

# ANALISIS PENYEBAB KETIDAKSESUAIAN PRODUK ADIPRIMA PADA PT. ADPS MENGGUNAKAN METODE SEVEN TOOLS

**Yunita Nugrahaini Safrudin<sup>\*</sup>), Diana Puspita Sari**

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*  
[yunitanugrahainis@gmail.com](mailto:yunitanugrahainis@gmail.com)

## **Abstrak**

*PT. ADPS adalah salah satu produsen kertas dengan produksi utamanya berupa Newsprint Paper dan Writing and Printing Paper yang merupakan anak perusahaan dari Jawa Pos Group, dimana 60% hasil produksi merupakan kebutuhan grup, sehingga hal tersebut menjadi capaian minimal produksi per harinya. Oleh karena itu, untuk menyediakan nilai-nilai yang terbaik bagi konsumennya PT. ADPS terus meningkatkan produksi dan kualitas produk serta memberikan pelayanan yang terbaik kepada konsumennya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Departemen QC diketahui bahwa sering terjadi beberapa jenis ketidaksesuaian pada produk kertas Adiprima 58/48.8 Yellowish. Salah satu metode yang digunakan PT. ADPS untuk pengendalian kualitas adalah Statistical Process Control. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penyebab ketidaksesuaian dominan pada produk Adiprima 58/48.8 Yellowish serta menemukan solusinya. Pengambilan data berupa data variabel ketidaksesuaian produk Adiprima 58/48.8 Yellowish mulai dari bulan Oktober 2013 sampai Januari 2014. Berdasarkan pengolahan data menggunakan Seven Tools, penyebab ketidaksesuaian produk yang paling dominan adalah warna tidak standar yang dipengaruhi oleh faktor manusia, material, mesin, dan metode yang digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan pada proses yang melibatkan faktor-faktor tersebut.*

**Kata kunci :** *Statistical Process Control; Seven Tools; produk Adiprima*

## **Abstract**

*PT. ADPS are one of the manufacturers which paper as main production Newsprint Paper and Writing and Printing Paper is a subsidiary of Jawa Pos Group, where 60% of production is the needs of the group, so that it becomes the minimum production per day. Therefore, to provide the best value for consumers PT. ADPS always increases their production and the quality of their products and provide the best service to customers. Based on the data from Quality Control Department noted that often occur some kind of nonconformities of Adiprima 58/48.8 Yellowish product. One method used by PT. ADPS for quality control is Statistical Process Control. The purpose of this study was to analyze the causes of dominant nonconformities in products Adiprima 58 / 48.8 Yellowish and solve the solution. Retrieval of data come from variable data of nonconformities Adiprima 58 / 48.8 Yellowish products which ranging from October 2013 to January 2014. Based on the data processing using the Seven Tools, the most cause of dominant nonconformities is color which not according to the standard that influenced by human factors, materials, machines, and methods used. Therefore, there should be improvements in processes involving these factors.*

**Keywords:** *Statistical Process Control; Seven Tools; Adiprima product*

## Pendahuluan

Dunia industri telah mengalami persaingan yang ketat dewasa ini. Banyaknya industri sejenis telah menimbulkan persaingan bagi dunia industri untuk menawarkan produk yang bermutu dan memiliki daya saing yang tinggi. Oleh karena itu, sebuah perusahaan harus memiliki kemampuan bersaing yang unggul agar dapat mempertahankan eksistensi produk di tangan konsumen. Kualitas produk menjadi tolok ukur pelanggan dalam memilih sebuah produk dan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kepuasan pelanggan, sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas dalam proses produksi di suatu perusahaan.

PT. ADPS adalah salah satu produsen kertas dengan produksi utamanya berupa *Newsprint Paper* dan *Writing and Printing Paper*. PT. ADPS merupakan anak perusahaan dari Jawa Pos Group, dimana 60% hasil produksi merupakan kebutuhan group, sehingga hal tersebut menjadi capaian minimal produksi per harinya. Perusahaan ini memomorsatukan kualitas dan kepuasan pelanggan, maka untuk menyediakan nilai-nilai yang terbaik bagi konsumennya PT. ADPS terus meningkatkan produksi dan kualitas produk serta pelayanan yang lebih baik kepada konsumennya. Kualitas dalam perkembangannya telah menjadi tanggung jawab semua bagian dalam perusahaan dari *top level management* sampai ke lini produksi. Hal tersebut tidak akan dapat tercapai tanpa adanya komitmen dari setiap elemen perusahaan untuk menjaga kualitas dan menjadikannya sebagai prioritas utama. Meskipun semua bagian bertanggung jawab dalam menjamin kualitas, PT. ADPS memiliki bagian khusus yang bertugas menangani masalah kualitas hasil produksi perusahaan, yaitu *Departemen Quality Control*.

Berdasarkan data yang diperoleh dari *Departemen Quality Control*, di perusahaan ini sering terjadi beberapa jenis ketidaksesuaian pada produk kertas Adiprima 58/48.8 Yellowish. Oleh karena itu, dengan penerapan metode *seven tools* diharapkan kestabilan proses dapat dinilai dan dianalisis, sehingga dapat menemukan solusi yang tepat jika terdapat masalah dalam kualitas produk.

Adapun ujian yang hendak dicapai dalam pemecahan masalah pengendalian kualitas produk kertas Adiprima 58/48.8 Yellowish pada PT. ADPS adalah untuk : (i) mengetahui penyebab ketidaksesuaian dominan pada produk Adiprima 58/48.8 Yellowish; 9; (ii) melakukan analisis penyebab ketidaksesuaian dominan pada produk Adiprima 58/48.8 Yellowish; (iii) memberikan analisis dan saran yang dapat dilakukan

dalam kaitannya dengan metode *seven tools* .

