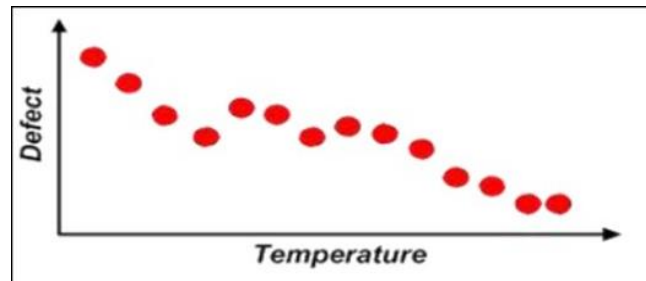
Gambar II. 4 Contoh Diagram Sebab-Akibat

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.4.5 Diagram Tebar (*Scatter Diagram*)

Scatter Diagram atau disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak, yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses

dengan kualitas produk. Pada dasarnya diagram sebar (*scatter diagram*) merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel dan menentukan jenis hubungan dari dua variabel tersebut, apakah positif, negatif atau tidak ada hubungan. Dua variabel yang ditunjukkan dalam diagram sebar dapat berupa karakteristik kuat dan faktor yang mempengaruhinya.



Gambar II. 5 Contoh *Scatter Diagram*

Sumber: (Besterfield, 2009)

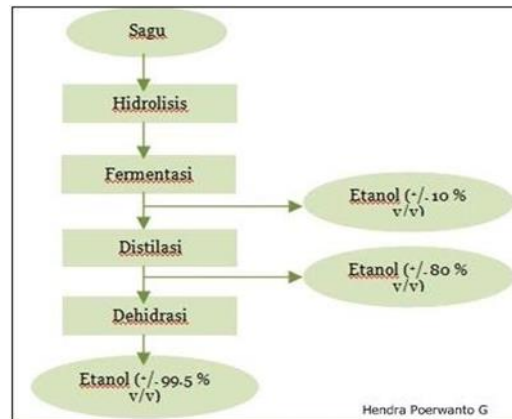
II.4.6 Diagram Alir / Diagram Proses

Diagram alir secara grafis menunjukkan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram ini cukup sederhana, tetapi merupakan alat yang sangat baik untuk mencoba memahami sebuah proses atau menjelaskan langkah-langkah sebuah proses. Jika akan membuat *flow chart*, ada beberapa petunjuk yang harus diperhatikan yaitu :

- 1) *Flow chart* digambarkan dari halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
- 2) Aktivitas yang digambarkan harus didefinisikan secara hati-hati dan definisi ini harus dapat dimengerti oleh pembacanya.
- 3) Kapan aktivitas dimulai dan berakhir harus ditentukan secara jelas.
- 4) Setiap langkah dari aktivitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja.
- 5) Setiap langkah dari aktivitas harus berada pada urutan yang benar.
- 6) Lingkup dan *range* dari aktivitas yang sedang digambarkan harus ditelusuri dengan hati-hati. Percabangan-percabangan yang memotong aktivitas yang sedang digambarkan tidak perlu digambarkan pada *flow chart* yang sama. Simbol konektor harus digunakan dan percabangannya

diletakkan pada halaman yang terpisah atau hilangkan seluruhnya bila percabangannya tidak berkaitan dengan sistem.

- 7) Gunakan simbol-simbol *flow chart* yang standar.



Gambar II. 6 Contoh Diagram Alir

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.4.7 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengavaluasi apakah suatu aktivitas/proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali. Manfaat dari peta kendali adalah untuk:

- Memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali kualitas atau tidak terkendali.
- Memantau proses produksi secara terus menerus agar tetap stabil.
- Menentukan kemampuan proses (*capability process*).
- Mengevaluasi *performance* pelaksanaan dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi.
- Membantu menentukan kriteria batas penerimaan kualitas produk sebelum di pasarkan.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali seperti:

- a. *Upper Control Limit* / batas kendali atas (UCL), merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.
- b. *Central Line* / garis pusat atau tengah (CL), merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.
- c. *Lower Control Limit* / batas kendali bawah (LCL), merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

Out of Control adalah suatu kondisi dimana karakteristik produk tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan ataupun keinginan pelanggan dan posisinya pada peta kontrol berada di luar kendali. Tipe-tipe *Out of Control* meliputi:

- a. Aturan satu titik

Terdapat satu titik data yang berada di luar batas kendali, baik yang berada di luar UCL maupun LCL, maka data tersebut *Out of Control*.

- b. Aturan tiga titik

Terdapat tiga titik data yang berurutan dan dua diantaranya berada di daerah A, baik yang berada di daerah UCL maupun LCL, maka satu dari data tersebut *Out of Control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

- c. Aturan lima titik

Terdapat lima titik data yang berurutan dan empat diantaranya berada di daerah B, baik yang berada di daerah UCL maupun LCL, maka satu dari data tersebut *Out of Control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

- d. Aturan delapan titik

Terdapat delapan titik data yang berurutan dan berada di daerah C dan di daerah UCL maka satu data tersebut *out of control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

Peta kontrol berdasarkan jenis data yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- a. Peta kontrol variabel

Menggunakan data yang memiliki variasi atau penyimpangan yang sesuai dengan standar yang ditentukan. Peta kendali yang digunakan untuk data variabel yaitu peta kendali $\bar{X}$, peta kendali R dan peta kendali S.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali variabel:

- 1) Menentukan ukuran sub grup (n)
- 2) Menentukan banyaknya subgroup (k)
- 3) Kumpulkan data (x) dan kelompokkan dalam sampel berukuran.
- 4) Lakukan perhitungan tiap sampel.

- Harga rata-rata sampel dengan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{k} \quad (\text{II-1})$$

- Harga *Range*:

$$R = \frac{\sum R}{k} \quad (\text{II-2})$$

- 5) Nilai koefisien untuk sub grup pada tabel A2, d2, D3, dan D4.

- 6) Lakukan perhitungan peta *control* $\bar{X}$ dan peta *control* R.

- a) Peta untuk rata-rata ($\bar{X}$ chart)

$$CL = \bar{X} \quad (\text{II-3})$$

$$UCL = \bar{X} + A_2 R \quad (\text{II-4})$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 R \quad (\text{II-5})$$

- b) Peta untuk rentang (R chart)

$$CL = R \quad (\text{II-6})$$

$$UCL = D_4 R \quad (\text{II-7})$$

$$LCL = D_3 R \quad (\text{II-8})$$

Dimana:

$\bar{X}$ = Rata-rata nilai X pada subgroup sampel ke i

k = banyaknya sampel pada subgroup ke i (sampel size)

$\sum X_i$ = Jumlah nilai X pada subgroup sampel ke i

- b. Peta kontrol atribut

Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung dan diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan atau tidak dapat dengan mudah dinyatakan secara numerik.

Dikatakan atribut jika unit produk diklasifikasikan sebagai *defective* atau *non defective*. Berikut langkah-langkah pembuatan peta kendali atribut:

a) Peta kendali proporsi (p)

Digunakan untuk data yang terdiri dari proporsi jumlah kejadian terhadap total jumlah kejadian dan digunakan dalam pengendalian kualitas untuk melaporkan unit-unit yang tidak sesuai dalam produk, dimana jumlah n tidak harus konstan.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali p :

1. Lakukan pemeriksaan terhadap n buah *item* yang cacat (p).
2. Untuk setiap pemeriksaan (sampel i), hitung fraksi cacat dengan persamaan:

$$P_i = \frac{x}{n} \quad (\text{II-9})$$

3. Hitung rata-rata fraksi cacat dari seluruh *item* yang diperiksa dengan persamaan:

$$\bar{P} = \frac{\text{Total Jumlah yang Ditolak}}{\text{Total Jumlah yang Diperiksa}} \quad (\text{II-10})$$

4. Hitung standar deviasi fraksi cacat dengan persamaan:

$$S_i = \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad (\text{II-11})$$

5. Buat peta p dengan batas-batas kendali sebagai berikut:

- Garis tengah (*Central Limit*)

$$CL = \bar{P} \quad (\text{II-12})$$

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad (\text{II-13})$$

- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad (\text{II-14})$$

Dimana:

P_i = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

$\bar{p}$ = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

x = Banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n_i = Banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

6. Plot fraksi cacat p untuk setiap pemeriksaan (*sampel*) pada peta kendali yang dibuat pada langkah lima. Jika terdapat data-data yang keluar dari *control* dan diketahui penyebabnya, buang data dan lakukan perhitungan ulang untuk mendapatkan CL, UCL, dan LCL revisi sampai semua data berada dalam batas kendali.
7. Interpretasikan peta kendali yang terbentuk dan lakukan analisis terhadapnya.

b) Peta kendali np

Peta kendali np digunakan untuk mengetahui jumlah *item* yang tidak memenuhi syarat dan jumlah n harus konstan.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali np :

1. Catat jumlah cacat tiap lot yang diperiksa.
2. Hitung rata-rata jumlah cacat dengan persamaan:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i P_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (\text{II-15})$$

3. Hitung garis sentral dari peta np :

$$n\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i P_i}{\sum_{i=1}^k \text{Sub Grup}} \quad (\text{II-16})$$

4. Hitung standar deviasi jumlah cacat dengan persamaan:

$$S_i = \sqrt{n\bar{P}(1 - \bar{P})} \quad (\text{II-17})$$

5. Buat peta np dengan batas-batas kendali sebagai berikut:

- Garis tengah (*Central Limit*)

$$CL = \bar{P} \quad (\text{II-18})$$

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{n\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad (\text{II-19})$$

- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{n\bar{P}(1-\bar{P})}{n_i}} \quad (\text{II-20})$$

Dimana:

P_i = Proporsi kesalahan dalam setiap sampel

$\bar{p}$ = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

n_i = Banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi (konstan)

6. Plot titik-titik np pada peta yang terbentuk. Pada tahap konstruksi peta ini jika terdapat data-data yang keluar dari *control* dan diketahui penyebabnya, buang data dan lakukan perhitungan ulang untuk mendapatkan CL, UCL, dan LCL revisi sampai semua data berada dalam batas kendali.
7. Interpretasikan peta kendali yang terbentuk dan lakukan analisis terhadapnya.

c) Peta c

Yaitu peta kontrol untuk banyaknya cacat dalam satu unit produk. Setiap produk yang cacat bisa saja terdapat lebih satu defect (yang diperhatikan banyaknya cacat, bukan jumlah produk yang cacat). Peta c digunakan apabila ukuran sampel sama dengan satu unit pemeriksaan, selain itu grafik ini dapat ditetapkan untuk mengendalikan performansi dari operator, stasiun kerja, atau sebuah *shift* kerja dengan syarat jumlah n harus konstan.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali c :

1. Menentukan banyaknya pengamatan (N)
2. Menentukan banyaknya sampel dalam tiap pengamatan (n)
3. Amati dan hitung hasil sampel dengan perhitungan peta kendali c . Adapun cara menentukan rata-rata jumlah defect ($\bar{c}$) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Mitra, 2016):

$$\bar{c} = \frac{\sum x}{N} \quad (\text{II-21})$$

Dimana:

X = Jumlah *defect* dalam ukuran *sub group*

N = Banyaknya pengamatan

4. Menghitung Batas Kontrol Percobaan (BKP). Batas kendali atas dan batas kendali bawah peta c dapat dihitung dengan rumus berikut (Mitra, 2016):

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (\text{II-22})$$

- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (II-23)$$

5. Plot data pada peta kendali c serta amati apakah data tersebut berada dalam batas pengendalian atau tidak.
 6. Bila Batas Kontrol Percobaan (BKP) telah terkendali maka lanjut ketahap selanjutnya, dan apabila belum terkendali lakukan revisi dan ukur Kembali hasil pengamatan agar dapat mendapatkan sampel yang terkendali.
- d) Peta u , yaitu peta kontrol untuk mengamati jumlah kecacatan per unit produksi. Peta kendali u digunakan untuk menggambarkan jumlah cacat per unit. Penggunaanya sama dengan peta *control c*, tetapi jumlah sampel n tidak harus konstan.

Langkah-langkah pembuatan peta kendali u :

1. Tentukan karakteristik dari kualitas.
2. Buatlah keputusan mengenai dasar pembuatan *subgroup*.
3. Pemilihan jenis peta kendali yang akan digunakan.
4. Menyiapkan formulir pencatatan data (*check sheet*).
5. Pencatatan data hasil pengamatan.
6. Perhitungan banyaknya *defective* rata-rata per unit pemeriksaan.

$$U_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (II-27)$$

$$\bar{u} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i} = \frac{\text{Jumlah Ketidaksesuaian yang Diperoleh}}{\text{Jumlah Unit Pengukuran yang Diperiksa}} \quad (II-28)$$

7. Perhitungan batas-batas kendali percobaan.

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (II-29)$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n_i}} \quad (II-30)$$

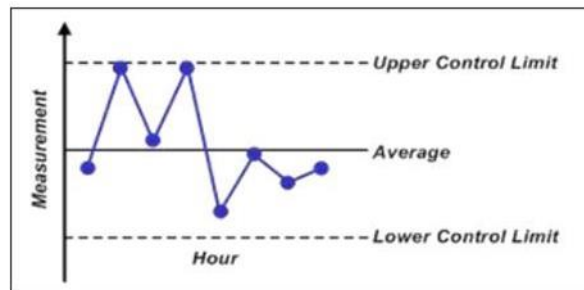
Dimana:

U_i = unit cacat per sampel

c_i = unit cacat ke- i

n_i = jumlah sampel inspeksi ke- i

8. Plot titik-titik dan batas kendali.
9. Penarikan kesimpulan dari peta kendali.



Gambar II. 7 Contoh Peta Kendali P

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.5 Analisis Kemampuan Proses (*Process Capability Analysis*)

Kemampuan proses merupakan suatu analisis variabilitas relatif terhadap persyaratan atau spesifikasi produk serta untuk membantu pengembangan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi banyak variabilitas yang terjadi (Besterfield, 2009). Kemampuan Proses ini merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang diterapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Gaspersz, 2002).

Pada analisis kemampuan proses dikenal adanya batas spesifikasi. Batas spesifikasi tepat bagi kategori seperti bahan baku, produk, atau pelayanan. Batas spesifikasi ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumen. Apa yang diinginkan oleh konsumen terhadap produk atau pelayanan dianalisis dengan riset pasar dan dikombinasikan dengan rancangan produk dan jasa (pelayanan). Batas spesifikasi sering disebut batas toleransi. Ada 2 indikator yang biasa dipakai untuk mengukur kapabilitas proses yaitu dengan menggunakan indeks kapabilitas proses C_p dan indeks kapabilitas proses C_{pk} . Indeks C_p dan C_{pk} / P_p dan P_{pk} adalah 2 macam indeks yang berbeda pada standar deviasinya.

C_p adalah proses dasar *process capability index* dengan mengevaluasi kinerja proses yang terkait dengan batas spesifikasi yang telah ditentukan, adapun rumus persamaannya sebagai berikut (Besterfield, 2009):

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (II-31)$$

Dimana:

USL: *Upper Specification Limit* (Batas Spesifikasi Atas)

LSL: *Lower Specification Limit* (Batas Spesifikasi Bawah)

C_{pk} adalah kapabilitas *actual* (C_{pk}) bertujuan untuk menunjukkan kondisi aktual sistem sebenarnya, adapun rumus persamaannya sebagai berikut (Besterfield, 2009):

$$C_{pu} = \min (C_{pu}, C_{pl}) \quad (II-32)$$

Dimana:

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (II-33)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (II-34)$$

Adapun tabel berikut ini merangkum perbandingan nilai C_p dan C_{pk} beserta estimasi proses yang terjadi, berikut tabel tersebut:

Tabel II. 1 Kondisi Nilai *Capability Process*

<i>Capability Index</i>	Perkiraan Kondisi Yang Terjadi
$C_{pk} = C_p$	<i>Mean</i> proses tepat berada di tengah batas spesifikasi
$C_p < 1$	Proses berjalan tidak sesuai
$1 \leq C_{pk} < 1,33$	Proses berjalan sesuai
$C_p \geq 1,33$	Proses cukup memuaskan
$C_p \geq 1,66$	Proses sangat memuaskan
$C_{pk} \neq C_p$	<i>Mean</i> proses tidak tepat berada di tengah batas spesifikasi
$C_{pk} < 0$	<i>Mean</i> proses berada di luar batas spesifikasi
$C_{pk} < -1$	Seluruh proses berada di luar batas spesifikasi
$C_{pk} = 0$	Setengah proses berada di luar batas spesifikasi

Sumber: (Besterfield, 2009)

II.6 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

II.6.1 *Pengertian Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan atau kegagalan dalam desain, kondisi di luar batas

spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Dengan menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk (Gaspersz, 2002).

Terdapat dua penggunaan FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain akan membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena material yang tidak sesuai. FMEA proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, misalnya kondisi diluar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain.

II.6.2 Tujuan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Tujuan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) menurut (Carlson, 2014) adalah sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi dan memahami moda kegagalan potensial dan penyebab dan efek kegagalan pada sistem atau pengguna akhir untuk produk atau proses tertentu.
- b. Menilai resiko dengan moda kegagalan yang teridentifikasi, efek dan penyebab, serta memprioritaskan pokok permasalahan untuk diberi tindakan perbaikan.
- c. Mengidentifikasi dan melaksanakan tindakan korektif untuk mengatasi masalah yang paling serius.

II.6.3 Jenis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Terdapat empat jenis FMEA menurut (Stamatis, 2003):

- a. *System* FMEA

System FMEA digunakan untuk menganalisis sistem dan subsistem pada konsep dan desain awal. *System* FMEA merupakan tipe FMEA yang terfokus pada potensi moda kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan kekurangan sistem dan bertujuan untuk memaksimalkan kualitas, reliabilitas, biaya dan *maintainability* dari suatu sistem.

Output yang dihasilkan dari *system* FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Daftar potensi moda kegagalan yang disusun berdasarkan tingkat RPN.
- 2) Daftar potensi dari fungsi sistem yang dapat mendeteksi mode kegagalan potensial.
- 3) Daftar potensi dari tindakan desain untuk mengeliminasi mode kegagalan, masalah keselamatan, dan mengurangi tingkat *occurrence*.

Manfaat dari *system* FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Membantu memilih alternatif desain sistem yang optimal.
- 2) Membantu menentukan redundansi (peramalan).
- 3) Membantu dalam mendefinisikan dasar untuk prosedur diagnosa tingkatan sistem yang ada.
- 4) Meningkatkan kemungkinan bahwa masalah - masalah yang potensial akan dipertimbangkan untuk ditindaklanjuti.
- 5) Mengidentifikasi kegagalan sistem yang potensial dan interaksinya dengan sistem dan subsistem lain.

b. *Design* FMEA

Design FMEA digunakan untuk menganalisis produk sebelum dirilis di manufaktur. *Design* FMEA merupakan tipe FMEA yang terfokus pada moda kegagalan yang disebabkan oleh kekurangan desain dan bertujuan untuk memaksimalkan kualitas, realibilitas, biaya dan *maintainability* dari suatu desain.

Output yang dihasilkan dari *design* FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Daftar potensi moda kegagalan yang disusun berdasarkan tingkat RPN.
- 2) Daftar potensi dari karakteristik kritis maupun signifikan.
- 3) Daftar potensi dari tindakan desain yang dapat dilakukan untuk mengeliminasi moda kegagalan, masalah keselamatan dan mengurangi tingkat *occurrence*.
- 4) Daftar potensi dari paramater untuk metode pengujian, inspeksi, maupun deteksi yang sesuai.
- 5) Daftar potensi dari tindakan yang seharusnya dilakukan untuk karakteristik kritis dan signifikan.

