

## Analisis Penurunan Tingkat Kecacatan untuk Produk *Paper Core* di PT. X

Abner Dikman<sup>1</sup>, Togar Wiliater Soaloon Panjaitan<sup>2</sup>

---

**Abstract:** PT. X is a company engaged in packaging production, specifically paper core, which was established in 2001. The production system of PT. X operates on a made-to-order principle, manufacturing products according to customer orders and specifications. The success of meeting customer needs is crucial for business progress and sustainability, making quality management increasingly important in business competition. It can enhance customer satisfaction, maintain company reputation, reduce production costs, and improve profitability. Production data from March to April 2023 revealed a 20% defect rate in the grinding, coating, and polishing processes for paper core production, with "unstuck" being the most common defect type. The DMAIC methodology is employed to address and provide solutions to reduce this defect percentage. Quality control processes at PT. X need to be enhanced to achieve higher efficiency and customer satisfaction. Factors contributing to the "unstuck" defect include machine calibration errors, paper breakage, raw material inspection processes, and raw material quality. Recommended solutions include objective recording of paper cutting precision, MTBF analysis to anticipate machine breakdowns, SOP creation for raw material inspection, procurement of equipment for viscosity testing of adhesives and paper moisture, vendor agreements on quality, and improved production planning with humidity control in storage warehouses. Implementation of these solutions is expected to reduce the production defect rate and enhance quality of paper core products at PT. X.

**Keywords:** quality control, DMAIC, paper core

---

### Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan di bidang packaging yang didirikan pada tahun 2001 dan mulai beroperasi pada tahun 2002. PT. X memiliki satu Departemen yaitu *paper core* yang bergerak di bidang produksi *paper core*. *Paper core* adalah gulungan kertas yang dapat digunakan sebagai komponen sentral atau berbagai aplikasi industri dan produk seperti *flexible packaging*, produk kertas, gulungan plastik dan lainnya (Kolakowski [1]).

Sistem produksi pada PT. X menerapkan prinsip *made by order*, yang merupakan konsep produksi yang memproduksi produk sesuai pesanan dan disesuaikan dengan spesifikasi yang diminta oleh pelanggan, namun tidak diulang secara rutin atau dalam polanya tidak dapat diprediksi (Saniuk dan Waszkowski [2]). Sehingga, proses produksi di perusahaan hanya akan berlangsung ketika mendapat permintaan dari pelanggan dengan spesifikasi yang telah disetujui kedua pihak. Upaya memenuhi kebutuhan pembeli atau konsumen merupakan salah satu aspek penting dalam kemajuan serta keberlangsungan bisnis.

Pentingnya kesesuaian antara kebutuhan dan hasil produksi perusahaan tercermin dalam hal ini. Dengan kata lain, perusahaan harus mampu menyediakan produk berkualitas tinggi kepada pelanggan guna meningkatkan kepuasan mereka (Dhafr *et al.* [3]). Dalam konteks persaingan yang semakin ketat dan perkembangan bisnis, manajemen kualitas menjadi semakin penting bagi perusahaan, karena dapat memberikan berbagai manfaat dalam berbagai aspek. Dari sudut pandang konsumen, menyediakan kualitas yang baik dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan mendorong mereka untuk terus membeli produk dari perusahaan. Kemudian, dari segi organisasi, kualitas dapat membuat reputasi perusahaan tetap terjaga, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan profitabilitas (Alghamdi dan Bach [4]).

PT. X juga terus berusaha memperhatikan kualitas produk yang dihasilkan pada setiap produknya. Untuk memenuhi kondisi tersebut, perusahaan membutuhkan sistem produksi yang baik dan sesuai agar dapat mendorong terciptanya kualitas produk yang terbaik. Setiap proses yang terintegrasi dengan baik diharapkan dapat menghasilkan *output* yang maksimal. Berdasarkan data masa lalu perusahaan pada bulan Maret - April 2023 pada proses GCP atau *grinding*, *coating*, dan *polishing*, didapati bahwa tingkat kecacatan hasil produksi adalah 20%. *Defect*

---

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: c13190059@john.petra.ac.id, togar@petra.ac.id

atau kecacatan akan membutuhkan biaya tambahan untuk perusahaan untuk tetap bisa memenuhi permintaan pelanggan, seperti lewat mengerjakan kembali (*rework*) yang membuat biaya tambahan bagi perusahaan. Melihat fakta ini, perusahaan ingin mencoba untuk menurunkan tingkat kecacatan dengan target hingga dibawah 8% sehingga proses produksi menjadi lebih efisien, dan dapat meningkatkan profitabilitas serta produktivitas dari perusahaan, dengan mengurangi tingkat kecacatan produksi yang terjadi.

Oleh karena itu, melalui penelitian ini, peneliti bertujuan untuk menganalisa dan memberikan usulan tindakan yang dapat mengurangi tingkat kecacatan tersebut. Studi yang dilakukan akan memanfaatkan prinsip metodologi DMAIC sebagai bagian dari instrumen *six sigma*. Sebuah pendekatan yang dapat digunakan untuk mendapatkan strategi atau upaya yang bisa mengurangi biaya produksi dan meningkatkan produktivitas, yang salah satunya dengan menekan kemungkinan terjadinya kecacatan (Breyfogle [5]).

### Metode Penelitian

#### Pengendalian Kualitas

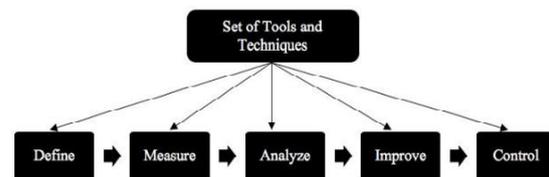
Pengertian kualitas menurut Juran [6] dan Smith [7] adalah kesesuaian antara tujuan atau manfaat sesuatu produk atau jasa dengan ekspektasi atau keinginan yang diharapkan. Dengan kata lain merupakan perbedaan antara ekspektasi dengan kenyataan, pada kasus di industri manufaktur kualitas dapat dilihat sebagai perbedaan antara produk yang diekspektasikan, baik oleh perusahaan maupun konsumen dengan kenyataan hasil produksinya. Kualitas merupakan suatu hal yang sangat penting, dimana menurut penelitian, kualitas yang baik tentunya sangat memiliki hubungan dengan kepuasan konsumen yang baik juga (Dhafir *et al.* [3]). Dengan mengetahui pentingnya kualitas, maka tentunya proses pengendalian kualitas merupakan hal mutlak dan harus dilakukan oleh perusahaan.

Pengendalian kualitas sendiri menurut Assauri [8], merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk dapat memastikan bahwa kegiatan operasional yang sedang, maupun akan dilaksanakan telah sama dengan rencananya, sehingga tidak ada penyimpangan proses maupun hasil produksi yang dihasilkan. Lebih jauh juga, proses pengendalian ini dapat dilakukan dengan bantuan instrumen dan teknik yang dapat membantu pengendalian ini, sehingga lebih efisien namun tetap dengan biaya yang rendah (Gaspersz [9]).

Metode pengendalian kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metodologi pengendalian kualitas, DMAIC. Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam penelitian ini, berdasarkan DMAIC.

#### DMAIC

DMAIC merupakan singkatan dari *define, measure, analyze, improve, dan control* yang merupakan sebuah metodologi dalam *six sigma* dan bertujuan sebagai *framework* atau tahapan sistematis dalam hal peningkatan dan pengendalian kualitas. Tahapan ini dapat digunakan untuk menyelesaikan problematika dalam operasi, dengan melakukan identifikasi masalah, pengukuran kondisi saat ini, *improvement*, dan melihat kondisi setelah dilakukan perbaikan (Subagyo *et al.* [10]).



Gambar 1. Ilustrasi proses DMAIC

#### Define

Tahap pertama dalam DMAIC adalah *define*, yang merupakan tahapan yang bertujuan untuk melakukan pendefinisian masalah, target perbaikan, dan batasan-batasan masalah yang ingin diperbaiki. Pada tahapan ini umumnya dilakukan dengan observasi langsung pada proses operasional dan atau melakukan wawancara dengan *stakeholder* terkait.

#### Measure

Tahap *measure* dilakukan untuk mengukur permasalahan yang juga akan dijadikan acuan terhadap proses kedepannya. Pada langkah ini, akan dilakukan pengumpulan data awal dan mengolahnya untuk melihat gambaran awal permasalahan yang terjadi pada proses. Data yang telah diolah akan menjadi acuan untuk membandingkan kondisi saat ini dengan kondisi setelah dilakukan perbaikan.

#### Analyze

Proses *analyze* akan fokus pada melakukan analisa akar permasalahan dari tahapan sebelumnya, sehingga dapat mengetahui penyebab proses mengalami permasalahan yang telah di *define*. Pada tahapan ini, akan dilakukan eksplorasi terkait semua kemungkinan yang masuk akal, yang dapat menyebabkan permasalahan terjadi.

### Improve

Setelah dilakukannya analisa terkait potensi penyebab permasalahan, kemudian akan dilakukan fase *improve*, yang sesuai namanya bertujuan untuk melakukan perbaikan atas kondisi sekarang ini yang terjadi. Solusi yang diharapkan tentunya merupakan solusi inovatif, namun tetap efisien dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan. Selain itu, juga perlu dilihat dari segi *feasibility*-nya, baik dari segi biaya, dan hal-hal lainnya yang menyangkut kesediaan perusahaan untuk mau dilakukan *improvement* sesuai dengan ide solutif yang dimiliki. Sehingga, penting untuk dilakukan tahapan verifikasi dan validasi ide pada tahapan *improve* ini, sehingga solusi yang ditawarkan memang dapat dilakukan secara nyata.