Manfaat dari *design* FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat prioritas untuk tindakan peningkatan desain yang ada.
- 2) Mendokumentasikan alasan yang digunakan untuk perubahan yang dilakukan.
- 3) Menyediakan informasi untuk membantu verifikasi produk desain dan pengujian.
- 4) Membantu mengidentifikasi karakteristik yang kritis atau signifikan.
- 5) Membantu dalam pengevaluasian kebutuhan dan alternatif desain yang akan dibuat.
- 6) Membantu mengidentifikasi dan menghilangkan masalah keamanan yang berpotensi muncul.
- 7) Mengidentifikasi kegagalan sistem yang potensial dan interaksinya dengan sistem dan subsistem lain.

c. *Process FMEA*

Process FMEA digunakan untuk menganalisis proses-proses manufaktur dan perakitan. *Process FMEA* merupakan tipe FMEA yang terfokus pada moda kegagalan yang disebabkan kekurangan proses atau perakitan yang ada.

Output yang dihasilkan dari process FMEA adalah sebagai berikut:

- 1) Daftar potensi dari moda kegagalan berdasarkan peringkat RPN.
- 2) Daftar potensi dari karakteristik kritis dan/atau signifikan.
- 3) Daftar potensi dari rekomendasi tindakan untuk merujuk pada karakteristik kritis dan signifikan.

Manfaat dari *process FMEA* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengidentifikasi perbedaan proses dan menawarkan rekomendasi tindakan perbaikan
- 2) Mengidentifikasi karakteristik kritis dan/atau signifikan dan membantu dalam mengembangkan perencanaan pengendalian.
- 3) Membuat prioritas dari tindakan perbaikan.
- 4) Membantu dalam analisis manufaktur atau proses perakitan.

d. *Service FMEA*

Service FMEA digunakan untuk menganalisis pelayanan sebelum mencapai konsumen. *Service FMEA* berfokus pada moda kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses.

Output yang dihasilkan dari *service FMEA* adalah sebagai berikut:

- 1) Daftar potensi dari kesalahan berdasarkan peringkat RPN.
- 2) Daftar potensi dari karakteristik tugas kritis atau signifikan atau proses.
- 3) Daftar potensi dari proses atau tugas yang *bottleneck*.
- 4) Daftar potensi untuk mengeliminasi kesalahan
- 5) Daftar potensi dari sistem pengawasan / fungsi proses.

Manfaat dari *service FMEA* adalah sebagai berikut:

- 1) Membantu dalam menganalisis aliran kerja
- 2) Membantu dalam menganalisis sistem dan/atau proses.
- 3) Mengidentifikasi perbedaan tugas.
- 4) Menyusun prioritas untuk tindakan perbaikan.

II.6.4 Langkah-langkah Pembuatan FMEA

Menurut (McDermott, 2009) semua *design FMEA* dan *process FMEA* menggunakan sepuluh langkah yang ditunjukkan pada tabel II.2.

Tabel II. 2 Sepuluh Langkah FMEA

Langkah 1	Meninjau proses atau produk
Langkah 2	Melakukan <i>brainstorming</i> terhadap moda kegagalan potensial
Langkah 3	Mendaftar potensi efek yang ditimbulkan untuk setiap moda kegagalan
Langkah 4	Menetapkan peringkat <i>severity</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 5	Menetapkan peringkat <i>occurrence</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 6	Menetapkan peringkat <i>detection</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan
Langkah 7	Menghitung <i>Risk Priority Number</i> untuk setiap efek yang ditimbulkan

Lanjutan Tabel II.2 Sepuluh Langkah FMEA

Langkah 8	Memprioritaskan moda kegagalan yang akan ditindaklanjuti
Langkah 9	Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi moda kegagalan yang beresiko tinggi
Langkah 10	Menghitung hasil <i>Risk Priority Number</i> setelah moda kegagalan dikurangi atau dihilangkan

Sumber: (McDermott, 2009)

Berikut adalah penjelasan dari setiap langkah FMEA:

1. Meninjau proses atau produk

Tahap peninjauan proses atau produk merupakan tahap awal dalam langkah FMEA. Gambar teknik dari produk dibutuhkan saat akan melakukan tinjauan berkaitan dengan *design* FMEA, sedangkan *flowchart* dari tiap operasi dibutuhkan saat akan melakukan tinjauan berkaitan dengan process FMEA.

2. Melakukan *brainstorming* terhadap moda kegagalan potensial

Sebuah tim FMEA akan memulai memikirkan potensi-potensi moda kegagalan setelah mengetahui dan mengerti proses maupun produk dari kasus yang ada. Sebuah sesi *brainstorming* akan memunculkan banyak ide baru dan anggota tim yang menghadiri sesi *brainstorming* harus membawa catatan ide yang mereka punya untuk dibagikan di sesi tersebut.

3. Mendaftar potensi efek yang ditimbulkan untuk setiap moda kegagalan

Dengan adanya catatan moda kegagalan dalam *worksheet* FMEA, sebuah tim FMEA harus meninjau setiap moda kegagalan dan mengidentifikasi efek potensial dari kegagalan yang muncul.

4. Menetapkan peringkat *severity* untuk setiap efek yang ditimbulkan

Tingkatan *severity* merupakan estimasi seberapa serius dampak yang akan ditimbulkan jika kegagalan terjadi. Beberapa kasus, tingkat *severity* dapat dengan jelas diketahui, karena menggunakan pengalaman masa lalu sehingga seberapa serius masalah yang timbul dapat diketahui. Kasus yang lain, penentuan tingkat *severity* berdasarkan pengetahuan dan keahlian dari anggota tim FMEA. Tabel II.3 menunjukkan contoh skala *severity* untuk FMEA proses.

Tabel II. 3 Contoh Skala Severity FMEA Proses

Efek	Ranking	Kriteria
Berbahaya tanpa ada peringatan	10	Dapat membahayakan operator (mesin atau peralatan) tanpa adanya peringatan
Berbahaya dengan peringatan	9	Dapat membahayakan operator dengan peringatan
Gangguan bersifat mayor	8	Seluruh komponen (100%) yang dihasilkan tidak dapat digunakan (<i>scrap</i>)
Gangguan yang signifikan	7	Sebagian komponen (<100%) yang dihasilkan tidak dapat digunakan (<i>scrap</i>)
Gangguan yang bersifat sedang	6	Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang secara <i>off-line</i> dan diterima (<i>rework</i>)
Gangguan yang bersifat sedang	5	Sebagian (<100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang secara <i>offline</i> dan diterima (<i>rework</i>)
Gangguan yang bersifat sedang	4	Seluruh (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang <i>in-station</i> sebelum menuju proses selanjutnya
Gangguan yang bersifat sedang	3	Sebagian (100%) komponen yang dihasilkan perlu dilakukan pengerjaan ulang <i>in-station</i> sebelum menuju proses selanjutnya
Gangguan bersifat minor	2	Efek yang kecil pada proses, operasi atau operator
Tidak ada	1	Tanpa Efek

Sumber: (McDermott, 2009)

- Menetapkan peringkat *occurrence* untuk setiap efek yang ditimbulkan
Metode terbaik dalam menentukan peringkat *occurrence* adalah menggunakan data aktual dari suatu proses. Tim FMEA harus mengestimasi seberapa sering moda kegagalan mungkin muncul saat data aktual kegagalan tidak tersedia. Tabel II.4 menunjukkan contoh skala *occurrence* untuk FMEA proses.

Tabel II. 4 Contoh Skala *Occurrence* FMEA Proses

Kemungkinan Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Rangking
Sangat tinggi: kegagalan terus menerus terjadi	≥ 100 dari 1000 satuan	10
	50 dari 1000 satuan	9
Tinggi: kegagalan sering terjadi	20 dari 1000 satuan	8
	10 dari 1000 satuan	7
Menengah: kegagalan kadang-kadang terjadi	5 dari 1000 satuan	6
	2 dari 1000 satuan	5
	1 dari 1000 satuan	4
Rendah: kegagalan sedikit terjadi	0,5 dari 1000 satuan	3
	0,1 dari 1000 satuan	2
Hampir tidak ada kegagalan terjadi	$\leq 0,01$ dari 1000 satuan	1

Sumber: (McDermott, 2009)

6. Menetapkan peringkat *detection* untuk setiap efek yang ditimbulkan
- Peringkat *detection* dilihat dari bagaimana kegagalan atau efek dari kegagalan dapat terdeteksi. Langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi pengendalian kegagalan yang dapat mendeteksi kegagalan maupun efek dari kegagalan. Jika tidak ada pengendalian mengenai kegagalan maka kemampuan deteksi rendah dan akan menghasilkan peringkat deteksi yang tinggi, seperti 9 atau 10. Tabel II.5 menunjukkan contoh skala deteksi untuk FMEA proses.

Tabel II. 5 Contoh Skala *Detection* FMEA Proses

Deteksi	Tipe Inspeksi			Ranking	Kriteria
	A	B	C		
Hampir Pasti	X			1	Komponen yang tidak sesuai tidak dapat dihasilkan
Sangat Tinggi	X	X		2	<i>Error detection in station (automatic gauging</i> dengan fitur pemberhentian secara otomatis). Tidak dapat melewatkan komponen yang tidak sesuai.

Lanjutan tabel II.5 Contoh Skala *Detection* FMEA Proses

Deteksi	Tipe Inspeksi			Ranking	Kriteria
	A	B	C		
Tinggi	X	X		3	<i>Error detection in station</i> , atau <i>error detection</i> pada operasi berikutnya dengan tipe penerimaan (<i>acceptance</i>) yang berlapis: <i>supply, select, install, verify</i> . Tidak dapat menerima komponen yang tidak sesuai.
Cukup Tinggi	X	X		4	<i>Error detection</i> pada operasi berikutnya, atau pengukuran saat <i>setup</i> dan pemeriksaan pada komponen pertama yang dihasilkan (<i>first-piece check</i>)
Sedang		X		5	Kontrol deteksi berdasarkan pengukuran setelah komponen meninggalkan stasiun (<i>variable gauging</i>), atau <i>Go/No Go gauging</i> dilakukan pada 100% dari komponen setelah komponen meninggalkan stasiun.
Rendah		X	X	6	Kontrol deteksi dilakukan dengan metode SPC (<i>Statistical Process Control</i>)
Sangat Rendah			X	7	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan ganda secara visual
Kecil			X	8	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara visual
Sangat Kecil			X	9	Kontrol deteksi dilakukan hanya dengan pemeriksaan secara random
Hampir Tidak Mungkin			X	10	Tidak dapat mendeteksi

Sumber: (McDermott, 2009)

Tipe Inspeksi:

A : *Error-Proofed*

B : Pengukuran

C : Inspeksi Manual

7. Menghitung *Risk Priority Number* untuk setiap efek yang ditimbulkan
Risk Priority Number diperoleh dengan mengalikan *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (II-35)$$

8. Memprioritaskan moda kegagalan yang akan ditindaklanjuti
 Moda kegagalan diprioritaskan berdasarkan *Risk Priority Number* yang tertinggi menuju ke yang terendah. Kemungkinan yang terjadi bahwa aturan 80/20 dapat diterapkan ke RPN, seperti halnya dengan peningkatan kualitas yang lain. Hal ini dapat berarti bahwa 80% dari total RPN pada FMEA berasal dari 20% kegagalan dan efek potensial. Pareto diagram dapat membantu menunjukkan perbedaan antara peringkat untuk kegagalan dan efek yang ditimbulkan.

9. Mengambil tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi moda kegagalan yang beresiko tinggi

Langkah yang dapat dilakukan dalam mengeliminasi atau mengurangi moda kegagalan adalah menggunakan proses pemecahan masalah yang terorganisir yaitu dengan mengidentifikasi masalah kemudian mengimplementasikan tindakan perbaikan yang dapat dilakukan. Idealnya, moda kegagalan harus dihilangkan. Moda kegagalan yang telah dihilangkan akan memiliki nilai RPN baru mendekati 0 karena peringkat *occurrence* akan menjadi peringkat satu.

Pendekatan paling mudah yang dapat dilakukan dalam peningkatan produk atau proses adalah dengan meningkatkan kemampuan mendeteksi kegagalan yang dapat menurunkan peringkat deteksi. Selain itu pengurangan nilai *severity* juga penting, khususnya pada situasi yang dapat mengakibatkan kegagalan lainnya muncul.

10. Menghitung hasil *Risk Priority Number* setelah moda kegagalan dikurangi atau dihilangkan

Satu tindakan yang telah diambil untuk meningkatkan produk atau proses harus diikuti dengan penentuan peringkat yang baru bagi *severity*, *occurrence*, *detection* dan RPN dihitung kembali. Tindakan perbaikan moda

kegagalan yang telah dilakukan seharusnya dapat mengurangi nilai RPN secara signifikan. Jika tidak, hal itu berarti tindakan perbaikan yang diambil tidak mengurangi *severity*, *occurrence* dan *detection*.

II.7 Proses *Printing*

Pada dasarnya percetakan merupakan sebuah industri yang diperuntukkan untuk memproduksi tulisan maupun gambar dalam jumlah banyak. *Printing* adalah proses mekanis atau digital untuk mereproduksi teks dan gambar, biasanya menggunakan tinta di atas kertas dengan mesin cetak (Kipphan, 2001). Berbagai macam kebutuhan sehari-hari dihasilkan dari industri percetakan, seperti Al-Qur'an, buku, brosur, kotak kemasan, banner, dan lain-lain. Metode percetakan dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama berdasarkan teknik dan prinsip kerja yaitu cetak *offset*, cetak digital, cetak *gravure* (*rotogravure*), cetak sablon (*screen printing*), dan cetak *flexografi*.

II.7.1 Cetak *Offset*

Cetak *offset* adalah salah satu metode percetakan yang paling umum digunakan, terutama untuk pencetakan dalam jumlah besar. Metode ini memanfaatkan prinsip dasar bahwa minyak dan air tidak saling bercampur. Dalam proses ini, gambar yang akan dicetak dipindahkan dari pelat ke lembaran karet (*blanket*) dan kemudian ke permukaan media cetak (Kipphan, 2001).

II.7.1.1 Prinsip Kerja Mesin cetak *Offset*

Prinsip dasar dari cetak *offset* adalah penggunaan pelat cetak yang telah diolah dengan bahan kimia khusus. Pelat ini memiliki area gambar (*oleofil*) yang menarik tinta berbasis minyak dan area non-gambar (*hidrofil*) yang menarik air. Berikut tahap-tahap cetak *offset* menurut (Kipphan, 2001):

1) Persiapan Cetak

- Desain dan *layout*

Desain grafis dibuat menggunakan perangkat lunak komputer, kemudian diproses menjadi film atau langsung ke pelat melalui proses *Computer to Plate* (CtP).

- Pembuatan pelat

Pelat cetak dibuat dari bahan aluminium yang dilapisi dengan lapisan fotosensitif. Pelat ini kemudian diproses melalui eksposur sinar ultraviolet dan pengembangan kimia untuk membentuk area gambar dan non-gambar.

2) Proses Cetak

- Pemasangan pelat

Pelat yang telah siap dipasang pada silinder pelat mesin cetak.

- Pembasahan pelat

Pada setiap putaran, pelat dibasahi oleh sistem pembasah yang menggunakan larutan khusus untuk memastikan area non-gambar tetap bebas tinta.

- Pemberian tinta

Tinta diaplikasikan pada pelat cetak, hanya menempel pada area gambar.

- Transfer ke *blanket*

Gambar yang bertinta pada pelat kemudian dipindahkan ke *blanket* yang fleksibel.

- Cetak pada kertas

Dari *blanket*, gambar ditransfer ke lembaran kertas yang bergerak melalui mesin cetak.

3) Penyelesaian Cetak

- Pengeringan

Lembaran kertas yang telah dicetak dikeringkan menggunakan sistem pengeringan (misalnya, inframerah atau panas).

- *Finishing*

Proses akhir seperti pemotongan, penjilidan, laminasi dan lain-lain untuk menghasilkan produk cetakan yang siap digunakan.

II.7.1.2 Komponen Utama Mesin Cetak *Offset*

Berikut Komponen utama mesin cetak *offset* menurut (Kipphan, 2001), yaitu:

- 1) Silinder *Pelat*, berfungsi memegang pelat cetak
- 2) Silinder *Blanket*, berfungsi memindahkan gambar dari pelat ke media cetak
- 3) Silinder Cetak (*Impression Cylinder*), berfungsi menekan media cetak ke *blanket*.
- 4) Sistem Pembasah, berfungsi mengaplikasikan larutan pembasah ke pelat untuk menjaga area non-gambar bebas tinta.
- 5) Sistem Tinta, berfungsi mengaplikasikan tinta ke pelat cetak.

II.7.1.3 Unit-unit Pada Mesin Cetak *Offset*

Berikut unit-unit pada mesin cetak *offset* menurut (Kipphan, 2001), yaitu:

1. Unit Pemasukan / Unit Pengumpan

Terdapat dua sistem unit pemasukan pada mesin cetak *offset*, yaitu:

1) Sistem pemasukan tunggal (*single sheet feeder*)

Sistem pemasukan tunggal adalah masuknya kertas ke unit percetakan satu persatu. Kertas dari meja penumpukan diambil satu persatu untuk dibawa ke unit pencetakan. Biasanya sistem ini digunakan pada mesin-mesin berukuran kecil dan kecepatan mesinnya relatif rendah. Contoh mesinnya Heidelberg GTO 52. Komponen-komponen sistem pemasukan tunggal antara lain, meja penumpukan kertas, penghisap tunggal, meja penghantar, gripper, penepat depan, penepat samping, dan *swing gripper*.

2) Sistem susun sirih

Masuknya kertas dari meja penumpukan kertas ke unit pencetakan susul menyusul. Kertas dari meja penumpukan diambil oleh penghisap secara susul menyusul membentuk susunan sirih untuk dibawa ke unit pencetakan. Ciri utama sistem sirih adalah kertas dihisap dibagian belakang sedangkan pada sistem pemasukan tunggal kertas dihisap dibagian depannya. Komponen-komponen sistem pemasukan susun sirih antara lain, meja penumpukan kertas, kelompok kepala hisap, meja penghantar, dan pendeteksi kertas rangkap.

2. Unit pembasahan

Unit pembasahan pada cetak *offset* berfungsi untuk memberikan kelembaban pada permukaan pelat. Dengan adanya air pembasah tersebut, bagian yang tidak mencetak tetap peka terhadap air dan tetap menolak tinta. Sistem pembasahan dibagi menjadi dua, yaitu:

1) Sistem konvensional

Sistem ini menggunakan *roll* karet yang dilapisi dengan kain multon dan letak *roll-roll*nya berdiri sendiri, tidak ada hubungan langsung dengan *roll* tinta. Karena itu susunan unit pembasahan terdiri dari bak air, *roll* bak air, *roll* jilat air, dan *roll* penghantar air.

2) Sistem Aquamatic

Sistem ini menggunakan *roll* karet yang tidak dilapisi kain multon, sehingga air seakan-akan bercampur dengan tinta, sebab antara *roll* air dengan *roll* tinta berhubungan, karena itu *roll* hantar tinta juga berfungsi *roll* hantar air.

3. Unit Penintaan

Unit penintaan berfungsi untuk melapisi *image* pada pelat tinta dengan tinta cetak. Tinta hanya menempel pada bagian yang mencetak sedangkan bagian yang tidak mencetak tidak menerima tinta atau menolak tinta. Hal ini sesuai dengan prinsip cetak *offset* adalah adanya tolak menolak antara air dan tinta. Konstruksi *roll-roll* sistem penintaan sangat mempengaruhi mutu hasil cetakan. Perbedaan yang ada pada berbagai jenis mesin *offset* adalah pada garis tengah, jumlah *roll* dan Panjang *roll-roll*nya. Secara umum sistem penintaan pada mesin cetak *offset* terdiri atas:

- a. Bak tinta, merupakan pusat cadangan penyalur tinta.
- b. *Roll* bak tinta, berfungsi meneruskan tinta dari bak tinta ke *roll* jilat tinta sekaligus mengatur pemberian tinta secara teratur dan stabil.
- c. *Roll* jilat, berfungsi mengambil tinta dari *roll* bak tinta dan meneruskannya ke *roll* pembagi.
- d. *Roll* pembagi tinta digerakkan oleh gigi penggerak, selain berputar juga ke kiri ke kanan yang sangat penting untuk menyalurkan, menghaluskan lapisan tinta dan menghapuskan jejak gambaran dari *roll* pelat tinta.