### Control

Tahapan terakhir dari metode ini adalah *control*, yang bertujuan untuk melakukan kontrol atau pengawasan, terhadap hasil dari *improve* yang telah dilakukan, dan mengukur efektivitas dari perbaikan yang telah dilakukan.

## Hasil dan Pembahasan

### Produk Paper Core

Menurut Western Container [11], *paper core* merupakan sebuah tabung silinder yang dibuat dari gulungan-gulungan kertas (Gambar 2). Produk ini sering digunakan sebagai komponen yang penting dalam berbagai produk industri lain, seperti gulungan selotip, kain, benang, kawat, kertas, dan masih banyak lainnya (iqsdirectory.com [12]). Produk ini digunakan sebagai kemasan atau wadah untuk menjaga agar produk tetap terjaga dan membuat produk tetap stabil pada bentuk yang diinginkan.



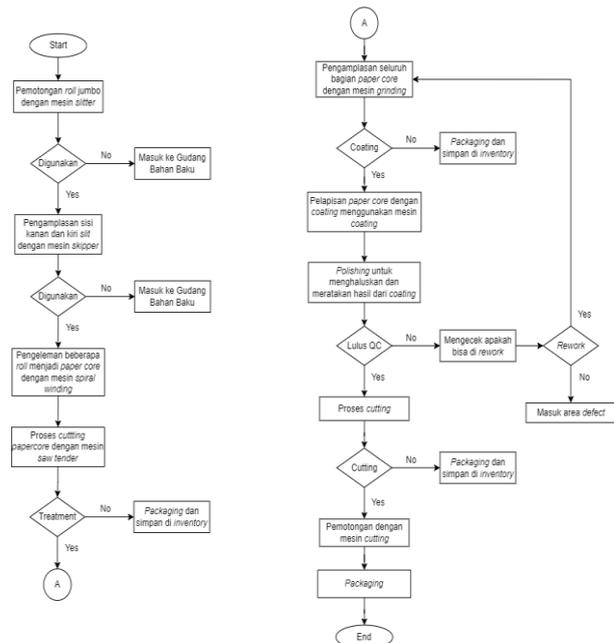
Gambar 2. Produk paper core

Dikarenakan produk ini cenderung digunakan sebagai komponen dari produk lain, maka spesifikasi produk ini cenderung bervariasi, tergantung dari kebutuhan bisnis, umumnya spesifikasi ditentukan dari 3 parameter, yaitu diameter dalam produk, tebal, dan panjang tabung. Proses produksi dari

produk ini, terdiri dari beberapa tahapan, secara singkat yaitu proses pemotongan *roll* kertas, proses pengamplasan, proses pengeleman, proses *coating*, proses *polishing*, dan proses *packaging*.

### Proses Produksi Paper Core

Proses produksi produk paper core dapat dilihat seperti diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur produksi produk paper core

### Pemotongan Roll Jumbo dengan Mesin Slitter

Pemotongan *roll* jumbo dilakukan dengan mesin *slitter*, diawali dengan memindahkan *roll* jumbo dari *storage* ke mesin *slitter* dengan cara didorong oleh pekerja. Mekanisme dari pemotongan ini adalah *roll* jumbo dipotong dengan mesin *slitter* menjadi beberapa bagian untuk proses *spiral winding*. Proses pemotongan ini berlangsung kurang lebih selama 20 menit termasuk dengan proses pemindahan *roll* yang sudah dipotong-potong.

### Pengamplasan Sisi Kanan dan Kiri Slit dengan Mesin Skipper

Mesin *skipper* adalah mesin yang digunakan untuk meratakan atau menghaluskan sisi kiri dan kanan dari *roll* yang sudah dipotong di mesin *slitter*. Proses ini perlu dilakukan karena saat pemotongan *roll* di mesin *slitter* hasil potongan tidak halus sehingga perlu di amplas pada sisi kiri dan kanan menggunakan mesin *skipper*.

### Pengeleman Beberapa Roll menjadi Paper Core dengan Mesin Spiral Winding

Mesin *spiral winding* adalah mesin yang menggabungkan beberapa *roll* jumbo menjadi *paper core*. Ujung *roll* jumbo dimasukkan ke jalur pengeleman untuk menambahkan lem dan pada ujung mesin akan menyatu dengan kertas dari *roll* jumbo lainnya. Beberapa kertas tersebut akan digulung dengan mesin dan menjadi *paper core* dengan ketebalan sesuai spesifikasi.

### ***Proses Cutting Paper Core dengan Mesin Saw Tender***

Mesin *saw tender* ini merupakan mesin gabungan dari *spiral winding* yang terletak di ujungnya. Fungsi mesin ini adalah memotong *paper core* yang ukurannya panjang menjadi ukuran yang sesuai dengan permintaan pelanggan. Pada proses *spiral* mesin ini menghasilkan *paper core* yang panjang (menyambung) dan akan dipotong pada mesin *saw tender*.

### ***Pengamplasan Seluruh Bagian Paper Core dengan Mesin Grinding***

*Paper core* yang sudah dipotong-potong dibawa ke mesin *grinding* untuk dihaluskan permukaannya karena beberapa spesifikasi pelanggan meminta permukaan yang halus. *Paper core* yang di *grinding* biasanya digunakan untuk produk makanan atau *packaging*. Proses *grinding* ini menggunakan beberapa mata *grinding* yang diletakkan di jalur (*conveyor*) dan mesin akan melakukan proses *grinding* satu per satu.

### ***Pelapisan Paper Core dengan Coating Menggunakan Mesin Coating***

*Paper core* yang sudah melewati *conveyor grinding* akan masuk ke mesin *coating* untuk dilapis dengan *coat*. Mesin *coating* ini memiliki 2 alat semprot *coating* pada sisi kiri dan kanannya. *Conveyor* pada mesin GCP ini berputar sehingga proses yang dilakukan akan merata ke setiap permukaan.

### ***Polishing untuk Menghaluskan dan Meratakan Hasil dari Coating***

*Paper core* yang sudah melewati mesin *coating* akan masuk ke mesin *polishing*. Mesin ini fungsinya untuk meratakan *coating* pada *paper core*. Letak mesin ini bersebelahan dengan *coating*, oleh karena itu proses ini dilakukan bersamaan.

### ***Proses Inspeksi***

Inspeksi dilakukan setelah proses GCP selesai. Inspeksi dilakukan dengan cara melihat dimensi, ketebalan, dan hasil dari GCP tersebut. *Paper core*

yang sudah lulus inspeksi akan diletakkan pada palet untuk di *package* atau troli untuk disimpan. Proses QC dilakukan oleh kepala dari produksi atau *supervisor* GCP.

### ***Proses Rework***

*Rework* atau perbaikan adalah pekerjaan yang dilakukan untuk memperbaiki produk atau mengolah lagi. Pada produk *paper core* ini tidak semua kecacatan dapat di *rework*. Beberapa kecacatan yang dapat di *rework* hanya *overlap*, *dented*, *bending*, dan *length short*. *Paper core* yang terkena *defect unstuck* tidak bisa dilakukan *rework* karena *defect* ini menyebabkan kekuatan *paper core* berkurang (mudah pesok). Proses *rework* biasa dilakukan dengan cara mengulang kembali prosesnya kecuali *bending*. *Rework bending* dilakukan dengan menumpukkan *paper core* menjadi beberapa tumpukan dan diikat/dikencangkan dengan tali agar *paper core* yang *bending* dapat lurus kembali mengikuti ukuran yang ada di atas tumpukan tersebut.

### ***Pemotongan dengan Mesin Cutting***

*Paper core* yang sudah melalui proses GCP akan memasuki proses *cutting* tetapi proses ini dilakukan apabila ada produk *after treatment* yang perlu dipotong sesuai dengan spesifikasi pelanggan.

### ***Proses Packaging dan Inventory***

Pada departemen ini *packaging* dilakukan menggunakan palet yang ukurannya sesuai dengan panjang *paper core*. *Paper core* ditumpuk beberapa tingkat dan kemudian diikat dengan tali dan dikencangkan agar *paper core* tidak geser. *Packaging* juga menggunakan *wrapping* bening dan menutupi seluruh permukaan dari *paper core* agar tidak terkena polusi atau kotoran dari luar.

### ***Fase Define***

Pada fase *define* atau identifikasi masalah, dilakukan observasi langsung dan wawancara dengan pihak perusahaan serta karyawan di pabrik, untuk dapat mengetahui secara rinci dan lengkap, mengenai permasalahan yang ada pada proses produksi perusahaan. Saat ini, perusahaan melakukan proses produksi dengan menggunakan prinsip *made by order*, sehingga ukuran dari produk dapat bervariasi, sesuai dengan kebutuhan dari pelanggan. Masalah yang dialami oleh perusahaan adalah berkaitan dengan beberapa kecacatan produksi yang muncul, dimana kecacatan ini dapat menghasilkan proses tambahan (*rework*) atau pembuangan produk cacat, yang tentunya dapat meningkatkan biaya produksi

perusahaan. Hasil dari wawancara perusahaan, menyatakan bahwa ada 5 jenis kecacatan yang dapat terjadi pada produk *paper core*, yang meliputi:

**Dented**

*Defect* ini terjadi karena ada masalah pada mesin sehingga menyebabkan *papercore* *cuil/dent*. *Defect* jenis ini juga bisa terjadi karena produk mengalami benturan dengan benda di sekitar misalkan tertabrak *forklift*.

**Length Short**

*Defect* jenis ini terjadi karena kesalahan operator atau mesin. *Defect* ini terjadi apabila produk yang diproduksi terlalu panjang atau pendek sehingga tidak memenuhi standar pelanggan.

**Unstuck**

*Defect* ini terjadi karena kertas-kertas tidak menempel dengan baik sehingga menyebabkan kertas seperti menggantung pada bagian dalam *paper core*. Salah satu faktor yang menyebabkan *defect* ini terjadi adalah kualitas lem yang kurang baik. Lem merupakan komponen yang penting pada produk *paper core* karena berguna untuk merekatkan kertas-kertas menjadi satu.