- e. *Roll* perantara berfungsi sebagai perantara antara *roll* pelat dengan *roll* distribusi.
- f. *Roll* pelat berfungsi menyalurkan lapisan tinta ke permukaan pelat secara merata, pada umumnya diameternya dibuat berbeda.

4. Unit Pencetakan

Unit pencetakan terdiri dari beberapa komponen yaitu:

- 1) Silinder pelat berfungsi sebagai tempat untuk memasang pelat cetak.
- 2) Silinder kain karet (*blanket*) berfungsi sebagai tempat untuk memasang kain karet dan sebagai silinder perantara.
- 3) Silinder tekan berfungsi untuk memberikan tekanan pada bahan cetak agar tinta dari silinder kain karet bisa dialihkan ke bahan cetak dengan sempurna.

5. Unit Pengeluaran

Unit pengeluaran merupakan unit terakhir yang menampung hasil cetakan. Dalam unit pengeluaran, kertas dibawa oleh *gripper* penjepit kertas, lalu kertas dirapikan oleh perata kertas kanan dan kiri, dan perata kertas bagian belakang. Unit pengeluaran terdiri dari beberapa komponen yaitu meja pengeluaran, *gripper delivery*, penata tumpukan kertas, dan penghembus kertas sekaligus penyemprot *powder*.

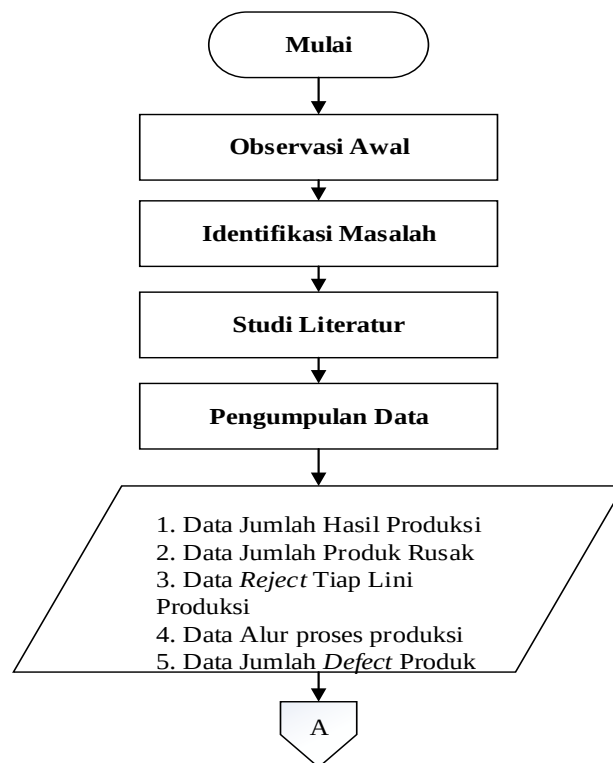
BAB III

USULAN PEMECAHAN MASALAH

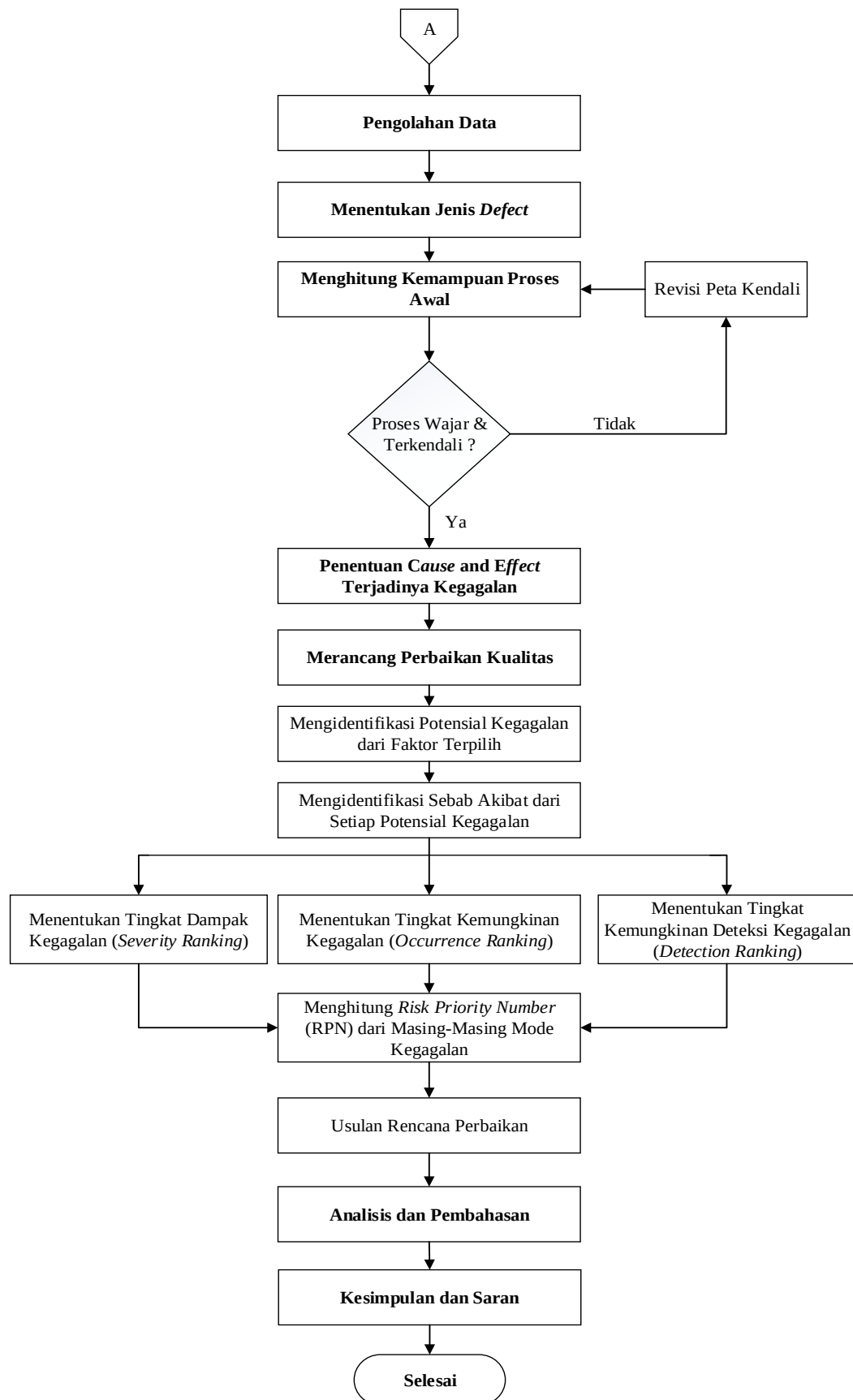
Bab ini berisikan pemaparan mengenai model pemecahan masalah menggunakan *Basic Seven Tools*, dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta langkah-langkah pemecahan masalah yang disajikan kedalam bentuk diagram alir (*flowchart*).

III.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan pada bab I, maka perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi kegagalan melalui rencana yang berkelanjutan. Rencana perbaikan kualitas dibangun berbasis *Continuous Improvement* dengan *Basic Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Tujuan dari perbaikan kualitas secara berkelanjutan adalah agar perusahaan dapat meminimalisir atau menanggulangi kegagalan yang serupa dimasa yang akan datang. Dalam memberikan gambaran bagaimana usulan pemecahan masalah tersebut, maka disusunlah *flowchart* gambar III.1 sebagai berikut:



Gambar III. 1 *Flowchart* Usulan Pemecahan Masalah



Lanjutan Gambar III.1 Flowchart Usulan Pemecahan Masalah

III.2 Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Flowchart penelitian menjelaskan gambaran mengenai langkah-langkah dalam pemecahan masalah yang dilakukan secara terstruktur dan sistematis. Berikut merupakan penjelasan dari langkah-langkah pemecahan masalah yang terbagi ke dalam beberapa sub bab sebagai berikut:

III.2.1 Observasi Awal

Observasi awal adalah langkah pertama dalam melakukan penelitian ini. Pada tahap ini dilakukan pengamatan pada PT. Sygma Exa Grafika (SEG) untuk mengetahui proses kegiatan pembuatan produk dan mengetahui upaya perbaikan kualitas yang telah dilakukan PT. SEG.

III.2.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah adalah langkah untuk mengidentifikasi masalah yang terdapat di PT. SEG yang menjadikan alasan mengapa penelitian tersebut dilakukan. Dari hasil pengamatan di lapangan, permasalahan yang terjadi ialah sebagai berikut:

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada proses produksi bagian *printing* produk Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG)?
2. Bagaimana rancangan perbaikan proses berbasis *Continuous Improvement* yang dapat dilakukan untuk mengurangi kegagalan pada proses *printing* Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika (SEG)?

III.2.3 Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan tujuan mendapatkan konsep serta metode yang berhubungan dengan masalah dan tujuan penelitian yang akan dicapai. Serta merujuk pada teori-teori yang dapat dijadikan acuan dalam menyelesaikan penelitian yang berkaitan dengan perbaikan kualitas menggunakan TQM dengan pendekatan PDCA dibantu *Basic seven tools* dan metode FMEA.

III.2.4 Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam proses pemecahan masalah. Pada penelitian ini, pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung. Pengamatan dilakukan di bagian produksi dan *quality control* untuk mengetahui proses produksi Al-Qur'an beserta kualitasnya. Adapun data-data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Jumlah hasil produksi

Jumlah hasil produksi (*output*) merupakan total barang yang dihasilkan oleh unit perusahaan pada produk Al Quran selama periode Januari 2022–Desember 2022. Data ini digunakan untuk mengetahui jumlah hasil produksi setiap bulannya. Data bersumber dari divisi *Quality Control* di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

2. Jumlah produk rusak (*defective*)

Produk rusak merupakan produk yang dihasilkan yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang sudah ditentukan perusahaan. Data ini meliputi jumlah produk rusak pada pembuatan produk Al-Qur'an berdasarkan hasil pemeriksaan selama periode Januari 2022 – Desember 2022. Data ini digunakan untuk mengetahui jumlah produk rusak. Data bersumber dari divisi *Quality Control* di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

3. Data *reject* tiap lini produksi

Data ini berisikan data jumlah produk *reject* Al- Quran tiap lini produksi. Yang terdiri dari proses *printing*, lipat, susun, jahit, dan *assembling*, berdasarkan hasil pemeriksaan selama periode Januari 2022 – Desember 2022. Data bersumber dari divisi *Quality Control* di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

4. Alur proses produksi

Data ini berisikan alur proses produksi produk Al-Qur'an. Alur proses produksi ini menjelaskan mengenai tahapan proses produksi dari mulai bahan baku sampai barang jadi. Data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi adanya kegagalan proses sehingga perlu adanya usulan perbaikan.

5. Data jumlah *defect* produk pada proses *printing*

Data jumlah *defect* produk yang dihasilkan pada proses *printing* digunakan sebagai informasi seberapa banyak jenis *defect* yang dihasilkan dari proses *printing* tersebut. Periode yang ditentukan mulai dari Januari 2022 – Desember 2022. Data bersumber dari divisi *Quality Control* di PT. Sygma Exa Grafika (SEG).

III.2.5 Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data terhadap data yang sudah dikumpulkan sebelumnya. Nantinya hasil pengolahan data dapat memberikan informasi yang akan dijadikan sebagai solusi dalam pemecahan masalah. Pengolahan data dilakukan dengan *Basic Seven Tools* dan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*). Tahap – tahap pengolahan data yang dilakukan yaitu:

1. Menentukan jenis *defect*

Tahap ini bertujuan untuk menentukan jenis *defect* yang paling sering muncul pada proses *printing*. Penentuan jenis *defect* diawali dengan menggambarkan jenis *defect* apa saja dan berapa jumlahnya dari proses *printing*. Selanjutnya menyajikan data jenis *defect* yang dihasilkan pada proses *printing* dengan diagram pareto. Kemudian menentukan jenis *defect* yang paling sering terjadi.

Jenis *defect* yang telah dipilih kemudian akan dilakukan perhitungan kemampuan proses dari proses *printing*, yang akan dilakukan pada langkah selanjutnya.

2. Menghitung kemampuan proses awal

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan proses (*Capability process*) dari proses yang diamati pada bagian *printing*. Kemampuan proses menunjukkan seberapa baik hasil produksi sesuai dengan batas spesifikasi. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1) Menentukan peta kendali

Peta kendali yang digunakan adalah peta kendali *c* karena yang akan diamati adalah banyaknya cacat (*defect*) dalam satu unit produk. Peta ini bertujuan untuk mengetahui apakah *defect* produk yang dihasilkan masih dalam batas yang ditetapkan atau tidak.

- 2) Menentukan banyaknya pengamatan (N) yaitu sebanyak 30 *shift*, banyaknya sampel dalam tiap pengamatan (n) yaitu sebanyak 30 produk pada satu *shift*.
- 3) Amati dan hitung hasil sampel dengan perhitungan peta kendali c dengan rumus persamaan (II-21).
- 4) Menghitung Batas Kontrol Percobaan (BKP). Batas kendali atas dan batas kendali bawah dengan rumus persamaan (II-22) dan (II-23).
- 5) Plot data pada peta kendali c serta amati apakah data tersebut berada dalam batas pengendalian atau tidak
- 6) Bila Batas Kontrol Percobaan (BKP) telah terkendali maka lanjut ketahap selanjutnya, dan apabila belum terkendali lakukan revisi dan ukur Kembali hasil pengamatan agar dapat mendapatkan sampel yang terkendali.

Nilai kemampuan proses dari proses *printing* adalah hasil nilai jumlah rata-rata *defect* ($\bar{c}$). Setelah diketahui nilai kemampuan proses dari proses *printing* selanjutnya mencari faktor penyebab *defect*. Pencarian factor penyebab *defect* akan dilakukan pada langkah selanjutnya.

3. Penentuan *cause and effect* terjadinya kegagalan dengan diagram *fishbone*

Tahap ini bertujuan untuk mencari atau menganalisa faktor-faktor utama yang menjadi sumber penyebab terjadinya jenis *defect* terpilih pada proses *printing*. Faktor-faktor yang dijadikan acuan analisis adalah komponen-komponen yang berkaitan dengan proses *printing* yang dapat menyebabkan jenis *defect* terpilih. Dalam mencari faktor penyebab *defect* digunakan diagram sebab akibat atau diagram *fishbone*. Pembuatan diagram ini hanya menunjukkan masalah yang berkaitan dengan proses *printing* Al-Quran sebagai penyebab utama dari kegagalan produk. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab terjadinya jenis *defect* terpilih pada proses *printing* yang terjadi pada Al-Quran.
2. Menentukan sebab-sebab potensial dengan cara *brainstorming*, yaitu menguraikan penyebab permasalahan kegagalan produk dengan cara berdiskusi secara langsung dengan pihak perusahaan.

3. Mengkaji dan menyepakati sebab-sebab yang paling mungkin diantara semua penyebab untuk tindak perbaikan.

Setelah didapatkan faktor penyebabnya, maka faktor penyebab tersebut dapat dijadikan dasar pembuatan rancangan perbaikan proses. Rancangan perbaikan proses dibuat berdasarkan faktor penyebab yang terpilih dan akan dilakukan pada tahap selanjutnya.

4. Merancang perbaikan kualitas

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rancangan perbaikan kualitas proses berdasarkan faktor yang telah terpilih sebelumnya. Berdasarkan pengamatan sebelumnya, diketahui bahwa yang menyebabkan kerusakan produk adalah *failure* proses. Maka solusi dalam merancang proses perbaikan dilakukan dengan menggunakan analisis FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menetapkan prioritas dan menghilangkan potensial *failure* dari suatu proses manufaktur sebelum sampai ke tangan konsumen. Tindakan perbaikan yang diusulkan dalam FMEA dilakukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yaitu prioritas berdasarkan nilai resiko. Nilai ini digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas penanganan serius. Adapun langkah-langkah perbaikan dengan analisis FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensial kegagalan (*potential failure*) dari faktor yang terpilih.
2. Mengidentifikasi akibat dan sebab (*effect and cause*) dari setiap *potential failure*.
3. Menentukan tingkat keparahan (*Severity Ranking*)

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Tingkat keparahan (*Severity Ranking*) menggunakan satuan skala 1-10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Kategori penilaian atau kriteria nilai pada *severity ranking* ditentukan berdasarkan kondisi nyata di perusahaan yang diperoleh melalui wawancara terhadap

operator untuk mengetahui seberapa serius dampak dari potensi kerusakan. Ilustrasi dalam membuat *Severity Ranking* terdapat pada tabel II.3.

4. Menentukan tingkat kejadian (*Occurrence Ranking*)

Occurrence merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Tingkat kejadian (*Occurrence Ranking*) menggunakan satuan skala 1-10. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, semakin tinggi nilai skala yang diberikan. Kategori penilaian atau kriteria nilai pada *occurrence ranking* ditentukan berdasarkan kondisi nyata di perusahaan yang diperoleh melalui wawancara terhadap operator untuk mengetahui seberapa sering suatu *potential failure* dapat terjadi. Ilustrasi dalam membuat *Occurrence Ranking* terdapat pada tabel II.4.

5. Menentukan tingkat kemungkinan deteksi kegagalan (*Detection Ranking*)

Detection berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Tingkat kemungkinan deteksi kegagalan (*Detection Ranking*) menggunakan satuan skala 1-10. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi semakin tinggi nilai skala yang diberikan. Kategori penilaian atau kriteria nilai pada *detection ranking* ditentukan berdasarkan kondisi nyata di perusahaan yang diperoleh melalui wawancara terhadap operator untuk mengetahui seberapa sulit penyebab *potential failure* dideteksi. Ilustrasi dalam membuat *Detection Ranking* terdapat pada tabel II.5.

6. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing *mode* kegagalan.

Setelah menetapkan nilai S, O, D maka selanjutnya menghitung nilai RPN dengan cara mengalikan ketiga unsur tersebut pada masing-masing *failure mode*. Perhitungan nilai RPN menggunakan rumus persamaan (II-35). Nilai RPN digunakan sebagai dasar dalam mengurutkan prioritas perbaikan potensial yang akan muncul.

7. Usulan rencana perbaikan

Dengan mengetahui prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN tertinggi, maka selanjutnya dilakukan identifikasi usulan rencana perbaikan yang

bertujuan untuk mendapatkan solusi yang dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan *failure mode* tertinggi. Usulan rencana perbaikan ini nantinya akan menjadi sebuah rancangan perbaikan proses yang akan disarankan kepada pihak perusahaan.

III.2.6 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

III.2.7 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan maka dilakukan penarikan kesimpulan. Kesimpulan ini menjawab perumusan masalah yang telah ditetapkan sebelumnya, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk perusahaan mengenai permasalahan yang telah diselesaikan.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan pemaparan mengenai hasil pengumpulan data dari pengamatan yang dilakukan di PT. Sygma Exa Grafika, yang selanjutnya data tersebut diolah untuk memecahkan permasalahan yang terjadi. Bab ini dibagi menjadi dua sub-bab yaitu pengumpulan data dan pengolahan data.

IV.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari data primer, yang didapatkan bersumber langsung dari perusahaan yang meliputi data jumlah hasil produksi, data jumlah produk rusak, data *reject* tiap lini produksi, data alur proses produksi, dan data jumlah *defect* produk pada proses *printing*. Data lain didapatkan dari observasi lapangan secara langsung yang dilakukan dalam penelitian ini.