**Bending**

Jenis *defect* ini adalah produk yang dihasilkan bengkok dan biasanya terjadi pada ukuran-ukuran yang panjang yang melebihi troli seperti 2300mm dan 2475mm. Kecacatan ini dapat terjadi karena pada saat proses *dry* diletakan pada troli dan panjang *paper core* melebihi troli sehingga terkena gravitasi dan menyebabkan bengkok.

**Overlap**

Jenis *defect* ini terjadi karena penumpukan lapisan bagian dalam kertas sehingga tidak terlihat seam gapnya. Ada beberapa produk yang spesifikasinya harus terdapat *seam gap* pada produk *paper core*-nya.

**Fase Measure**

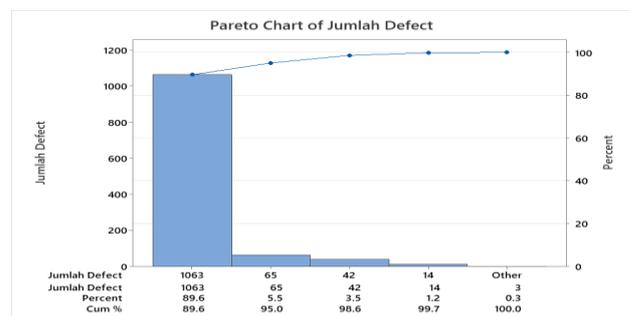
Pada tahapan *measure*, akan dilakukan pengumpulan dan pengolahan data awal untuk mendukung penelitian, serta untuk melihat kondisi terkini mengenai permasalahan kecacatan hasil produksi yang telah di *define* pada tahap sebelumnya. Data akan dikumpulkan dengan melakukan rekapitulasi pada laporan kecacatan produksi, periode Maret hingga April 2023 pada bagian GCP atau *grinding*, *coating*, dan *polishing*.

Selanjutnya, akan dilakukan pembuatan diagram pareto untuk bisa mengetahui penyebab kecacatan yang paling besar, sehingga perbaikan yang diusulkan dapat secara signifikan, menurunkan persentase tingkat kecacatan secara signifikan. Langkah awal sebelum membuat pareto adalah dengan melakukan agregasi untuk data kecacatan, sehingga didapatkan jumlah total kecacatan untuk tiap jenis kecacatan seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rekapitulasi jumlah kecacatan

Jenis Kecacatan	Jumlah Defect
<i>Unstuck</i>	1063
<i>Length Short</i>	65
<i>Overlap</i>	42
<i>Dented</i>	14
<i>Bending</i>	3

Gambar 4 merupakan diagram pareto dan dapat dilihat bahwa jenis kecacatan *unstuck* merupakan jenis kecacatan yang menyumbang persentase kecacatan terbesar pada proses produksi perusahaan, yaitu sebesar 89.6%. Sesuai dengan prinsip pareto (80/20), kita bisa melakukan perbaikan pada 80% kecacatan produksi, dengan jenis kecacatan 20%, atau dalam kasus ini hanya 1 jenis kecacatan. Setelah dilakukan diskusi dan wawancara dengan pihak perusahaan, variabilitas dari ukuran produk tidak akan mempengaruhi kualitas dari produk, dikarenakan setiap variasi memiliki proses yang sama dan dinyatakan tidak berpengaruh. Sehingga, analisa untuk penurunan tingkat kecacatan produksi akan difokuskan pada pengendalian kecacatan jenis *unstuck*, karena merupakan jenis kecacatan yang paling sering muncul berdasarkan frekuensi kejadiannya.

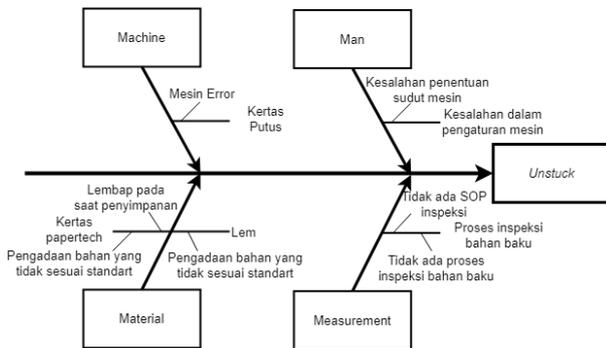


**Gambar 4.** Diagram pareto

**Fase Analyze**

Pada fase ketiga DMAIC adalah *analyze*, untuk menemukan penyebab dan akar masalah dari kecacatan yang terjadi sebelumnya. Fase ini setara dengan identifikasi penyebab masalah yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada tahapan ini akan menggunakan bantuan *quality*

*tools* berupa *fishbone* atau Ishikawa diagram, pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram ishikawa

### Man

Dalam identifikasi faktor kecacatan dari faktor tenaga kerja atau *man*, ditemukan bahwa potensi penyebab kecacatan *unstuck* dapat terjadi, dikarenakan adanya kesalahan pekerja dalam melakukan pengaturan terhadap mesin. Contoh kesalahan dalam mesin ini dapat ditemukan pada kesalahan pengaturan derajat sudut mesin saat melakukan proses pemotongan di mesin *cutting*. Normalnya, sudut yang digunakan pada mesin adalah 17 derajat, namun terkadang, pekerja melakukan sedikit kesalahan, sehingga derajat potong dari mesin tidak sama dengan 17 derajat. Hasil dari produk yang melewati proses yang tidak standart ini, tentunya akan membuat kualitas produk menjadi turun, khususnya terjadi kecacatan berupa *unstuck*.

### Machine

Faktor kecacatan kedua adalah dari segi mesin atau *machine*, pada tahapan produksi *paper core*, terkadang ada mesin yang mengalami *error* berupa tersangkut atau *stuck*, sehingga dapat menyebabkan kertas yang sedang berjalan akan terhambat, dan kemudian putus. Kertas yang putus ini sebenarnya dapat dilakukan penyambungan kembali, namun hasil dari penyambungan ini cenderung menghasilkan kualitas produk yang buruk, yaitu tidak simetris dan tidak silindris, sehingga kejadian dari mesin ini akan menyebabkan naiknya potensi dari kecacatan *unstuck* dapat terjadi.

### Measurement

Pada faktor measurement, didapati fakta bahwa potensi penyebab kecacatan *unstuck*, disebabkan oleh tidak adanya proses inspeksi bahan baku, khususnya untuk bahan baku lem, yang mana untuk melakukan produksi *paper core* yang baik dan sesuai standar perusahaan, diperlukan lem dengan

kekentalan sebesar 1000 - 1300. Pada faktanya, perusahaan tidak melakukan uji coba kembali pada kualitas lem yang sudah dibeli oleh perusahaan dan langsung menggunakannya pada proses produksi. Hal tersebut dapat menyebabkan penggunaan bahan baku yang tidak sesuai standar dan merusak kualitas produk, apabila lem tidak dilakukan inspeksi, dan ternyata lem yang digunakan termasuk dalam kualitas buruk, maka akan menyebabkan produk lembek dan mudah pesok, karena lem dengan kualitas buruk yang cenderung basah dan tidak kental. Selain itu, untuk bahan baku, juga belum ditemukan adanya SOP yang terdokumentasi, sehingga pada praktiknya, proses pengujian dan inspeksi bahan baku hanya dilakukan secara subjektif oleh para pekerja di lapangan, hal ini tentunya akan menghasilkan bias, dimana hasil inspeksi yang dilakukan antar pekerja, tentunya akan berbeda-beda, tergantung kapabilitas pekerja tersebut, apabila tidak adanya suatu SOP yang terdokumentasi dan objektif.

### Material

Untuk faktor *material*, terdapat 2 penyebab utama yang dapat menyebabkan kecacatan *unstuck* pada produk akhir, yaitu pada bahan baku lem dan kertas *papertech*, untuk lem, potensi akar masalah dari kurangnya kualitas lem adalah pada faktor pengadaan bahan baku yang terkadang kurang sesuai dengan standar perusahaan (kekentalan lem 1000-1300), pada beberapa kasus, lem yang dibeli tidak memenuhi standar kekentalan lem, dan menyebabkan kertas menjadi basah dan mudah rusak. Bahan baku kedua, yaitu dari sisi kertas *papertech*, dimana akar masalah yang dapat menyebabkan kualitas kertas yang buruk, adalah dari segi kelembaban, dimana standar kelembaban yang dibutuhkan perusahaan adalah 7. Ketidaksiesuaian dengan kelembaban ini, dapat terjadi pada saat pengadaan barang dari *vendor* (barang datang sudah dengan kondisi lembab), atau kelembaban akibat penyimpanan bahan baku yang terlalu lama di gudang, sehingga menyebabkan kertas menjadi lebih lembab.

### Fase Improve

Pada fase ini merupakan tahapan *improve*, yang setara dengan tahapan untuk melakukan perancangan usulan perbaikan, terhadap akar penyebab masalah yang telah didapatkan pada fase sebelumnya. Dalam menentukan solusi pemecahan masalah juga diperhatikan aspek *feasibility* dan kesesuaian konteks dalam perusahaan (verifikasi dan validasi), sehingga saran yang diberikan, tidak hanya secara teoritis, namun secara praktik dapat diaplikasikan untuk perbaikan proses dalam

perusahaan nantinya. Tabel 2 merupakan rekapitulasi dari permasalahan, dan akar penyebab masalah yang telah diidentifikasi pada fase *analyze* dengan menggunakan *fishbone* diagram.