IV.1.1 Data Jumlah Produksi dan Rusak Setiap Produk

Data jumlah produksi dan data jumlah produk rusak dibutuhkan untuk mengetahui seberapa banyak kegagalan dalam proses produksi, yang nantinya akan diberikan rancangan perbaikan kualitas pada penelitian ini. Tabel IV.1 memuat data jumlah produksi dan data jumlah produk rusak pada periode Januari 2022-Desember 2022.

Tabel IV.1 Data jumlah produksi dan data jumlah produk rusak

No	Bulan	Jumlah Produk	Jumlah Rusak	Persentasi (%)
1	Januari	4817	188	3,9%
2	Februari	4641	135	2,9%
3	Maret	8677	235	2,7%
4	April	4262	129	3,0%
5	Mei	500	50	10,0%
6	Juni	2069	85	4,1%
7	Juli	1923	79	4,1%
8	Agustus	3374	76	2,3%
9	September	22784	694	3,0%
10	Oktober	2987	86	2,9%

Sumber: Laporan QC Outgoing 2022 PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Lanjutan Tabel IV.1 Data jumlah produksi dan data jumlah produk rusak

No	Bulan	Jumlah Produk	Jumlah Rusak	Persentasi (%)
11	November	10383	220	2,1%
12	Desember	2000	150	7,5%
Jumlah		68417	2127	4,0%

Sumber: Laporan QC Outgoing 2022 PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

IV.1.2 Data Reject Tiap Lini Produksi

Dengan adanya data cacat produk Al-Qur'an di setiap lini produksi, maka dapat diketahui pada proses mana cacat produk Al-Qur'an paling banyak timbul sehingga akan dijadikan sebagai prioritas perbaikan proses. Berikut data *reject* tiap lini produksi pada bulan Januari 2022-Desember 2022.

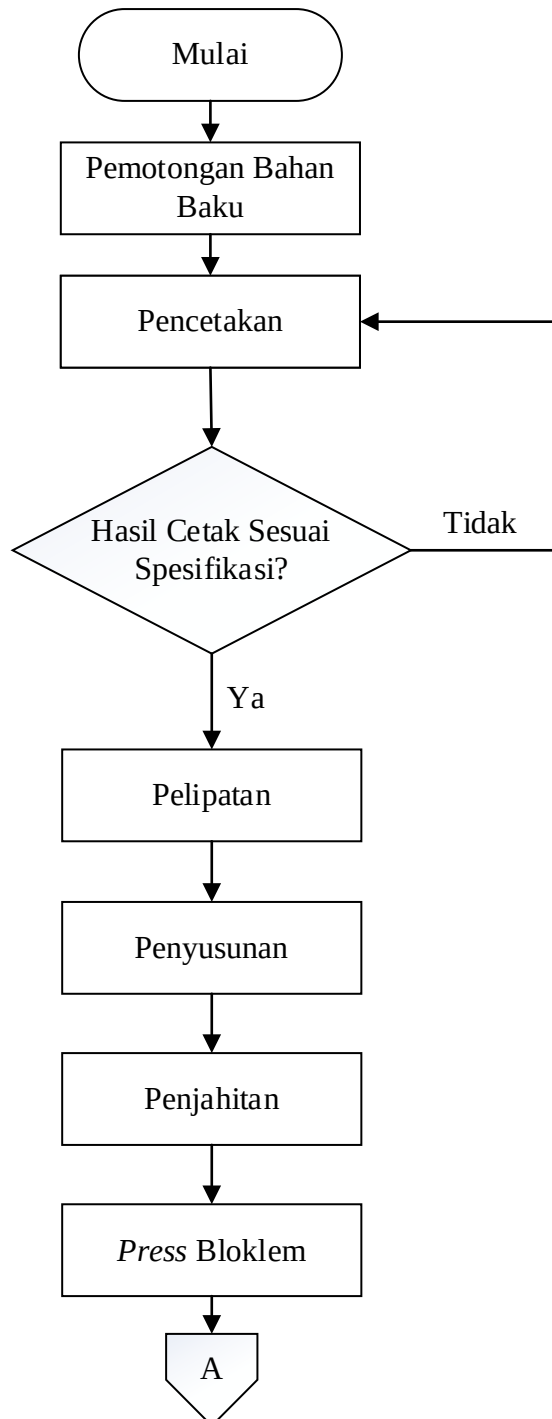
Tabel IV.2 Data *reject* tiap lini produksi

No	Bulan	Jumlah Produk	Reject Printing	% Reject Printing	Reject Lipat	% Reject Lipat	Reject Susun	% Reject Susun	Reject Jahit	% Reject Jahit	Reject Assembling	% Reject Assembling
1	Januari	4817	130	2,70%	30	0,62%	8	0,17%	10	0,21%	10	0,21%
2	Februari	4641	115	2,48%	10	0,22%	5	0,11%	5	0,11%	0	0,00%
3	Maret	8677	200	2,30%	15	0,17%	5	0,06%	10	0,12%	5	0,06%
4	April	4262	90	2,11%	10	0,23%	10	0,23%	15	0,35%	4	0,09%
5	Mei	500	50	10,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
6	Juni	2069	40	1,93%	20	0,97%	10	0,48%	13	0,63%	2	0,10%
7	Juli	1923	50	2,60%	20	1,04%	9	0,47%	0	0,00%	0	0,00%
8	Agustus	3374	55	1,63%	5	0,15%	4	0,12%	6	0,18%	6	0,18%
9	September	22784	644	2,83%	30	0,13%	10	0,04%	5	0,02%	5	0,02%
10	Oktober	2987	70	2,34%	5	0,17%	6	0,20%	5	0,17%	0	0,00%
11	November	10383	180	1,73%	15	0,14%	5	0,05%	5	0,05%	15	0,14%
12	Desember	2000	105	5,25%	20	1,00%	15	0,75%	10	0,50%	0	0,00%
Rata-Rata			3,16%		0,40%		0,22%		0,19%		0,07%	

Sumber: Laporan QC Outgoing 2022 PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

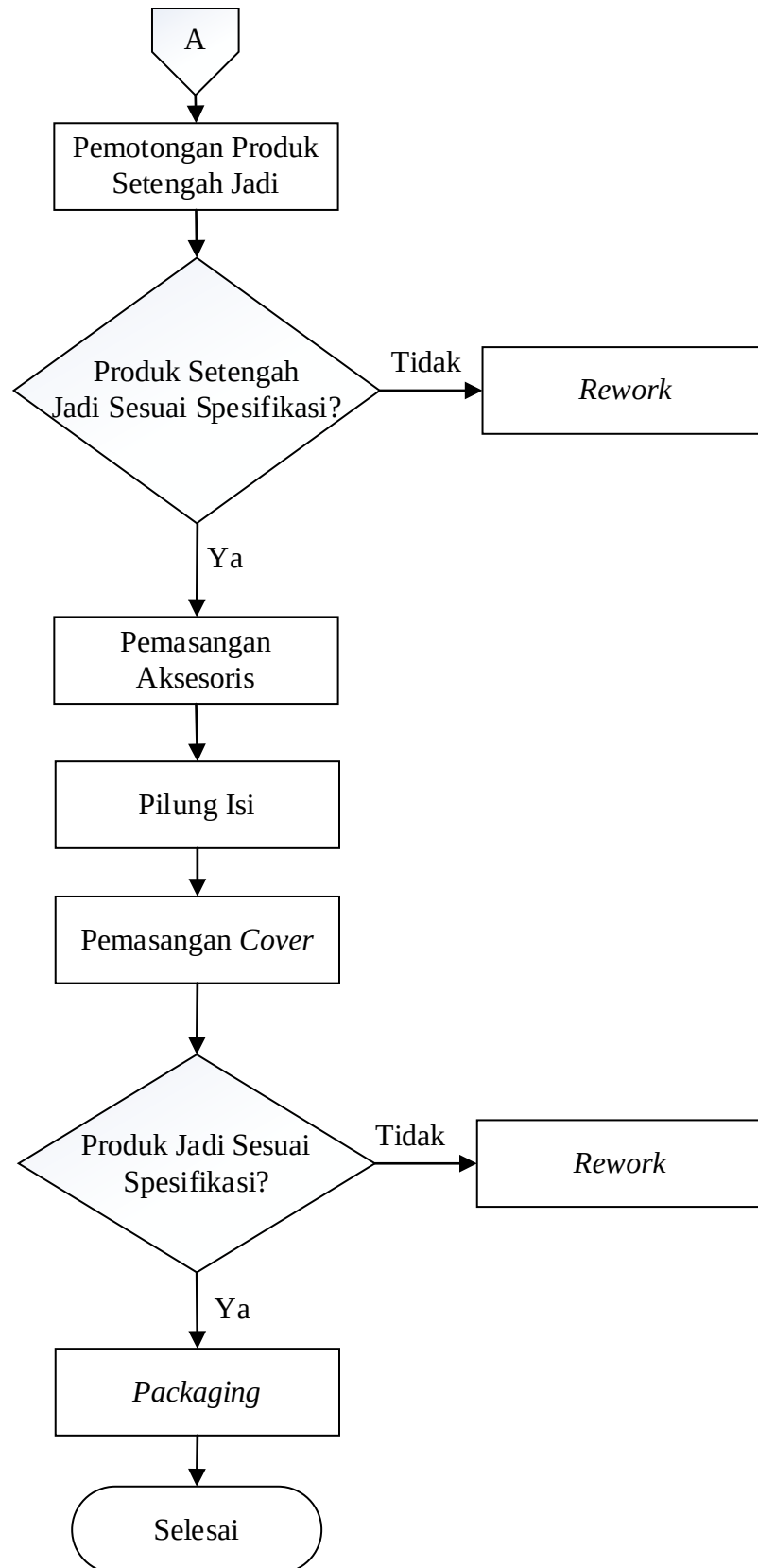
IV.1.3 Data Alur Proses Produksi Al-Qur'an

Proses produksi di PT. Sygma Exa Grafika (SEG) secara garis besar memiliki alur proses yang sama baik untuk produk Al-Qur'an maupun buku. Produk Al-Qur'an ini sendiri terdiri dari tiga komponen utama yaitu isi, *endsheet*, dan *cover*. Namun objek penelitian ini hanya dilakukan pada bagian produksi isi Al-Qur'an. Untuk mengetahui dan memperjelas bagaimana alur proses produksi isi Al-Qur'an di PT. SEG maka dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar IV. 1 Alur Proses Produksi Isi Al-Qur'an

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)



Lanjutan Gambar IV.1 Alur Proses Produksi Isi Al-Quran

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Keterangan alur proses produksi isi Al-Quran:

1. Pemotongan bahan baku

Proses pemotongan kertas dari ukuran plano menjadi ukuran A1, bahan baku yang digunakan untuk proses ini berupa kertas jenis QPP, dimana pengerjaannya menggunakan mesin otomatis. Kertas yang akan dipotong terlebih dahulu disusun di atas meja mesin pemotong, kertas yang telah disusun di atas meja pemotong akan diarahkan ke area pisau pemotong yang kemudian operator akan menekan tombol pada mesin dan secara otomatis kertas akan terpotong sesuai dengan ukuran yang telah diatur. Komponen ini merupakan bagian utama dalam pembuatan isi Al-Quran.

2. Pencetakan (*Printing*)

Merupakan proses percetakan bahan baku berupa kertas yang telah lolos uji kualitas. Bahan baku atau kertas yang telah diproses dalam mesin pemotong akan diletakkan pada mesin *printing* dimana mesin *printing* akan secara otomatis mencetak huruf atau tulisan yang telah diatur.

3. *QC in line*

Merupakan proses pemeriksaan dari segi tulisan, huruf, warna huruf, yang tidak sesuai dengan komposisi warna. Dimana proses ini merupakan proses gabungan dalam operasi penyortiran serta pemeriksaan dari hasil percetakan yang kemudian akan diperiksa dari segi kecacatan. Proses dilakukan secara manual oleh operator.

4. Pelipatan

Merupakan proses pelipatan kertas menjadi A5. Proses pelipatan dilakukan untuk melipat isi cetak Al-Quran menjadi bagian per file agar pada proses penyusunan mudah disusun. Proses ini dilakukan secara otomatis oleh mesin. Dimana kertas akan diletakkan pada bagian meja mesin lipat yang kemudian mesin akan secara otomatis melakukan proses pelipatan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.

5. Penyusunan

Setelah dilakukan proses pelipatan selanjutnya masuk kedalam proses penyusunan. Penyusunan disusun berdasarkan file Al-Quran yang terdiri dari

20 file agar Al-Quran dapat tersusun urutannya dengan baik dan benar. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator.

6. Penjahitan

Merupakan proses penjahitan terhadap isi Al-Quran dalam bentuk plat dengan menggunakan mesin otomatis. Proses dalam penjahitan dilakukan ketika Al-Quran yang telah disusun sesuai dengan halaman yang telah ditentukan, kertas yang sudah disusun kemudian akan disimpan di atas penutup rel mesin jahit yang kemudian mesin secara otomatis menjahit tumpukan Al-Quran yang telah disusun.

7. *Press bloklem*

Merupakan proses pemberian bloklem dimana produk yang telah lolos dari proses sebelumnya akan ditekan agar isi kertas yang telah diberi lem melekat secara merata. Proses ini dilakukan secara semi otomatis.

8. Pemotongan produk setengah jadi

Merupakan proses pemotongan pada produk setengah jadi untuk mendapatkan sisi yang rapi. Dimana produk setengah jadi akan ditempatkan pada meja pemotong yang kemudian beberapa bagian yang tidak simetris akan dipotong agar mendapatkan sisi yang rapi. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator.

9. *QC WIP*

Setelah pinggiran isi Al-Quran dipotong atau dirapikan, kemudian isi Al-Quran akan diperiksa oleh operator *QC Work in Process* di meja *QC WIP*.

10. Pemasangan aksesoris

Merupakan proses pemasangan aksesoris. Pada tahap ini Al-Quran sudah dikatakan baik dan siap untuk dipasang dengan cover Al-Quran. Pemasangan aksesoris terdiri dari pita, *capital ban*, pembatas, dan *cassing* kertas. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator.

11. Pilung isi

Proses ini bertujuan agar bagian dari samping Al-Quran yaitu bagian jahitan terbentuk melengkung, membuat pembaca dapat membuka Al-Quran dengan nyaman dan tidak kaku.

12. Pemasangan cover (*CashingIn*)

Merupakan proses penggabungan antara isi Al-Quran dengan cover. Proses ini dilakukan secara otomatis dengan menggunakan mesin *CassingIn*.

13. *QC Outgoing*

Setelah proses penggabungan isi dan *cover*, selanjutnya dilakukan pemeriksaan produk jadi. Pemeriksaan ini dilakukan secara manual dan sensus.

14. *Packaging*

Merupakan proses pengemasan produk jadi dimana proses ini dilakukan secara manual oleh operator.

Produk Al-Quran pada proses *printing* dicetak pada salah satu mesin yang ada di Departemen *Printing* yaitu mesin cetak *offset* jenis Speed Master (SM) 102 V. Mesin ini khusus untuk mencetak bagian isi dari produk Al-Quran. Berikut gambar mesin cetak *offset* jenis SM 102 V dan data mengenai mekanisme proses *printing* pada mesin cetak *offset* jenis SM 102 V yang digunakan di PT. SEG digambarkan pada gambar IV.2 dan IV.3.



Gambar IV. 2 Mesin Cetak *Offset* SM 102 V

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Gambar IV. 3 Mekanisme Proses *Printing*

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Mekanisme proses *printing* melalui beberapa tahap sebelum proses *printing* selesai tercetak. Berikut keterangan mekanisme proses *printing*:

1. Kertas dihisap satu persatu dengan kompresor mesin, bagian ini disebut unit pemasukan atau *feeder*, yang disusun bertumpuk-tumpuk sehingga kertas masuk satu persatu namun cepat. Kecepatan kompresor mesin diatur oleh bagian mesin CV-tronik.
2. Operator melakukan penyetingan mulai dari pemasangan pelat cetak, pengecekan tinta, pengecekan atau penambahan cairan roll air, pembersihan bagian blanket dan penyetingan baik secara manual maupun elektronik dengan CV-tronik.
3. Sesampainya di mesin pertama, roll tinta melapisi pelat cetak yang sudah disiapkan sebelumnya.
4. Dalam hal ini roll air berfungsi sebagai pelembab dari pelat cetak, mengingat peran air dan minyak yang saling tolak menolak, maka fungsi roll air adalah untuk memastikan bahwa hasil cetakan yang tidak perlu dicetak tertutup oleh lapisan tersebut.
5. Kemudian setelah pelat cetak menyimpan tinta, dari pelat cetak mentransfer tinta yang harus dicetak ke bagian blanket.
6. Pada bagian blanket setelah tinta yang sudah ditransfer dari bagian pelat cetak selanjutnya blanket berfungsi sebagai pencetak langsung ke bagian kertas.
7. *Roll* bawah atau *roll impression* berperan sebagai pengatur tekanan antara kertas dan blanket agar hasil cetakan dapat maksimal. Tekanan diatur secara semi manual, baik dengan mengencangkan baut mesin atau dengan penyetelan elektronik di CV-tronik mesin.
8. Setelah kertas tercetak selanjutnya kertas kembali dicetak pada mesin kedua dengan dihantarkan kepada bagian mesin kedua oleh *gripper*.
9. Proses cetak pada mesin kedua, ketiga, dan keempat sama dengan mesin sebelumnya, hanya permukaan pencetakannya saja yang berbeda.
10. Setelah kertas dicetak, kertas tersebut disimpan secara tersusun.

IV.1.4 Data Jumlah *Defect* Produk Pada Proses *Printing*

Berdasarkan data yang didapatkan dari laporan QC *Outgoing* 2022 PT.SEG, proses produksi yang menghasilkan persentase produk *reject* paling tinggi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan yaitu proses *printing*. Setelah mengetahui proses produksi yang paling bermasalah, selanjutnya mengidentifikasi jenis *defect* apa saja yang timbul pada proses tersebut. Jenis *defect* yang sering timbul pada proses *printing* pada periode Januari 2022-Desember 2022 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV.3 Data jenis *defect* pada proses *Printing*

No	Jenis Cacat	Bulan												Jumlah <i>Defect</i>
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	
1	Isi kotor	30	40	70	18	27	16	9	15	220	28	70	34	577
2	Isi tidak rata	20	10	17	13	5	5	7	10	100	2	20	18	227
3	Isi mengkerut	20	15	50	19	4	7	13	5	128	25	32	24	342
Total														1146

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel I.2 dan Tabel IV.3, terdapat keterkaitan yang jelas antara jenis kegagalan dan jenis cacat yang terjadi. Kegagalan utama yang terjadi "Kualitas kertas & tinta" dengan persentase 55%, yang berkaitan langsung dengan cacat "Isi kotor" yang memiliki jumlah cacat cukup signifikan yaitu sebesar 577. Hal ini menunjukkan bahwa masalah pada kualitas bahan kertas dan tinta berdampak pada kondisi fisik produk akhir. Sementara itu, kegagalan "Pencetakan tidak akurat" sebesar 45% tampaknya berkaitan erat dengan cacat "Isi mengkerut" dan "Isi tidak rata" yaitu sebesar 342 dan 227. Ini mencerminkan bahwa ketidakakuratan pencetakan mempengaruhi distribusi tinta dan tampilan visual produk. Dengan demikian, semua *failure* yang ada pada Tabel I.2 merupakan hasil akumulasi dari *defect* pada Tabel IV.3. Dengan demikian, fokus perbaikan harus diarahkan pada *defect* sebagai penyebab teknis, agar *failure* pada produk bisa ditekan secara signifikan.

IV.2 Pengolahan Data

Pengolahan data didasarkan pada data yang dikumpulkan pada sub bab sebelumnya. Pengolahan data akan menghasilkan sebuah rancangan perbaikan

kualitas yang dapat menurunkan produk rusak. Adapun tahapan pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

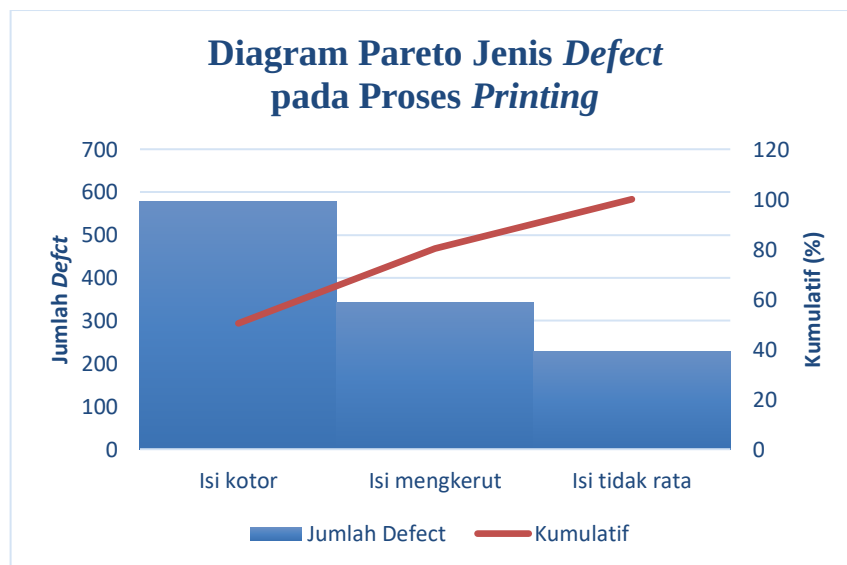
IV.2.1 Menentukan Jenis *Defect*

Tahap ini bertujuan untuk menentukan jenis *defect* yang paling sering muncul pada proses *printing*. Untuk mengetahui jenis *defect* yang paling sering muncul diawali dengan membuat urutan jumlah *defect* setiap jenis *defect* dari data terbesar ke terkecil. Berdasarkan data pada tabel IV.3 jenis *defect* isi kotor terjadi sebanyak 577, jenis *defect* isi tidak rata terjadi sebanyak 227, dan jenis *defect* isi mengkerut terjadi sebanyak 342. Data tersebut akan dilakukan perhitungan persentase kumulatif jumlah total *defect* setiap jenis akan dijelaskan pada tabel IV.4 yang akan menghasilkan diagram pareto seperti pada gambar IV.4.

Tabel IV.4 Kumulatif jenis *defect*

No	Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>Defect</i>	Kumulatif	%
1	Isi kotor	577	577	50
2	Isi mengkerut	342	919	80
3	Isi tidak rata	227	1146	100
Total		1146	2642	

Sumber: (Peneliti)



Gambar IV. 4 Diagram Pareto Jenis *Defect*

Sumber: (Peneliti)

Berdasarkan tabel dan diagram tersebut dapat diketahui bahwa jenis *defect* yang paling sering muncul pada proses *printing* di mesin cetak *offset* SM 102 V adalah jenis *defect* isi kotor dengan jumlah *defect* sebanyak 577 dengan persentase *defect* sebesar 50%. Hal ini menunjukkan bahwa jenis *defect* isi kotor menjadi penyebab kegagalan atau cacat utama pada mesin cetak *offset* SM 102 V pada proses *printing*. Maka dari itu, perlu dilakukan perbaikan proses pada mesin cetak *offset* SM 102 V dalam upaya mengurangi terjadinya *defect* isi kotor pada Al-Qur'an. Jika hanya satu jenis *defect* terbesar yaitu isi kotor yang diperbaiki maka perusahaan sudah berhasil mengurangi 50% masalah *printing*. Dengan kata lain, setengah dari total *defect* sudah bisa ditekan dengan fokus pada satu *defect* ini.

IV.2.2 Menghitung Kemampuan Proses Awal

Kemampuan proses (*capability process*) awal bertujuan untuk mengukur nilai kemampuan proses yang diamati pada proses *printing* di mesin cetak *offset* SM 102 V dalam menghasilkan produk *defect* isi kotor. Hasil dari perhitungan rata-rata jumlah *defect* menjadi nilai dari kemampuan proses mesin cetak *offset* SM 102 V dalam menghasilkan produk *defect* isi kotor.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung kemampuan proses awal adalah menentukan terlebih dahulu peta kendali yang digunakan yaitu peta kendali c. Peta ini bertujuan untuk mengetahui apakah *defect* produk yang dihasilkan (isi kotor) masih dalam batas yang ditetapkan atau tidak. Kemudian melakukan pengamatan data sampel, dengan menentukan jumlah pengamatan (N) sebanyak 30 *shift* dan nilai sampel (n) setiap pengamatan sebanyak 30 pcs. Hasil pengamatan sampel tersebut disajikan pada tabel Tabel IV.5.

Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Pengamatan Awal

Pengamatan (N)	Sampel (n)	Jumlah Isi Kotor
1	30	3
2	30	2
3	30	2
4	30	4
5	30	7
6	30	1

Lanjutan Tabel IV.5 Hasil Perhitungan Pengamatan Awal

Pengamatan (N)	Sampel (n)	Jumlah Isi Kotor
7	30	5
8	30	3
9	30	4
10	30	1
11	30	1
12	30	2
13	30	6
14	30	3
15	30	2
16	30	3
17	30	1
18	30	2
19	30	2
20	30	5
21	30	6
22	30	2
23	30	2
24	30	1
25	30	1
26	30	6
27	30	4
28	30	1
29	30	3
30	30	5
Total	1710	170

Sumber: (Peneliti)

Setelah diperoleh hasil pengamatan awal yang disajikan pada tabel IV.5, kemudian melakukan perhitungan rata-rata jumlah *defect* ($\bar{c}$) dengan menggunakan rumus persamaan (II-21). Diperoleh hasil sebagai berikut:

$$\bar{c} = \frac{\sum x}{N}$$

$$\bar{c} = \frac{90}{30} = 3,000$$

Setelah diperoleh rata-rata jumlah *defect* ($\bar{c}$), kemudian hitung Batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) dengan rumus persamaan (II-22) dan (II-23). Diperoleh hasil sebagai berikut:

- Batas Kendali Atas (*Upper Control Limit*)

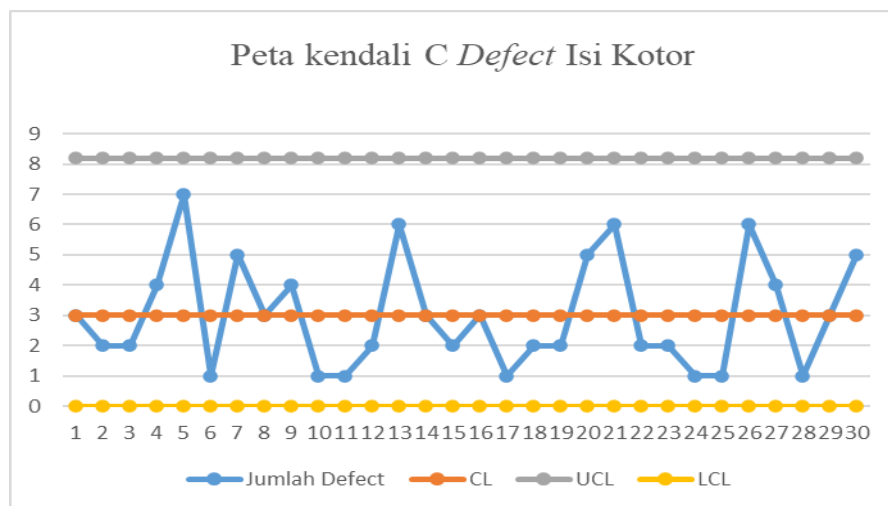
$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 3,000 + 3\sqrt{3,000} = 8,196$$

- Batas Kendali Bawah (*Lower Control Limit*)

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 3,000 - 3\sqrt{3,000} = -2,196$$

Dalam peta kendali atribut c, jika LCL adalah minus maka LCL=0

Hasil pengamatan pada tabel IV.5 dan perhitungan nilai $\bar{c}$, UCL, dan LCL akan di plot pada peta kendali c. Berikut gambar plot data pada peta kendali c disajikan pada gambar IV.5.



Gambar IV. 5 Peta Kendali C Defect Isi Kotor

Sumber: (Peneliti)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata jumlah *defect* ($\bar{c}$) sama dengan 3,000. Hasil perhitungan sudah dalam kondisi terkendali dibuktikan plot data pada gambar IV.5. Nilai rata-rata jumlah *defect* ($\bar{c}$) dijadikan sebagai kemampuan proses mesin cetak *offset* SM 102 V dalam menghasilkan produk *defect* isi kotor.

IV.2.3 Penentuan Cause and Effect Terjadinya Kegagalan

Penentuan *cause and effect* terjadinya kegagalan bertujuan untuk mencari atau menganalisa faktor-faktor utama yang menjadi sumber penyebab terjadinya

jenis *defect* isi kotor pada proses *printing*. Perusahaan menggunakan mesin *printing* jenis mesin cetak *offset* SM 102 V. Mesin cetak *offset* adalah Teknik percetakan yang menggunakan gambar bertinta untuk kemudian di transfer terlebih dahulu dari pelat ke lembaran karet untuk kemudian dicetak pada permukaan yang akan dicetak. Ketika dikombinasikan dengan proses litografi, yang berdasarkan pada sifat air dan minyak yang tidak bercampur, maka teknik *offset* menggunakan sebuah pemuat citra yang rata (*planographic*) dimana citra yang akan dicetak mengambil tinta dari penggulung tinta (*ink rollers*), sementara area yang tidak dicetak menarik air, menyebabkan area yang tidak dicetak bebas tinta.

Terdapat 4 komponen utama pada mesin cetak *offset* SM 102 V yang berpotensi mengakibatkan *defect* isi kotor. Faktor penyebab pencariannya dilakukan dengan melakukan observasi dan diskusi bersama operator. Berikut penjelasan dari 4 komponen utama pada mesin cetak *offset* SM 102 V:

1. Air Pembasah (*Fountain Solution*)

Air pembasah adalah sebuah larutan atau cairan yang didalamnya terkandung elektrolit-elektrolit seperti garam (mineral), *gum*, *solvent* organik, *surfactant*, dan bahan pembantu lainnya untuk digunakan pada saat proses percetakan berlangsung. Air pembasah merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam menghasilkan kualitas cetakan yang baik. Fungsi bahan pencampur alkohol pada air pembasah memiliki fungsi untuk menstabilkan nilai pH, mempercepat tercapainya keseimbangan antara air dan tinta, menjaga bagian tidak mencetak agar selalu lembab atau basah pada saat proses pencetakan berlangsung. Sehingga tidak ada tinta pada bagian tidak mencetak hal itu dikarenakan proses cetak *offset* menggunakan proses kimia dimana memisahkan bagian gambar (*image area*) yang bersifat menarik tinta dengan bagian yang bukan gambar (*non-image area*) yang bersifat menarik air dan secara kimia akan menolak tinta, serta fungsi yang tidak kalah pentingnya yaitu melindungi dari alga, bakteri, dan mikroorganisme lainnya.

2. *Blanket*

Blanket adalah komponen kritis yang berfungsi sebagai perantara antara pelat cetak dan media cetak (kertas). *Blanket* mentransfer tinta dari pelat

cetak ke media cetak dengan presisi dan konsistensi. Kualitas *blanket* sangat mempengaruhi hasil akhir cetakan. *Blanket* adalah rajutan benang yang satu sisinya dilapisi karet sintetis yang berfungsi sebagai tempat kedudukan kain karet atau sebagai pemegang kain karet (*blanket*) beserta *packing*-nya. Pada saat pencetakan, antara silinder *blanket* saling bertemu atau bersinggungan untuk menghasilkan suatu tekanan cetak (tanpa menggunakan bantuan *silinder impression*).

3. Roll Air

Roll air adalah bagian integral dari sistem pelembab (*Damping System*) yang berfungsi untuk mengaplikasikan dan mentransfer air pembasah (*fountain solution*) ke pelat cetak secara mekanis. Fungsi utama dari sistem pelembab adalah untuk menjaga area *non-image* pada pelat cetak tetap bebas dari tinta. *Roll* air biasanya terbuat dari bahan karet atau sintetis. Jika settingan tidak pas atau tekanan pada *roll* kurang baik maka dapat mengakibatkan isi cetak menjadi kotor akibat dari adanya bagian yang tidak terlindungi air pada isi cetak.

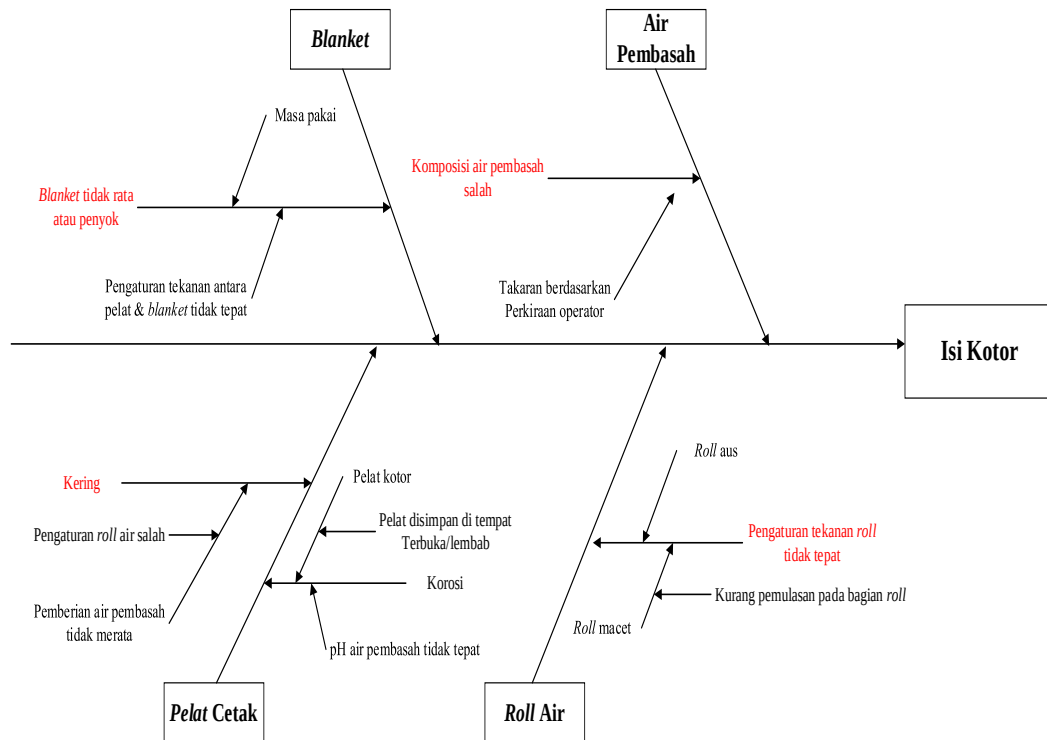
4. Pelat cetak

Pelat cetak merupakan elemen kunci yang digunakan untuk mentransfer gambar atau teks ke media cetak. Pelat cetak memainkan peran vital dalam menentukan kualitas dan presisi hasil cetakan. Pelat cetak yang biasa digunakan dalam cetak *offset* berbahan dasar aluminium, karena daya tahannya, presisi, dan kemampuan untuk mentransfer gambar dengan jelas. Beberapa pelat juga menggunakan lapisan *photopolymer* yang sensitif terhadap cahaya untuk membuat gambar cetak.

Untuk mengetahui sumber terjadinya kegagalan atau *defect* pada proses *printing*, perlu dianalisis terlebih dahulu kemungkinan penyebab terjadinya jenis *defect* tersebut dengan menggunakan diagram sebab akibat atau diagram *fishbone*.

Diagram *fishbone* digunakan untuk memudahkan dalam proses identifikasi akar-akar atau faktor-faktor penyebab terjadinya kegagalan atau *defect* isi kotor dan dibuat berdasarkan hasil *brainstorming* dengan operator mesin cetak *offset* SM 102 V. Berikut merupakan diagram *fishbone* yang menjelaskan mengenai faktor-faktor

yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan atau *defect* isi kotor pada proses *printing* bagian isi produk Al-Qur'an pada mesin cetak *offset* SM 102 V:



Gambar IV. 6 Diagram *Fishbone*

Sumber: (Peneliti)

Berdasarkan gambar diagram *fishbone* IV.6 dapat diketahui 4 faktor utama penyebab terjadinya *defect* isi kotor pada proses *printing* isi Al-Quran. Penyebab dari *defect* isi kotor diakibatkan oleh bagian komponen mesin cetak *offset* SM 102 V yaitu air pembasah (*fountain solution*), *blanket*, *roll* air, dan pelat cetak, masing-masing kegunaan sudah dijelaskan pada *point* sebelumnya. Berikut penjelasan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan timbulnya permasalahan pada bagian mesin yang dianalisis sebagai penyebab terjadinya *defect* isi kotor yaitu:

1. Faktor Air Pembasah (*Fountain Solution*)

Komposisi air pembasah salah, penggunaan air pembasah dengan komposisi kimia yang tidak sesuai dapat menyebabkan ketidakmampuan air pembasah untuk mengontrol keseimbangan antara tinta dan air, sehingga tinta bisa menempel pada area non-gambar. Dalam pencampurannya, operator masih menggunakan perkiraan dalam mencampur air, alkohol, serta *fountain*, oleh

karena itu kerap kali terjadi kendala-kendala cetak yang terjadi akibat pengaruh penggunaan air pembasah yang tidak ideal, seperti cetakan kotor. Secara teoritis penggunaan air pembasah yang optimal memiliki pH 4,8-5,5 dan penambahan *fountain solution* sebesar 2-4% dan *alcohol* 5-15%. Dalam penggunaannya Perusahaan menggunakan air ledeng/PAM yang mempunyai pH 7, oleh karena itu operator berusaha untuk membuat pH menjadi 4,8-5,5 dengan cara mencampurkan air ledeng/PAM tersebut dengan bahan pencampur *fountain* dan alkohol. Namun dengan terlalu seringnya operator mencampur alkohol dan *fountain solution* pada air pembasah, menyebabkan operator menjadi lebih sering menggunakan perkiraan karena hal tersebut dinilai dapat mempersingkat waktu dalam persiapan proses cetak.

2. Faktor *Blanket*

Blanket pada mesin tidak rata atau penyok, diakibatkan oleh beberapa faktor. Bagian tidak rata disebabkan karena *blanket* sudah lama digunakan yang akhirnya bagian *blanket* pecah melipat kedalam pada satu sisi. Sedangkan *blanket* penyok disebabkan karena *blanket* ditekan dengan dua bagian mesin yaitu *silinder plat* dan *silinder impression*, dengan terus menerus ditekan mengakibatkan bagian *blanket* dari serat kain yang dilapisi karet mengalami penyok dikarenakan bagian *silinder impression* atau *silinder plat* terlalu kuat menekan bagian *blanket*. *Blanket* tidak rata atau penyok menyebabkan distribusi tinta yang tidak merata pada kertas, menghasilkan cetakan dengan area yang berlebih tinta atau kekurangan tinta.

3. Faktor *Roll Air*

Roll air tidak diatur dengan tekanan yang tepat terhadap *plat* atau *roll* lain, mengakibatkan air pembasah tidak didistribusikan secara merata, menyebabkan area *plat* tidak cukup basah atau terlalu basah. Hal ini dapat menyebabkan tinta menempel pada area non-gambar, menghasilkan cacat isi kotor. Pada tempat menancapnya *roll* bawah pada bagian *roll* air kurang tekanan akibat dari operator kurang tepat dalam melakukan penyetingan atau terdapat keausan pada tempat menancapnya *roll* air atau juga *roll* air mengalami kemacetan pada saat beroperasi diakibatkan oleh *gear roll* air

kurang pelumasan yang mengakibatkan kinerja dari mesin kurang maksimal.