**Tabel 2.** Ringkasan akar masalah kecacatan unstuck

Faktor	Permasalahan	Akar Masalah
Man	Kesalahan dalam Pengaturan Sudut	Kesalahan pekerja dalam menentukan derajat pemotongan kertas pada mesin, khususnya pada proses <i>cutting</i>
		Anomali mesin <i>error</i> yang disebabkan oleh <i>stuck</i> yang tidak dapat diprediksi secara tentu kapan terjadinya
Machine	Kertas Putus	Tidak adanya proses serta SOP inspeksi bahan baku awal yang jelas, objektif, dan terdokumentasi, sehingga proses inspeksi berjalan subjektif dan berpotensi menimbulkan bias
Measurement	Proses Inspeksi Bahan Baku	Penyimpanan kertas dalam gudang yang lama menyebabkan kertas menjadi lebih lembab, sehingga akan menyebabkan kecacatan terjadi
Material	Lem dan Kertas <i>Papertech</i>	

Studi ini mengusulkan langkah yang bertujuan untuk mengatasi akar masalah yang ditimbulkan dari masing-masing faktor, sebagai berikut:

### Man

Pertama, yaitu kesalahan dalam menentukan derajat pemotongan kertas, solusi yang dapat diaplikasikan dengan perusahaan adalah dengan melakukan pencatatan terhadap pengaturan derajat pemotongan pada masing-masing ukuran produk. Dimana, kondisi saat ini, penentuan derajat dilakukan dengan cara mencoba-coba ukuran paling pas. Hal ini tentunya akan menimbulkan potensi bias dan kecacatan kedepannya, terutama pada saat operator yang bertanggung jawab atas tugas tersebut tidak masuk, dan digantikan.

Oleh karena itu, perlu dibuat suatu *standard operation procedure* (SOP) atau panduan mengenai daftar lengkap ukuran-ukuran yang pernah atau berpotensi untuk di *order* oleh pelanggan beserta sudut mesinnya. Ini untuk membantu dalam menentukan derajat terbaik untuk melakukan pemotongan. Sehingga kedepannya, setiap operator dapat mengoperasikan mesin dengan baik secara objektif, dengan bantuan petunjuk tersebut.

### Machine

Kedua, untuk mengurangi kecacatan produk yang diakibatkan dari anomali mesin yang *error*, dapat dilakukan analisa mengenai *mean time between failure* (MTBF) yang merupakan suatu perhitungan perkiraan jeda antara suatu kerusakan dengan kegagalan berikutnya dari sebuah mesin, ataupun proses (Daniel *et al.* [13]). Dengan analisa MTBF yang dilakukan ini, perusahaan dapat melakukan tindakan preventif untuk melakukan *maintenance* atau inspeksi mesin, sebelum suatu mesin tersebut mengalami anomali dalam operasionalnya, sehingga meminimalisir rusaknya mesin pada saat operasional, yang dapat mengganggu kualitas produk, dan tentunya berakibat pada penurunan produktivitas operasional secara keseluruhan.

### Measurement

Perbaikan selanjutnya yang dapat dilakukan adalah untuk membuat SOP untuk melakukan inspeksi bahan baku. Untuk melakukan pengujian kelembaban untuk bahan baku kertas, dapat dilakukan dengan menggunakan alat *paper moisture meter* yang dapat dengan mudah menghitung kelembaban kertas, dengan hanya mengarahkan alat atau sensor pada permukaan bahan baku dan kemudian hasilnya akan langsung muncul pada layar digital alat tersebut. Cara kedua juga dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan *moisture content test*, seperti pada Persamaan 1. Untuk bahan baku lem, dapat dilakukan uji viskositas untuk mengukur kekentalan cairan atau ukuran resistensi zat cair untuk mengalir, baik menggunakan percobaan ataupun menggunakan instrumen berupa *viscometer*.

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

Dalam upaya untuk melakukan preventif untuk pengadaan bahan baku yang tidak sesuai dengan standar perusahaan, dapat dilakukan oleh departemen *purchasing* untuk membuat *agreement* kepada *vendor* lem dan kertas untuk bisa menjamin kualitasnya, atau dengan melakukan pemilihan *vendor* yang memiliki sertifikasi, dan reputasi kualitas produk yang baik, sehingga proses produksi tidak terhambat dikarenakan kondisi bahan baku yang tidak sesuai dengan kualitas atau spesifikasi yang dibutuhkan oleh perusahaan.

### Material

Terakhir, masalah mengenai penyimpanan bahan baku kertas yang dapat menyebabkan lembab, dapat diatasi dengan pembuatan sistem perencanaan

produksi yang lebih baik, sehingga akan meminimalisir adanya *work in process* dalam proses produksi, yang harus disimpan pada *inventory* atau gudang perusahaan, lebih jauh, diharapkan perusahaan dapat menerapkan prinsip produksi *just-in-time*, yang merupakan sebuah prinsip dalam produksi manufaktur, yang mana dalam melakukan produksi, perusahaan hanya akan melakukan pada saat ada permintaan dari konsumen, dengan begitu, biaya dan barang pada *inventory* dapat ditekan sehingga tidak ada penumpukan material, yang dapat menyebabkan kerusakan pada material, khususnya kertas. Selanjutnya, untuk penumpukan material yang tidak bisa dihindarkan, usaha yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah dengan melakukan *controlling* terhadap tingkat kelembaban ruangan pada gudang, dengan melakukan *controlling* rutin, dan mengecek apakah ruangan terlalu lembab atau tidak, sehingga dapat meminimalisir kerusakan bahan baku.