4. Faktor Pelat cetak

Pelat cetak pada mesin cetak *offset* memiliki area gambar yang menerima tinta dan area non-gambar yang tidak menerima tinta. Area non-gambar ini dijaga agar tetap basah oleh sistem air pembasah untuk mencegah tinta menempel pada area tersebut. Jika pelat kering, maka area non-gambar akan kehilangan kelembabannya dan tidak lagi dapat menolak tinta dengan efektif. Dan ketika area non-gambar menjadi kering, tinta akan menempel pada area ini, yang seharusnya tetap bersih. Salah satu yang menyebabkan pelat kering yaitu pemberian air pembasah yang tidak merata yang berakibat pada cacat isi kotor dalam hasil cetakan. Penyebab utamanya termasuk masalah *roll* air. Kondisi dan kinerja *roll* air yang optimal sangat penting untuk memastikan distribusi air pembasah yang merata dan konsisten. Distribusi yang tidak merata dapat menyebabkan pelat kering, yang pada gilirannya menyebabkan cacat isi kotor pada hasil cetakan.

IV.2.4 Merancang Perbaikan Kualitas

Berdasarkan pengamatan sebelumnya, diketahui bahwa yang menyebabkan kerusakan produk adalah *failure* proses. Maka solusi dalam merancang proses perbaikan dilakukan dengan menggunakan analisis FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan (*failure mode*) yang mungkin menyebabkan terjadinya *defect* isi kotor pada saat proses *printing*. Terdapat 7 langkah yang akan dilakukan dalam merancang perbaikan kualitas dengan FMEA proses, berikut langkah-langkah tersebut:

1. Mengidentifikasi Potensial Kegagalan (*Potential Failure*) dari Faktor yang Terpilih

Berdasarkan hasil dari penentuan *cause and effect* diketahui *potential failure* yang menyebabkan *defect* isi kotor pada proses *printing*. Tabel IV.6 akan menyajikan identifikasi dari *potential failure*.

Tabel IV.6 Identifikasi *potential failure*

Komponen	<i>Potential Failure</i>
Air Pembasah	Komposisi air pembasah salah
<i>Blanket</i>	<i>Blanket</i> tidak rata atau penyok
<i>Roll</i> Air	Pengaturan tekanan <i>roll</i> tidak tepat
Pelat Cetak	Kering

Sumber: (Peneliti)

2. Mengidentifikasi Akibat dan Sebab (*Effect and Cause*) dari Setiap *Potential Failure*

Effect and Cause yang terdapat pada *potential failure* harus diidentifikasi untuk mengetahui bahaya apa yang akan terjadi dari *potential failure* tersebut. *Effect* (dampak) dari setiap *potential failure* dibuat untuk mengetahui bahaya apa yang dapat ditimbulkan. Adapun *cause* (penyebab) yang diidentifikasi, ditentukan berdasarkan faktor penyebab yang telah dijelaskan pada Gambar IV.6. Tabel IV.7 akan menyajikan identifikasi *effect and cause* dari setiap *potential failure*.

Tabel IV.7 Identifikasi *effect and cause*

<i>Potential Failure</i>	<i>Effect</i>	<i>Cause</i>
Komposisi air pembasah salah	Air pembasah tidak mampu mengontrol keseimbangan antara tinta dan air, sehingga tinta bisa menempel pada area non-gambar	Takaran berdasarkan perkiraan operator
<i>Blanket</i> tidak rata atau penyok	Distribusi tinta tidak merata pada kertas, menghasilkan cetakan dengan area yang berlebih tinta atau kekurangan tinta	Masa pakai Pengaturan tekanan antara pelat & blanket tidak tepat
Pengaturan tekanan <i>roll</i> tidak tepat	Air pembasah tidak didistribusikan secara merata, menyebabkan area plat tidak cukup basah atau terlalu basah	<i>Roll</i> aus Kurang pelumasan pada bagian <i>roll</i>
Pelat cetak kering	Area non-gambar akan kehilangan kelembabannya dan tidak lagi dapat menolak tinta dengan efektif, sehingga tinta akan menempel pada area ini	Pengaturan <i>roll</i> air salah

Sumber: (Peneliti)

3. Menentukan Tingkat Keparahan (*Severity Ranking*)

Severity merupakan tingkat keparahan dari *potential failure* yang terjadi. Skala keparahan biasanya dinilai dari 1 hingga 10, dengan 1 menunjukkan dampak minimal dan 10 menunjukkan dampak paling parah. Kriteria skala *severity* setiap *potential failure* dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel IV.8 Skala *Severity* komposisi air pembasah salah

Skala	Efek	Kriteria
10	Sangat Parah	Komposisi air sangat salah, tinta tidak terkendali. Hampir semua halaman mushaf kotor parah dan produksi berhenti total. Semua hasil cetak tidak layak
9	Parah	Air pembasah berlebihan. Noda besar muncul di sebagian besar halaman, mushaf tidak bisa dipakai. Produksi harus dihentikan dan diulang
8	Cukup Parah	Banyak halaman terkena noda sedang, kualitas mushaf jelek. Perlu cetak ulang sebagian besar halaman. Produksi terganggu cukup lama.
7	Sangat Tinggi	Ada bercak tinta yang cukup mengganggu di banyak halaman. Mushaf masih terbaca tapi tidak layak jual. Perlu sortir dan cetak ulang banyak bagian
6	Tinggi	Noda muncul di beberapa halaman penting, sebagian mengenai teks. Banyak produk harus diperbaiki atau dicetak ulang
5	Cukup Tinggi	Noda tipis mulai terlihat di halaman tertentu. Mushaf sebagian masih layak, tapi ada yang perlu disortir dan diperbaiki
4	Sedang	Noda kecil hanya di pinggir halaman, tidak menutupi tulisan. Tetap terdeteksi QC, perlu penyesuaian kecil
3	Kecil	Ada noda sangat tipis yang hanya terlihat jika diperhatikan. Tidak mengganggu isi, tapi kualitas turun
2	Sangat Kecil	Hampir tidak ada noda, hanya perubahan warna sedikit. Tidak berdampak signifikan
1	Tidak Berdampak	Komposisi air sesuai standar, hasil cetak bersih, tidak ada noda

Sumber: (Operator)

Tabel IV.9 Skala *Severity* blanket tidak rata atau penyok

Skala	Efek	Kriteria
10	Sangat Parah	Blanket rusak parah, cetakan tidak bisa dipakai sama sekali. Hampir semua mushaf penuh noda atau cacat. Produksi berhenti total
9	Parah	Penyok besar pada blanket membuat tinta menumpuk. Sebagian besar halaman kotor, mushaf tidak layak jual, harus cetak ulang banyak bagian
8	Cukup Parah	Penyok cukup lebar, menghasilkan noda sedang di banyak halaman. Produksi terganggu karena banyak hasil cetak tidak lolos QC
7	Sangat Tinggi	Ada area cetakan yang kotor cukup jelas. Mushaf masih bisa dibaca, tapi sebagian besar tidak layak dipasarkan, perlu sortir besar-besaran
6	Tinggi	Penyok kecil tapi berulang, menimbulkan bercak di beberapa halaman penting. Banyak produk harus disortir dan diperbaiki
5	Cukup Tinggi	Hanya sebagian halaman yang terkena noda ringan akibat blanket tidak rata. Sebagian masih bisa digunakan tapi perlu pemeriksaan ketat
4	Sedang	Ada noda tipis di pinggir halaman, tidak menutupi teks. Tetap terdeteksi QC, tapi masih bisa dipakai dengan perbaikan kecil
3	Kecil	Noda sangat tipis dan tidak terlalu mengganggu. Hanya menurunkan kualitas estetika
2	Sangat Kecil	Penyok hampir tidak terlihat, noda samar sekali. Dampaknya hampir tidak terasa pada mushaf
1	Tidak Berdampak	Blanket rata, tidak ada <i>defect</i> isi kotor, tidak ada pengaruh pada produk

Sumber: (Operator)

Tabel IV.10 Skala *Severity* pengaturan tekanan roll tidak tepat

Skala	Efek	Kriteria
10	Sangat Parah	Tekanan roll sangat tidak seimbang, tinta menyebar berlebihan. Hampir semua halaman mushaf kotor berat, produksi harus berhenti total
9	Parah	Tekanan terlalu tinggi/rendah, menyebabkan noda besar dan menyebar. Sebagian besar mushaf tidak bisa dipakai, perlu cetak ulang massal
8	Cukup Parah	Tekanan kurang presisi, noda sedang muncul di banyak halaman. Produksi terganggu karena banyak hasil tidak lolos QC

Lanjutan tabel IV.10 Skala *Severity* pengaturan tekanan *roll* tidak tepat

Skala	Efek	Kriteria
7	Sangat Tinggi	Ada bercak tinta cukup jelas di beberapa halaman. Mushaf masih bisa dibaca, tapi kualitas jelek dan tidak layak jual
6	Tinggi	Tekanan kurang tepat menghasilkan noda kecil di beberapa bagian tulisan. Banyak mushaf harus disortir ulang
5	Cukup Tinggi	Noda ringan muncul di area tertentu, hanya sebagian kecil mushaf yang cacat. Tetap mengurangi kualitas keseluruhan
4	Sedang	Noda tipis muncul di pinggir halaman akibat tekanan sedikit meleset. Mushaf masih bisa dipakai dengan koreksi kecil.
3	Kecil	Hanya terlihat noda samar pada bagian yang tidak penting. Hampir tidak mengganggu isi
2	Sangat Kecil	Tekanan roll sedikit meleset, noda hampir tidak terlihat. Dampaknya tidak signifikan
1	Tidak Berdampak	Tekanan roll tepat, hasil cetak normal, bersih tanpa noda

Sumber: (Operator)

Tabel IV.11 Skala *Severity* pelat cetak kering

Skala	Efek	Kriteria
10	Sangat Parah	Pelat sangat kering, noda tinta menutupi ayat di banyak halaman. Produksi harus dihentikan total dan semua produk tidak layak jual
9	Parah	Noda besar muncul di banyak halaman, membuat mushaf tidak bisa dipakai. Mesin harus dihentikan dan pelat diganti
8	Cukup Parah	Bercak besar muncul di banyak halaman sehingga mushaf kotor dan harus dicetak ulang sebagian besar. Produksi berhenti sementara
7	Sangat Tinggi	Noda sedang muncul di banyak halaman, mushaf jadi sulit dibaca. Perlu pemeriksaan yang ketat dan cetak ulang cukup banyak
6	Tinggi	Noda kecil muncul di beberapa halaman, sebagian mengenai huruf. Masih bisa terbaca tapi kualitas jelek, banyak yang harus diperbaiki
5	Cukup Tinggi	Ada noda tipis di sekitar tulisan. Sebagian mushaf harus dicetak ulang

Lanjutan tabel IV. 11 Skala *Severity* pelat cetak kering

Skala	Efek	Kriteria
4	Sedang	Noda halus hanya di pinggir halaman, tidak menutupi tulisan. Perlu sedikit perbaikan pengaturan air-tinta
3	Kecil	Ada kotoran tipis di bagian yang tidak penting. Mushaf masih layak, tapi dicatat oleh QC
2	Sangat Kecil	Hanya terlihat sedikit noda kalau diperhatikan dengan teliti, tidak berpengaruh ke isi
1	Tidak Berdampak	Tidak ada noda sama sekali, hasil cetak bersih dan normal

Sumber: (Operator)

Nilai *severity* dari setiap *potential failure* ditentukan berdasarkan tingkat keparahan efek kondisi saat ini. Kondisi tersebut merupakan *potential failure* yang dapat menyebabkan cacat isi kotor pada produk Al-Qur'an. Berdasarkan hal tersebut nilai *severity* yang didapat sesuai pembobotan pada tabel IV.8 untuk komposisi air pembasah salah hasilnya sebesar 4, tabel IV.9 untuk blanket tidak rata atau penyok hasilnya sebesar 5, tabel IV.10 untuk pengaturan tekanan *roll* tidak tepat hasilnya sebesar 6, dan tabel IV.11 untuk pelat cetak kering hasilnya sebesar 5.

4. Menentukan Tingkat Kejadian (*Occurrence Ranking*)

Occurrence ranking digunakan untuk menilai seberapa sering suatu *potential failure* dapat terjadi. *Occurrence ranking* diurutkan dari skala 1-10. Semakin sering *potential failure* terjadi, semakin tinggi nilai yang diberikan. Dalam menentukan *Occurrence ranking* diperlukan data pendukung berupa jumlah kegagalan atau *defect* dari *potential failure* pada periode Januari 2022-Desember 2022. Berikut tabel jumlah kegagalan setiap *potential failure* dan tabel skala *occurrence* untuk setiap *potential failure*:

Tabel IV.12 Jumlah Kegagalan Setiap *Potential Failure*

Bulan	Jumlah Kegagalan Setiap <i>Potential Failure</i>			
	Komposisi air pembasah salah	Blanket tidak rata atau penyok	Pengaturan tekanan <i>roll</i> tidak tepat	Pelat cetak kering
Januari	1	0	2	0
Februari	2	1	4	3
Maret	1	1	5	1

Lanjutan tabel IV.12 Jumlah Kegagalan Setiap *Potential Failure*

Bulan	Jumlah Kegagalan Setiap <i>Potential Failure</i>			
	Komposisi air pembasah salah	Blanket tidak rata atau penyok	Pengaturan tekanan roll tidak tepat	Pelat cetak kering
April	1	4	0	1
Mei	2	2	4	2
Juni	0	4	0	2
Juli	3	0	8	0
Agustus	1	5	5	4
September	7	1	5	1
Oktober	2	0	1	0
November	1	1	5	9
Desember	4	2	11	3
Total	25	21	50	26

Sumber: PT. Sygma Exa Grafika (SEG)

Pada tabel IV.12 didapatkan jumlah kegagalan terkecil pada *potential failure* komposisi air pembasah salah ada pada nilai 0, sedangkan untuk jumlah kegagalan terbesar ada pada nilai 7. Jumlah kegagalan terkecil pada *potential failure* blanket tidak rata atau penyok ada pada nilai 0, sedangkan untuk jumlah kegagalan terbesar ada pada nilai 5. Jumlah kegagalan terkecil pada *potential failure* tekanan roll tidak tepat ada pada nilai 0, sedangkan untuk jumlah kegagalan terbesar ada pada nilai 11. Dan jumlah kegagalan terkecil pada *potential failure* pelat cetak kering ada pada nilai 0, sedangkan untuk jumlah kegagalan terbesar ada pada nilai 9. Berdasarkan nilai terkecil dan terbesar tersebut digunakan untuk membuat skala *occurrence* dari setiap *potential failure* yang disajikan pada tabel-tabel berikut ini:

Tabel IV.13 Skala *Occurrence* komposisi air pembasah salah

Frekuensi Kejadian	Ranking
7	10
6	9
5	8
4	7
3	6
2	5
	4
1	3
	2
0	1

Sumber: (Peneliti)

Tabel IV.14 Skala *Occurrence* blanket tidak rata atau penyok

Frekuensi Kejadian	Ranking
5	10
4	9
	8
3	7
	6
2	5
	4
1	3
	2
0	1

Sumber: (Peneliti)

Tabel IV.15 Skala *Occurrence* pengaturan tekanan *roll* tidak tepat

Frekuensi Kejadian	Ranking
11	10
10	9
9	8
8	7
7	6
6	5
5	4
3-4	3
1-2	2
0	1

Sumber: (Peneliti)

Tabel IV.16 Skala *Occurrence* pelat cetak kering

Frekuensi Kejadian	Ranking
9	10
8	9
7	8
6	7
5	6
4	5
3	4
2	3
1	2
0	1

Sumber: (Peneliti)

Nilai *occurrence* dari setiap *potential failure* ditetapkan dengan cara membagi total jumlah kegagalan dengan jumlah periode yang diamati yang ada pada data jumlah kegagalan pada tabel IV.12. Berdasarkan data tersebut didapatkan total jumlah kegagalan untuk komposisi air pembasah salah sebesar 25 dari 12 periode/bulan atau sama dengan 2,1. Nilai 2,1 tersebut berdasarkan skala *rank occurrence* pada tabel IV.13 ada pada ranking 4. Kemudian blanket tidak rata/penyok sebesar 21 dari 12 periode/bulan atau sama dengan 1,7 dibulatkan keatas menjadi 2. Nilai 2 tersebut berdasarkan skala *rank occurrence* pada tabel IV.14 ada pada ranking 4. Pengaturan tekanan *roll* tidak tepat sebesar 50 dari 12 periode/bulan atau sama dengan 4,2. Nilai 4,2 tersebut berdasarkan skala *rank occurrence* pada tabel IV.15 ada pada ranking 3. Dan pelat cetak kering sebesar 26 dari 12 periode/bulan atau sama dengan 2,2. Nilai 2,2 tersebut berdasarkan skala *rank occurrence* pada tabel IV.16 ada pada ranking 3.

5. Menentukan Tingkat Deteksi (*Detection Ranking*)

Digunakan untuk mengetahui seberapa sulit kecacatan atau penyebab *potential failure* dideteksi. Alat yang digunakan untuk mendeteksi setiap proses tergantung pada pihak perusahaan. *Detection ranking* menggunakan skala 1-10. Semakin rendah skor yang diberikan, semakin besar kemungkinan bahwa kegagalan tersebut akan terdeteksi sebelum mencapai pengguna atau menyebabkan masalah serius. Kriteria dari skala *detection* untuk setiap *potential failure* disajikan pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel IV.17 Skala *Detection* komposisi air pembasah salah

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
10	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi dengan seluruh cara
9	Hampir Tidak Terdeteksi	Operator hampir tidak bisa mendeteksi, biasanya diketahui saat pengecekan kualitas oleh bagian QC
8	Sangat Sulit	Kesalahan air pembasah sulit dikenali secara visual, baru ketahuan setelah <i>finishing</i>
7	Hampir Sangat Sulit	Biasanya tidak terlihat langsung, <i>defect</i> baru ketahuan saat pemeriksaan akhir

Lanjutan tabel IV.17 Skala *Detection* komposisi air pembasah salah

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
6	Sulit	Sulit dideteksi pada awal produksi, sering baru diketahui saat pemeriksaan acak di tengah jalan
5	Sedang	Kesalahan baru terlihat setelah beberapa ratus lembar, kadang terlewat jika pengawasan kurang ketat
4	Tidak Mudah	Bisa dideteksi melalui kontrol rutin, tapi kadang lolos bila jumlah cetak tinggi
3	Hampir Mudah	<i>Defect</i> muncul jelas setelah beberapa lembar, operator biasanya cepat menyadari
2	Mudah	Kesalahan cepat terlihat saat pemeriksaan sampel cetak awal (<i>proofing</i>)
1	Sangat Mudah	Operator langsung melihat perbedaan warna/tinta di awal cetak, sehingga bisa langsung dihentikan

Sumber: (Operator)

Tabel IV.18 Skala *Detection* blanket tidak rata atau penyok

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
10	Tidak terdeteksi	Blanket tampak normal tetapi hasil cetak cacat sepenuhnya, tidak ada cara mendeteksi sebelum kerusakan terjadi
9	Hampir Tidak Terdeteksi	Kerusakan penyok halus sama sekali tidak terlihat hingga seluruh <i>batch</i> tercetak, <i>defect</i> baru diketahui setelah distribusi internal
8	Sangat Sulit	Operator tidak menyadari blanket bermasalah, hanya diketahui setelah keluhan dari bagian <i>finishing</i> atau pelanggan.
7	Hampir Sangat Sulit	Penyok sangat kecil, hanya memengaruhi hasil cetak di bagian tertentu, terdeteksi jika dilakukan <i>quality control</i> menyeluruh
6	Sulit	Blanket tampak normal saat pemeriksaan, tapi penyok halus hanya memengaruhi area tertentu pada hasil cetak, terdeteksi setelah pemeriksaan kualitas lebih detail
5	Sedang	Penyok ringan tidak terlihat secara kasat mata, baru diketahui saat hasil cetak sudah banyak rusak

Lanjutan tabel IV.18 Skala *Detection* blanket tidak rata atau penyok

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
4	Tidak Mudah	Kerusakan tidak langsung terlihat, baru tampak setelah cetakan berjalan cukup banyak, sehingga ada risiko beberapa produk cacat terlanjur dicetak
3	Hampir Mudah	Penyok atau tidak rata mulai terlihat setelah beberapa lembar pertama tercetak
2	Mudah	Blanket tidak rata terlihat saat proses <i>make ready</i> (penyetelan awal) karena hasil cetakan langsung menunjukkan ketidakrataan
1	Sangat Mudah	Operator langsung bisa melihat blanket penyok atau tidak rata saat pemasangan, sebelum mesin berjalan.

Sumber: (Operator)

Tabel IV.19 Skala *Detection* pengaturan tekanan *roll* tidak tepat

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
10	Tidak terdeteksi	Tidak ada tanda sebelum produk jadi, cacat muncul tak terduga di luar pemeriksaan normal (sangat jarang)
9	Hampir Tidak Terdeteksi	Ketidaktepatan tekanan sangat halus sehingga baru terlihat setelah produksi besar/analisis statistik kualitas
8	Sangat Sulit	Operator dan QC tidak menyadari, cacat baru diketahui setelah <i>finishing</i>
7	Hampir Sangat Sulit	Masalah menyebabkan variasi halus antar-kelipatan, baru terdeteksi bila dilakukan pengukuran densitas atau keluhan pelanggan.
6	Sulit	Perbedaan tekanan kecil, hasil cetak masih tampak normal pada pandangan sekilas, hanya terdeteksi saat perbandingan warna/ketajaman mendetail
5	Sedang	Penyimpangan tekanan menyebabkan cacat ringan pada area tertentu, terdeteksi saat pemeriksaan <i>batch sampling</i>
4	Tidak Mudah	Perubahan kualitas cetak muncul bertahap QC perlu pemeriksaan lebih dari sekadar inspeksi visual cepat

Lanjutan tabel IV.19 Skala *Detection* pengaturan tekanan *roll* tidak tepat

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
3	Hampir Mudah	Masalah muncul di beberapa lembar awal dan cepat teridentifikasi oleh operator produksi
2	Mudah	Ketidakseimbangan tekanan terlihat pada lembar uji awal, ada perubahan rona/kontras yang mudah dikenali.
1	Sangat Mudah	Operator langsung melihat kelebihan/ketidakmampuan pengedaran air saat <i>make ready</i> , hasil cetak pertama jelas bergaris atau bercak

Sumber: (Operator)

Tabel IV.20 Skala *Detection* pelat cetak kering

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
10	Tidak terdeteksi	Sama sekali tidak bisa dideteksi sebelum produksi selesai
9	Hampir Tidak Terdeteksi	Cacat produksi batch pelat yang tersebar kecil-kecil sehingga tidak terjangkau oleh sampling normal, baru terungkap lewat analisis statistik atau keluhan pelanggan
8	Sangat Sulit	Micro-scratch atau pinhole kecil yang hanya muncul sebagai cacat setelah produksi besar atau saat <i>finishing</i>
7	Hampir Sangat Sulit	Perubahan sifat kimiawi pelat yang tidak terlihat visual tetapi mempengaruhi konsistensi cetak, terdeteksi lewat densitometer atau evaluasi warna
6	Sulit	Kerusakan halus pada lapisan fotosensitif yang hanya mempengaruhi ketajaman micro-detail butuh perbandingan dengan master/scan
5	Sedang	Cacat lokal (bekas sidik jari, residu kimia) menimbulkan bintik/blur di area tertentu, terdeteksi saat pemeriksaan sampling.
4	Tidak Mudah	Deformasi ringan (sedikit melengkung) atau kekusaman lapisan mulai menunjukkan gangguan pada beberapa lembar cetak awal
3	Hampir Mudah	Kesalahan proses pembuatan pelat (<i>under/over-exposure</i>) terlihat saat lembar uji pertama, garis tepi kabur atau detail hilang

Lanjutan Tabel IV.20 Skala *Detection* pelat cetak kering

Skala	Tingkat Deteksi	Kriteria
2	Mudah	Noda/ kontaminasi besar atau bekas gores terlihat pada permukaan pelat saat pemeriksaan cepat
1	Sangat Mudah	Kerusakan jelas terlihat saat inspeksi visual sebelum pemasangan

Sumber: (Operator)

Nilai *detection* dari setiap *potential failure* ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan *potential failure* dideteksi. Nilai *detection* yang didapat pada komposisi air pembasah salah yaitu sebesar 6, blanket penyok atau tidak rata yaitu sebesar 4, pengaturan tekanan *roll* tidak tepat yaitu sebesar 6, dan pelat cetak kering yaitu sebesar 5.

6. Menghitung Risk Priority Number (RPN) dari Masing-Masing Mode Kegagalan.

Setelah menetapkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* selanjutnya menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) dengan cara mengalikan ketiga unsur tersebut pada masing-masing *failure mode*. Hasil perhitungan RPN disajikan dalam bentuk *worksheet* FMEA berikut ini dilengkapi dengan *effect and cause* dari setiap *potential failure*:

Tabel IV.21 *Worksheet* FMEA Proses

<i>Potential Failure</i>	<i>Effect</i>	<i>Cause</i>	S	O	D	RPN
Komposisi air pembasah salah	Air pembasah tidak mampu mengontrol keseimbangan antara tinta dan air, sehingga tinta bisa menempel pada area non-gambar	Pemberian air pembasah tidak merata	4	4	6	96
Blanket tidak rata atau penyok	Distribusi tinta tidak merata pada kertas, menghasilkan cetakan dengan area yang berlebih tinta atau kekurangan tinta	Masa pakai	5	4	4	80
		Pengaturan tekanan antara pelat & blanket tidak tepat				

Lanjutan tabel IV.21 *Worksheet FMEA Proses*

Potential Failure	Effect	Cause	S	O	D	RPN
Pengaturan tekanan <i>roll</i> tidak tepat	Air pembasah tidak mampu mengontrol keseimbangan antara tinta dan air, sehingga tinta bisa menempel pada area non-gambar	<i>Roll</i> aus	6	3	6	108
		Kurang pelumasan pada bagian <i>roll</i>				
Pelat cetak kering	Area non-gambar akan kehilangan kelembabannya dan tidak lagi dapat menolak tinta dengan efektif, sehingga tinta akan menempel pada area ini	Pengaturan <i>roll</i> air salah	5	3	5	75

Sumber: (Peneliti)

7. Usulan Rencana Perbaikan

Rencana perbaikan dibuat berdasarkan pertimbangan hasil dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Pembuatan solusi perbaikan juga dibuat dengan pertimbangan faktor penyebab dari *potential failure* tersebut. Berikut merupakan pembuatan solusi dari *potential failure*:

a. *Potential Failure* Komposisi air pembasah salah

Berdasarkan nilai S, O, dan D pada tabel IV.21 penyebab besarnya RPN adalah *ranking detection*. Dengan demikian, maka prioritas pertama perbaikan adalah penguatan sistem deteksi dan pemantauan berkelanjutan untuk mencegah kegagalan yang mungkin terjadi di masa depan. Namun tindakan pada *occurrence* dan *severity* juga tetap perlu dilakukan untuk menurunkan risiko secara keseluruhan. Faktor penyebab kegagalan ini ialah takaran berdasarkan perkiraan operator.

Operator telah mencampur bahan dengan proporsi yang tidak tepat, yang dapat mempengaruhi pH dan kekerasan air. Disarankan Perusahaan melakukan pengujian untuk menentukan nilai pH dari air pembasah yang digunakan, idealnya nilai pH harus berada dalam rentang 4,8 hingga 5,5 untuk hasil yang optimal (Journal, Color Sherlock's, 2017). Kemudian lakukan pengukuran kekerasan air untuk memastikan dalam rentang 8-12 °dH tidak melebihi 12 dH (Heidelberg, 2009), karena air yang

terlalu keras dapat menyebabkan endapan pada pelat cetak dan mengganggu proses. Untuk memantau keakuratan komposisi air pembasah, disarankan menggunakan pH meter seperti *Hanna HI122* yang menyediakan kalibrasi otomatis dan logging data digital, serta *Water hardness tester* seperti *AMTAST YD300* dan *EC915* yang memungkinkan pengukuran kekerasan air dengan kompensasi suhu dan data *output* digital. Kelebihan alat ini adalah kemudahan penggunaan dan akurasinya tinggi.

Buat dan sosialisasikan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk pencampuran air pembasah, langkah-langkah pengukuran pH dan kekerasan air. Kemudian lakukan pengawasan rutin terhadap kualitas air pembasah selama proses pencetakan untuk mendeteksi masalah lebih awal, setelah implementasi perbaikan evaluasi hasil cetak secara berkala untuk memastikan bahwa perbaikan telah berhasil mengurangi tingkat kegagalan.

b. *Potential Failure Blanket* tidak rata atau penyok

Berdasarkan nilai S, O, dan D pada tabel IV.21 penyebab besarnya RPN adalah *ranking severity*. Maka prioritas pertama perbaikan adalah mengurangi dampak atau keparahan kegagalan. Faktor penyebab kegagalan ini ada dua yaitu masa pakai dan pengaturan tekanan antara pelat dan blanket tidak tepat.

Rencana perbaikan terhadap blanket tidak rata atau penyok dapat dimulai dengan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kondisi blanket dan pengaturan mesin. Pertama, lakukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi area yang penyok atau tidak rata pada blanket. Pemeriksaan sebaiknya dilakukan secara berkala, idealnya setiap kali sebelum memulai produksi. Hal ini penting untuk memastikan bahwa blanket dalam kondisi optimal dan siap digunakan. Selain itu, pemeriksaan juga harus dilakukan setelah periode tertentu, misalnya setiap minggu atau setiap bulan, tergantung pada frekuensi penggunaan mesin cetak. Dan jika diperlukan, ganti blanket yang sudah terlalu aus untuk memastikan kualitas cetakan yang optimal. Selanjutnya, sesuaikan pengaturan tekanan antara pelat dan blanket agar berada dalam rentang yang direkomendasikan oleh produsen mesin, sehingga dapat menghindari tekanan berlebih yang dapat merusak permukaan blanket. Selain itu, pastikan bahwa semua komponen mesin, termasuk *roll* tinta dan *roll* air, dalam kondisi baik dan berfungsi dengan baik untuk mendukung distribusi tinta yang

merata. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan kualitas hasil cetakan dapat ditingkatkan secara keseluruhan.

c. *Potential Failure* Pengaturan tekanan *roll* tidak tepat

Berdasarkan nilai S, O, dan D pada tabel IV.21 penyebab besarnya RPN adalah ranking *severity*. Maka prioritas pertama perbaikan adalah mengurangi dampak atau keparahan kegagalan. Faktor penyebab kegagalan ini ada dua yaitu *roll* aus dan kurangnya pelumasan pada bagian *roll*. Melihat faktor tersebut masalah utama adalah pada ketahanan atau kekuatan komponen tersebut. *Roll* yang digunakan sekarang berbahan dasar karet nitril (NBR). Karet ini adalah karet sintetis yang dikenal karena ketahanannya terhadap minyak dan bahan kimia. Namun memiliki kekurangan, umur pakainya pendek dan cepat aus. Maka dari itu diperlukan komponen baru *roll* yang umurnya lebih panjang dan tahan aus. Dibutuhkan perbandingan tiap *material* untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari *material* tersebut, berikut tabel IV.22 akan memaparkan kelebihan dan kekurangan dari tiap *material*.

Tabel IV.22 Bahan *Material Roll* Air

Bahan (<i>Material</i>)	Kelebihan	Kekurangan
Karet Nitril (NBR)	Tahan terhadap minyak	Kurang fleksibel dibandingkan dengan poliuretan
	Fleksibel dan cocok untuk aplikasi dengan deformasi tinggi	Umur pakai lebih pendek dibandingkan poliuretan
	Harga relatif murah	Rentan terhadap suhu tinggi dan sinar UV
Karet Poliuretan (PU)	Fleksibilitas tinggi dan elastisitas yang baik	Harga lebih mahal dibanding karet nitril
	Resistensi terhadap abrasi dan keausan sangat baik	Pemeliharaan lebih rumit jika permukaan sudah rusak
	Umur pakai lebih lama dibanding karet nitril	Rentan terhadap degradasi akibat sinar UV
	Dapat berfungsi dalam rentang suhu yang luas	
Katun Murni	Daya serap air yang sangat baik	Rentan terhadap kerusakan
	Tidak mudah rontok	Memerlukan perawatan lebih sering untuk menjaga daya serap
	Memproduksi hasil cetakan yang lebih bersih	

Lanjutan tabel IV.22 Bahan *Material Roll Air*

Bahan (<i>Material</i>)	Kelebihan	Kekurangan
Ebonit	Tahan lama dan kuat untuk penggunaan jangka panjang	Lebih berat dibandingkan dengan bahan lain, dapat mempengaruhi pengaturan mesin
	Memiliki ketahanan yang baik terhadap bahan kimia	Kurang fleksibel

Sumber: (Smith, 2020)

Berdasarkan tabel IV.22 diketahui bahwa *material* karet poliuretan (PU) memiliki kelebihan fleksibilitas tinggi dan elastisitas yang baik, resistensi terhadap abrasi dan keausan sangat baik, umur pakai lama, dan dapat berfungsi dalam rentang suhu yang luas. Ini menunjukkan bahwa komponen yang akan menjadi pengganti memiliki keunggulan yang lebih dari komponen yang sudah digunakan. Komponen pengganti disarankan menggunakan bahan dari karet poliuretan (PU). Selain mengganti *material roll* terdapat beberapa cara untuk menghindari keausan yaitu pelumasan rutin untuk mengurangi gesekan, membersihkan *roll* setelah penggunaan untuk mencegah akumulasi residu cairan pembasah atau tinta, dan mengatur tekanan *roll* agar tidak terlalu tinggi. Dengan *material roll* yang tepat dan pemeliharaan yang baik, diharapkan dapat meningkatkan umur pakai *roll* air dan memastikan kualitas cetakan yang konsisten sehingga dapat menurunkan nilai *severity* yang tinggi.

d. **Potential Failure Pelat cetak kering**

Berdasarkan nilai S, O, dan D pada tabel IV.22 penyebab besarnya RPN adalah ranking *severity*. Maka prioritas pertama perbaikan adalah mengurangi dampak atau keparahan kegagalan. Faktor penyebab kegagalan ini adalah pengaturan *roll* air salah. Ketika *roll* air tidak disetel dengan benar, distribusi air pembasah menjadi tidak merata, sehingga beberapa area pada pelat cetak tidak mendapatkan kelembapan yang cukup. Akibatnya, area non-gambar pada pelat menjadi kering dan tidak mampu menolak tinta dengan efektif, menyebabkan cacat isi kotor.

Rencana perbaikan terhadap pelat cetak kering dapat dimulai dengan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap sistem pembasahan, termasuk pemeriksaan kondisi *roll* air dan pengaturan tekanan antara *roll* air dan pelat cetak. Langkah pertama

adalah memastikan *roll* air dalam kondisi baik dan bersih dari residu tinta atau kotoran yang dapat mengganggu distribusi air. Selanjutnya, lakukan penyesuaian pada tekanan dan kecepatan *roll* air untuk memastikan distribusi air pembasah yang merata di seluruh permukaan pelat cetak. Selain itu penting untuk memeriksa dan mengatur pH larutan pembasah agar berada dalam rentang ideal, dan menjaga suhu air agar tetap stabil. Dengan menerapkan langkah-langkah ini, diharapkan *potential failure* pelat cetak kering dapat diatasi, sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil cetakan dan menurunkan nilai *severity* yang tinggi.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pemaparan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil pengamatan dan pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Bab ini diuraikan menjadi dua sub-bab yaitu analisis potensial kegagalan (*potential failure*) proses *printing* Al-Qur'an dan pembahasan rancangan perbaikan berdasarkan FMEA.

V.1 Analisis Potensial Kegagalan (*Potential Failure*) Proses *Printing* Al-Qur'an.

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data pada proses *printing* Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika, dilakukan identifikasi potensi kegagalan menggunakan metode FMEA. Hasil identifikasi menunjukkan terdapat empat *potential failure* yang menyebabkan *defect* isi kotor pada proses *printing*, diantaranya:

1. Komposisi air pembasah salah, disebabkan oleh operator yang dalam pencampurannya masih menggunakan perkiraan. Mengakibatkan air pembasah tidak mampu mengontrol keseimbangan antara tinta dan air, sehingga tinta bisa menempel pada area non-gambar.
2. Blanket tidak rata atau penyok, disebabkan oleh masa pakai dan pengaturan tekanan antara pelat dan blanket tidak tepat. Mengakibatkan distribusi tinta tidak merata pada kertas, menghasilkan cetakan dengan area yang berlebih tinta atau kekurangan tinta.
3. Pengaturan tekanan *roll* tidak tepat, disebabkan oleh *roll* aus dan kurangnya pelumasan pada bagian *roll*. Mengakibatkan air pembasah tidak didistribusikan secara merata, menyebabkan area pelat tidak cukup basah atau terlalu basah.
4. Pelat cetak kering, disebabkan oleh pengaturan *roll* air salah. Mengakibatkan area non-gambar akan kehilangan kelembabannya dan tidak lagi dapat menolak tinta dengan efektif, sehingga tinta akan menempel pada area ini.

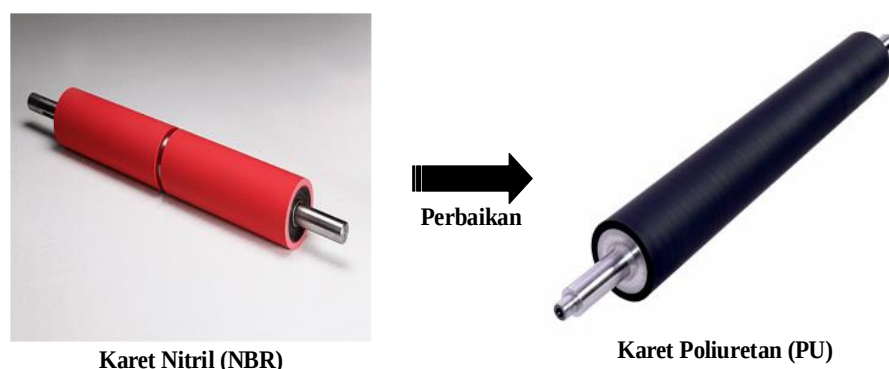
Setiap mode kegagalan dianalisis berdasarkan tiga parameter FMEA, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D). Nilai RPN (*Risk Priority Number*) dihitung untuk menentukan prioritas perbaikan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel IV.21. Berdasarkan tabel tersebut mode kegagalan dengan RPN tertinggi adalah pengaturan tekanan *roll* tidak tepat dengan nilai RPN sebesar 108, yang menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan.

V.2 Pembahasan Rancangan Perbaikan Berdasarkan FMEA

1. Rancangan Perbaikan Pengaturan Tekanan *Roll* Tidak Tepat

Roll air berfungsi sebagai komponen utama dalam sistem pembasahan mesin cetak *offset* yang bertugas mendistribusikan larutan pembasah secara merata ke permukaan pelat cetak. Larutan pembasah ini diperlukan untuk menjaga area non-gambar pada pelat tetap lembab agar mampu menolak tinta dengan efektif. *Roll* yang digunakan saat ini berbahan dasar karet nitril (NBR). Karet ini adalah karet sintetis yang dikenal karena ketahanannya terhadap minyak dan bahan kimia. Namun memiliki kekurangan, umur pakainya pendek dan cepat aus.