### Simpulan

Proses pengendalian kualitas produk di PT. X perlu ditingkatkan karena kecacatan pada proses *grinding*, *coating*, dan *polishing* pada produksi produk *paper core* mencapai 20% dari total produksi. Analisa dengan metodologi DMAIC mengidentifikasi kecacatan *unstuck* sebagai penyumbang terbesar kecacatan tersebut. Terdapat empat faktor utama yang menyebabkan kecacatan ini, yaitu kesalahan dalam mesin, kertas putus, proses inspeksi bahan baku, dan kualitas lem dan kertas *paper tech*. Setelah menggunakan *fishbone* diagram, akar masalah untuk faktor-faktor tersebut teridentifikasi. Untuk kesalahan dalam mesin, akar masalahnya adalah kesalahan pekerja dalam menentukan derajat pemotongan kertas pada proses *cutting*. Faktor kertas putus disebabkan oleh anomali mesin error yang tidak dapat diprediksi. Faktor inspeksi terjadi karena tidak adanya proses dan SOP inspeksi bahan baku yang jelas dan terdokumentasi. Faktor kualitas bahan baku kertas dipengaruhi oleh penyimpanan yang lama di gudang dan pengadaan bahan baku lem yang tidak sesuai dengan standar kekentalan yang dibutuhkan. Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan dapat mengambil langkah-langkah berikut. Pertama, melakukan pencatatan derajat pemotongan kertas pada masing-masing ukuran untuk menjalankan proses penentuan derajat secara objektif dan terdokumentasi. Kedua, melakukan analisa terhadap *mean time between failure* (MTBF) pada mesin untuk memprediksi periode mesin yang berpotensi mengalami kegagalan. Ketiga, membuat standar operasional prosedur (SOP) untuk inspeksi bahan baku dan menggunakan alat penggetesan seperti *viscometer* dan *paper moisture meter* untuk

menguji kekentalan lem dan kelembaban kertas. Perusahaan juga dapat membuat kesepakatan dengan *vendor* bahan baku untuk memastikan kualitas yang diinginkan. Terakhir, perencanaan produksi yang lebih baik dengan prinsip *just-in-time* dapat mengurangi masalah kelembaban bahan baku dengan mengontrol tingkat kelembaban di gudang dan melakukan pengawasan rutin.

### Daftar Pustaka

1. Kolakowski, Z., Szewczyk, W., Bienkowska, M. J., and Czechowski, L. New Method for Evaluation of Radial Crush Strength of Paper Cores. *Mechanika*, 24(2), 2018.
2. Saniuk, A., and Waszkowski, R. Make-to-order manufacturing - new approach to management of manufacturing processes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2016.
3. Dhafr, N., Ahmad, M., Burgess, B., and Canagassababady, S. (2006). Improvement of quality performance in manufacturing organizations by minimization of production defects. *Robotics and Computer-integrated Manufacturing*, 22(5–6), 2006, pp. 536–542.
4. Alghamdi, H., and Bach, C. Quality As Competitive Advantage. *International Journal of Management and Information Technology*, 8(1), 2013, pp. 1265–1272.
5. Breyfogle, F. W., and Gardner, M. M. Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods. *Technometrics*, 42(3), 2000, p. 309
6. Juran, J. M. Quality-Control Handbook. *Journal of the American Statistical Association*, 47(258), 1952, p. 317
7. Smith, G. R. The meaning of quality. *Total Quality Management*, 4(3), 1993, pp. 235–244.
8. Assauri, S. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2008.
9. Gasperz, and Vincent. *Total Quality Control*, PT. Gramedia Pustaka Utama, 2005.
10. Subagyo, I. E., Saraswati, D., Trilaksono, T., and Kusmulyono, M. S. Benefits And Challenges Of Dmaic Methodology Implementation In Service Companies: An Exploratory Study. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 18(4), 2020, pp. 814–824.
11. Western Container Corporation, *What are Paper Cores?*, n.d. retrieved from <https://www.westerncontainercorp.com/what-are-paper-cores.html> on 05 June 2023.
12. Iqsdirectory, *Paper Tube: What Is It? How Is It Made? Types, Uses*, n.d. retrieved from <https://www.iqsdirectory.com/articles/cardboard-tube/paper-tube.html> on 05 June 2023.
13. Daniel, D. D., Nurutami, S. D., and Daulay, I. N. Analysis Maintenance Reliability Terhadap MTBF (Mean Time Between Failures) Facilities pada Industri Pulp & Paper. *Jurnal Ekonomi Universitas Riau*, 2014, 21(04), p. 8707.