Dalam mengatasi masalah tersebut, disarankan untuk melakukan perbaikan *material* pada *roll*. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa *material* karet poliuretan (PU) merupakan *material* yang lebih baik, karena memiliki kelebihan fleksibilitas tinggi dan elastisitas yang baik, resistensi terhadap abrasi dan keausan sangat baik, umur pakai lama, dan dapat berfungsi dalam rentang suhu yang luas. Dalam pengaplikasiannya Poliuretan (PU) mengutamakan ketahanan aus dan umur pakai yang panjang. Gambaran perubahan *material roll* air akan disajikan pada gambar V.1.



Gambar V. 1 Ilustrasi Perbaikan Komponen *Roll* Air

2. Rancangan Perbaikan Komposisi Air Pembasah Salah

Air pembasah berfungsi untuk membasahi area non-cetak pada pelat agar tinta tidak menempel pada bagian tersebut, sehingga terjadi pemisahan yang jelas antara area cetak dan non cetak. Selain itu, air pembasah berperan menstabilkan pH permukaan pelat pada kisaran ideal 4,8–5,5 (Journal, Color Sherlock's, 2017) untuk mendukung interaksi tinta dan pelat secara tepat. Saat ini dalam pencampurannya operator masih menggunakan perkiraan, oleh karena itu kerap kali terjadi kendala-kendala cetak yang terjadi akibat pengaruh penggunaan air pembasah yang tidak ideal, seperti cetakan kotor. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, dibuatlah sebuah rancangan perbaikan pada proses *printing* terhadap *potential failure* komposisi air pembasah salah.

Berdasarkan hasil penilain *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (O), diketahui nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi disebabkan oleh lemahnya aspek deteksi (*detection ranking*). Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengawasan dan pemantauan terhadap kualitas air pembasah belum berjalan secara efektif sehingga potensi kegagalan baru teridentifikasi setelah menimbulkan masalah pada hasil cetakan. Faktor utama kegagalan adalah pencampuran air pembasah yang dilakukan tanpa pengukuran yang akurat. Operator hanya mengandalkan takaran perkiraan sehingga komposisi bahan pembasah sering kali tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Akibat dari pencampuran yang tidak terkontrol ini adalah nilai pH dan kekerasan air pembasah yang sering keluar dari rentang ideal. pH air pembasah yang tidak berada di antara 4,8 hingga 5,5 dapat menyebabkan tinta menempel pada area non-cetak, menimbulkan noda, dan mengganggu keseimbangan tinta dan air pada proses cetak *offset*. Kekerasan air yang melebihi 12 °dH dapat memicu pembentukan endapan pada permukaan pelat cetak sehingga mempercepat keausan pelat, menurunkan kualitas cetak, dan meningkatkan frekuensi perawatan mesin.

Perbaikan harus difokuskan pada penguatan sistem deteksi dan pemantauan secara berkala dengan mengimplementasikan alat uji pH meter digital dan test kit kekerasan air yang digunakan setiap kali melakukan pencampuran air pembasah. Perusahaan wajib menyusun dan mensosialisasikan Standar Operasional Prosedur

(SOP) tertulis dan visual agar semua operator memiliki pedoman yang sama dalam melakukan pencampuran dan pengujian air pembasah. Pengawasan rutin dan evaluasi hasil cetakan setiap periode tertentu juga harus dilakukan untuk memastikan bahwa perbaikan berjalan efektif dalam menurunkan tingkat kegagalan cetak.

Dengan implementasi perbaikan yang disiplin dan terstruktur, diharapkan risiko kegagalan cetak akibat kualitas air pembasah dapat ditekan secara signifikan. Selain itu, hasil cetak akan menjadi lebih konsisten, biaya produksi dapat ditekan karena berkurangnya cacat cetak dan perawatan mesin, serta mutu produk akhir dapat terus dipertahankan pada standar yang diinginkan.

3. Rancangan Perbaikan Blanket Tidak Rata atau Penyok

Blanket berfungsi menerima gambar dari pelat cetak yang telah diberi tinta, kemudian mentransfernya secara merata dan presisi ke media cetak. Berdasarkan hasil penilaian *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) penyebab utama tingginya *Risk Priority Number* (RPN) adalah faktor *Severity*. Hal ini menunjukkan bahwa dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan cukup besar terhadap kualitas hasil cetakan dan harus segera ditangani. Dalam konteks ini, kegagalan disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu masa pakai blanket yang sudah melebihi batas optimal dan pengaturan tekanan antara pelat dan blanket yang tidak sesuai standar. Blanket yang telah aus atau penyok dapat menyebabkan permukaan tidak rata, sehingga distribusi tekanan saat proses pencetakan menjadi tidak seimbang. Akibatnya, hasil cetakan menjadi tidak konsisten, baik dari segi ketajaman gambar maupun intensitas warna, bahkan bisa menyebabkan munculnya cacat seperti isi kotor. Ketika pengaturan tekanan antara blanket dan pelat cetak terlalu besar, permukaan blanket bisa rusak, tertekan berlebih, atau bahkan robek, sedangkan jika terlalu rendah, transfer gambar dari pelat ke media cetak menjadi tidak sempurna.

Rencana perbaikan yang disusun untuk mengatasi blanket tidak rata atau penyok bertujuan untuk menurunkan nilai *Severity* dengan menjaga blanket tetap dalam kondisi ideal. Langkah awal dimulai dengan melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kondisi blanket secara visual dan teknis. Pemeriksaan ini harus dilakukan secara berkala, idealnya sebelum proses produksi dimulai, untuk memastikan tidak ada kerusakan atau penyok pada permukaan blanket. Selain itu,

pemeriksaan berkala berdasarkan waktu penggunaan, seperti mingguan atau bulanan tergantung intensitas produksi, sangat dianjurkan agar potensi kerusakan dapat terdeteksi sejak dini. Blanket yang menunjukkan gejala aus atau tidak rata harus segera diganti dengan yang baru untuk menjaga kualitas transfer gambar. Pengaturan tekanan antara pelat dan blanket juga harus dikalibrasi secara presisi mengikuti panduan dari produsen mesin cetak. Tekanan yang tepat akan menjaga blanket dari kerusakan sekaligus memastikan transfer tinta dari pelat ke blanket berjalan sempurna. Dengan langkah-langkah perbaikan teknis, diharapkan blanket dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang, menghasilkan cetakan yang konsisten dan berkualitas tinggi, sekaligus menurunkan dampak kerusakan.

4. Rancangan Perbaikan Pelat Cetak Kering

Pelat cetak berfungsi sebagai media pembawa gambar atau teks yang akan dicetak pada kertas. Pelat ini mentransfer gambar ke blanket yang kemudian memindahkan gambar tersebut ke permukaan media cetak. Berdasarkan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), penyebab utama besarnya nilai *Risk Priority Number* (RPN) adalah tingginya nilai *Severity*. Hal ini menunjukkan bahwa prioritas utama perbaikan adalah mengurangi dampak atau keparahan kegagalan yang terjadi. Salah satu faktor penyebab utama kegagalan tersebut adalah pengaturan *roll* air yang tidak tepat. Ketika *roll* air tidak diatur dengan benar, distribusi air pembasah pada pelat cetak menjadi tidak merata. Kondisi ini menyebabkan sebagian area pelat, khususnya area non-gambar, tidak mendapatkan kelembapan yang cukup. Akibatnya, area tersebut tidak mampu menolak tinta secara efektif sehingga timbul cacat isi kotor pada hasil cetakan, yang secara langsung menurunkan kualitas produk, terutama pada produk cetakan yang memerlukan presisi tinggi seperti Al-Qur'an.

Rencana perbaikan untuk mengatasi potensi kegagalan berupa pelat cetak kering perlu diawali dengan evaluasi menyeluruh terhadap sistem pembasahan mesin cetak. Evaluasi ini mencakup pemeriksaan kondisi fisik *roll* air, termasuk kebersihan, keausan, dan keutuhan permukaan *roll*. *Roll* air yang aus, kotor, atau rusak harus segera diganti untuk menjamin distribusi air yang konsisten. Selain itu, pengaturan tekanan antara *roll* air dan pelat cetak harus disesuaikan secara presisi dengan spesifikasi teknis mesin agar tidak terjadi kelebihan atau

kekurangan suplai air pembasah. Penyesuaian kecepatan *roll* air juga menjadi hal penting agar distribusi air dapat mengikuti kecepatan produksi cetak tanpa menyebabkan fluktuasi kelembapan pada pelat. Selanjutnya, kualitas larutan pembasah harus dikendalikan dengan ketat, termasuk menjaga pH larutan pada kisaran ideal (umumnya 4,8–5,5) dan memastikan kadar alkohol atau aditif lainnya sesuai rekomendasi untuk mendukung stabilitas proses cetak. Suhu larutan juga harus dijaga tetap stabil, biasanya di bawah 15°C, guna menghindari penguapan berlebihan dan perubahan sifat kimia larutan.

Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan nilai *Severity* dari potensi kegagalan dapat ditekan sehingga kualitas cetakan meningkat dan cacat isi kotor dapat diminimalkan. Peningkatan sistem deteksi, misalnya dengan inspeksi visual berkala dan penggunaan alat bantu monitoring, juga akan mendukung upaya pengendalian kegagalan secara lebih efektif. Upaya ini pada akhirnya akan memperkuat sistem manajemen mutu di lini produksi cetak dan mendukung keberlanjutan proses perbaikan berbasis *continuous improvement*.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil pemecahan masalah yang mencerminkan jawaban atas permasalahan yang telah dirumuskan serta berisikan saran atau rekomendasi bagi perusahaan atas kesimpulan yang diambil dan juga untuk penelitian yang lebih baik dimasa yang akan datang.

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data dan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kegagalan pada proses *printing* produk Al-Qur'an di PT. Sygma Exa Grafika disebabkan oleh beberapa faktor yaitu komposisi air pembasah salah, *blanket* tidak rata atau penyok, pengaturan tekanan *roll* tidak tepat, dan pelat cetak kering.
2. Usulan rancangan perbaikan pada proses *printing* yang diberikan berdasarkan prioritas sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan yaitu:
 - a. Mengubah *material roll* air dari bahan karet nitril (NBR) menjadi karet poliuretan (PU) untuk mengatasi kegagalan pengaturan tekanan *roll* tidak tepat.
 - b. Melakukan pengujian dan pengawasan rutin terhadap pH serta kekerasan air pembasah untuk memastikan kualitas air sesuai standar yang direkomendasikan.
 - c. Melakukan pemeriksaan rutin untuk mengidentifikasi area penyok atau tidak rata pada *blanket* sebelum memulai produksi baru atau setelah proses produksi (*printing*) selesai.
 - d. Melakukan evaluasi dan penyesuaian sistem pembasahan, terutama memastikan *roll* air dalam kondisi baik serta pengaturan tekanan dan kecepatan *roll* air yang tepat untuk menjamin distribusi air pembasah merata di seluruh permukaan cetak.

VI.2 Saran

Adapun saran berikut ini yang diberikan kepada perusahaan dan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Hasil dari penelitian ini hanya berupa usulan rancangan perbaikan, diharapkan dapat digunakan untuk membantu perusahaan dalam upaya menurunkan kegagalan pada proses produksi.
2. Penelitian ini hanya menggunakan satu metode, diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode-metode lain yang dapat diterapkan pada perusahaan serta dapat menghasilkan solusi yang lebih baik.

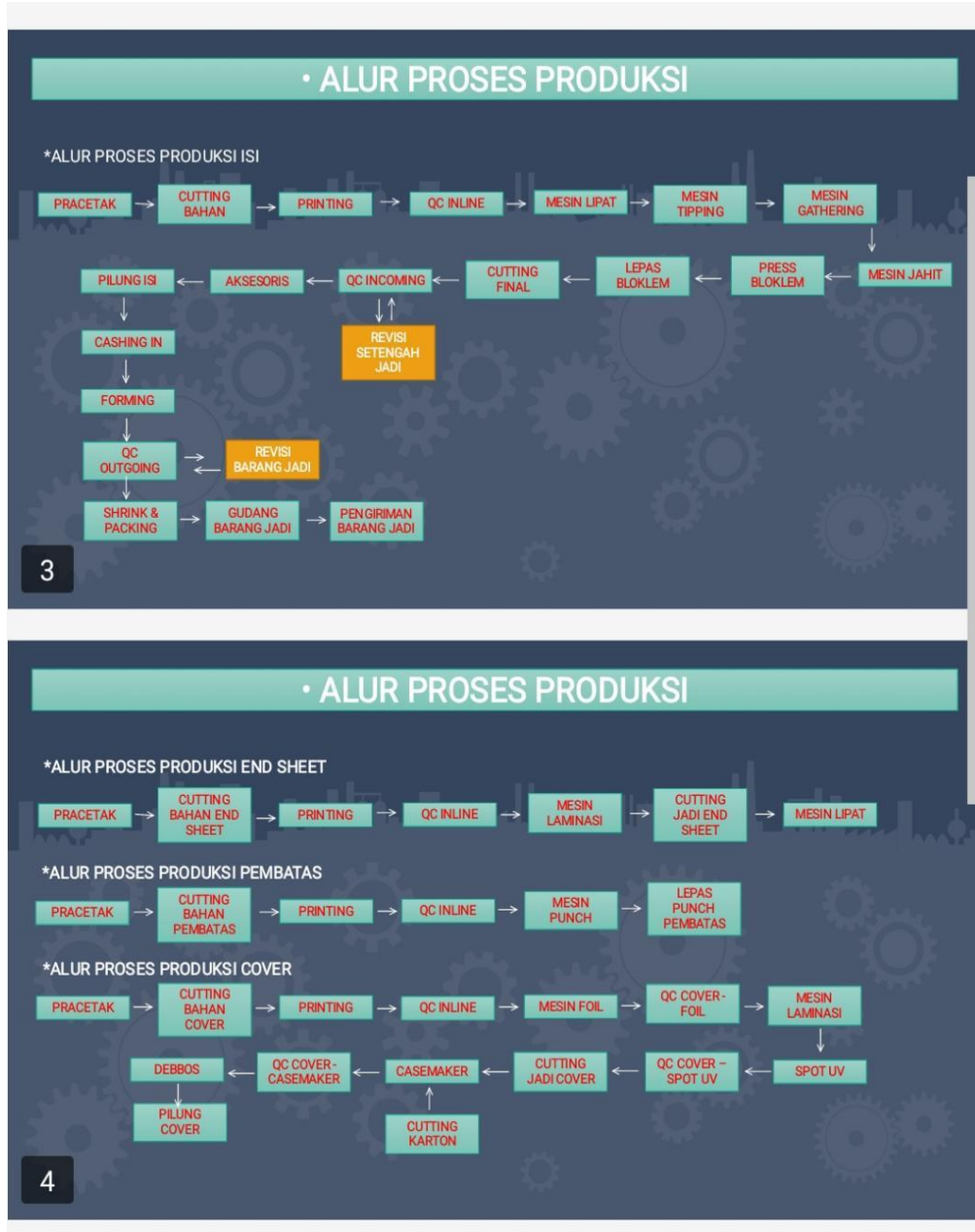
DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Bakhtiar dkk. (2013, January). Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC). *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, Vol. 2, 29-36.
- Besterfield, D. H. (2009). *Quality Control*. (8. edition, Ed.) New Jersey: Pearson Prentice.
- Carlson, C. (2014). Which FMEA Mistakes Are You Making To Effective Audit Process. *Quality Progress*, 22-36.
- Deming, W. E. (2002). *Out of Crisis*. Cambirdge: Massachussetts Institute of Technology.
- Diana, F. T. (2003). *Total Quality Management* (Edisi Revisi ed.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Garvin, D. A. (1987). *Managing Quality*. New York: The Free Press.
- Gaspersz, V. (1997). *Manajemen Kualitas*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedika Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. (2005). *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Heidelberg. (2009). *Profi Tip Dampening Solutions in Offset Printing*. Germany: Print Media Academy.
- Johnson, A & Lee,M. (2021). Material Properties of Offset Printing Rolls: A Comparative Study. *Journal of Printing Science and Technology*, 15(3), 45-58. doi:10.1234/jpst.2021.015
- Journal, Color Sherlock's. (21. Oktober 2017). Dampening solutions in offset printing. *Diakses dari Color Sherlock's Journal*, Part 1.
- Juran, J. M. (1998). *Juran's Quality Handbook* . New York: Mc Graw Hill.
- Kotler, P. (1997). *Manajemen Pemasaran Analisis Perencanaan, Implementasi dan Kontrol*. Jakarta: PT. Prenhallindo.

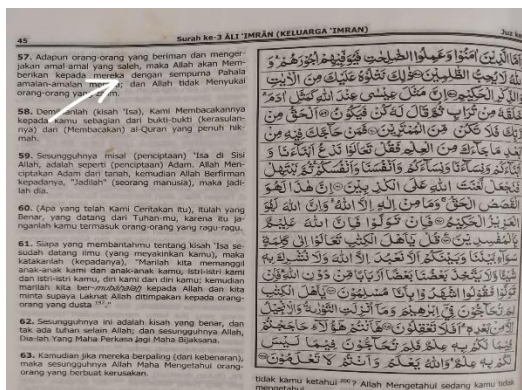
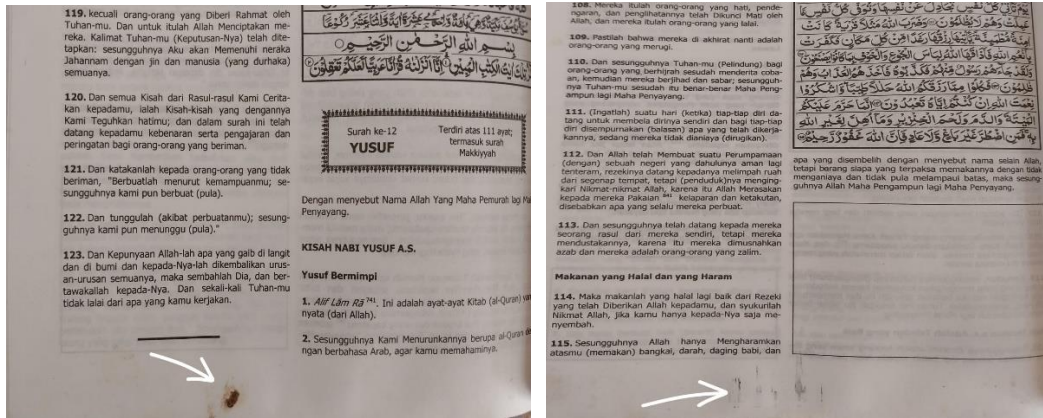
- McDermott, R. (2009). *The Basics of FMEA* (2nd Edition ed.). United States of America: CRC Press.
- Prihatmaji, W. (2014, Mei). Implementasi Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2008 Pada LP31 College Jakarta. *Jurnal Lentera Bisnis*, Vol 3 No.1/ISSN 2252-9993.
- Printing Industries of America. (2022). *Understanding the Types of Rollers Used in Offset Printing*. Retrieved from <https://www.printing.org/rollers>
- Render, J. H. (2013). *Operations Management-Manajemen Operasi Edisi 11*. Jakarta: Salemba Empat.
- Salam, A. (2008). *Manajemen Personalia (Manajemen Sumber Daya Manusia)*. Jakarta: Ghalia.
- Smith, J. (2020). *Printing Technology: An Overview of Offset Printing and Materials*. New York: Print Press.
- Stamatis, D. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution* (Second Edition ed.). Wisconsin: ASQ Quality Press Milwaukee.
- Wibowo, H & Khikmawati, E. (2014). Jurnal Riset Manajemen & Bisnis. *Analisis Kecacatan Produk Air Minum Dalam Kemasan Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Dengan Metode DMAIC*, Vol 4, 113-247.
- Zulian, Y. (2013). *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta: Ekonisia.

LAMPIRAN

➤ Alur Proses Produksi Pembuatan Al-Qur'an



➤ Defect Isi kotor



- *Defect* Isi tidak rata



➤ *Defect* Isi mengkerut