## Pengertian Kualitas dan Pengendalian Kualitas secara Statistik

Kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan (Gasperz, 1998). Istilah kualitas memang tidak terlepas dari manajemen kualitas yang mempelajari setiap area dari manajemen operasi dari perencanaan lini produksi dan fasilitas, sampai penjadwalan dan memonitor hasil. Kualitas merupakan bagian dari semua fungsi usaha yang lain. Selain itu, kualitas memerlukan suatu proses perbaikan yang terus-menerus (*continuous improvement process*) yang dapat diukur, baik secara individual, organisasi, korporasi, dan tujuan kinerja nasional. Konsep kualitas harus bersifat menyeluruh, baik produk maupun prosesnya, serta harus dibangun sejak awal, dari penerimaan *input* hingga perusahaan menghasilkan *output* bagi pelanggannya.

Pengendalian kualitas secara statistik atau *Statistical Process Control (SPC)* adalah sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi (Render, 2006).

## Metode Seven Tools

Metode *seven tools* adalah alat-alat yang dapat digunakan untuk peningkatan pengendalian kualitas (Gasperz, 1998). Ada berbagai teknik perbaikan yang dapat digunakan antara lain : lembar pengecekan (*check sheet*), diagram pareto, diagram sebab akibat (*fish bone*), histogram, diagram tebar (*scatter diagram*), stratifikasi (*run chart*), dan peta kendali (*control chart*).

*Check sheet* adalah suatu formulir di mana item-item yang akan diperiksa telah dicetak dalam formulir dengan maksud agar data dapat dikumpulkan secara mudah dan ringkas (Montgomery, 2009).

Diagram pareto adalah grafik yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi ditunjukkan oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan (Besterfield, 2009).

Diagram sebab-akibat adalah suatu diagram yang menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara penyebab dan akibat suatu masalah, untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan atas masalah tersebut. Diagram sebab-akibat ini sering disebut sebagai diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) karena bentuknya seperti tulang ikan (Besterfield, 2009).

Histogram dapat dipergunakan sebagai suatu alat untuk mengkomunikasikan informasi tentang variasi dalam proses dan membantu manajemen dalam

---

<sup>\*)</sup> Penulis Korespondensi.

E-mail : [yunitanugrahainis@gmail.com](mailto:yunitanugrahainis@gmail.com)

membuat keputusan-keputusan yang berfokus pada usaha perbaikan yang dilakukan secara kontinu atau terus-menerus (Montgomery, 2009).

*Scatter diagram* merupakan cara paling sederhana untuk menentukan hubungan antara sebab dan akibat dari dua variabel. Data dikumpulkan dalam bentuk pasangan titik (x,y), kemudian dari titik tersebut dapat diketahui antara variabel x dan variabel y, apakah terjadi hubungan positif atau negatif (Besterfield, 2009).

*Run chart* adalah penggambaran karakteristik kualitas sebagai fungsi dari waktu gambaran tersebut tidak merangkum berbagai informasi, tetapi memberikan berbagai ide dan keanekaragaman secara umum dan tingkat variabilitas proses (Besterfield, 2009).

Peta kendali merupakan sebuah alat grafik yang digunakan untuk melakukan pengawasan dari sebuah proses yang sedang berjalan. Nilai dari karakteristik kualitas diplot sepanjang garis vertikal, dan garis horizontal mewakili sampel atau subgroup di mana karakteristik dari kualitas ditemukan (Montgomery, 2009).

### Peta Kendali $\bar{X}$ dan R

Peta kendali  $\bar{X}$  menggambarkan apakah perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) atau rata-rata dari suatu proses. Peta kendali R menggambarkan apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses (Mitra, 1993). Persamaan yang digunakan menghitung rata-rata dan batas kontrol sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots \dots \dots (1)$$

$$R = X_{max} - X_{min} \dots \dots \dots (2)$$

$$CL = \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} \dots \dots \dots (3)$$

$$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} \dots \dots \dots (4)$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} \dots \dots \dots (5)$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R} \dots \dots \dots (6)$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} \dots \dots \dots (7)$$

- Keterangan :
- $\bar{X}$  : rata-rata pengukuran untuk setiap kali observasi
  - R : jangkauan
  - $\bar{R}$  : rata-rata jangkauan
  - UCL, LCL : *Upper Control Limit, Lower Control Limit* untuk peta  $\bar{X}$
  - $UCL_R, LCL_R$  : *Upper Control Limit, Lower Control Limit* untuk peta R

### Pengetiam *Quality Assurance, Quality Control, dan Standard Operating Procedure*

*Quality control* (pengendalian kualitas) difokuskan pada pemenuhan persyaratan mutu, dan yang terkait dengan uji klinis, meliputi teknik operasional dan

kegiatan yang dilakukan dalam sistem jaminan mutu untuk memverifikasi bahwa persyaratan untuk kualitas telah terpenuhi. *Quality assurance* (penjaminan kualitas) difokuskan pada pemberian keyakinan bahwa persyaratan mutu terpenuhi. Seperti yang berkaitan dengan uji klinis, mencakup semua tindakan yang direncanakan dan sistem yang ditetapkan untuk menjamin bahwa penjaagaan kualitas dapat terpenuhi. SOP (*Standard Operating Procedure*) adalah instruksi tertulis yang dibuat untuk mencapai keseragaman kinerja fungsi tertentu.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. ADPS dengan objek penelitian produk kertas Adiprima 58/48.8 Yellowish. Adapun data yang digunakan adalah data variasi warna produk yang diambil dari bulan Oktober 2013 sampai Januari 2014. Ketidaksesuaian produk terhadap standar warna, dilihat dari 3 spesifikasi, yaitu nilai L, nilai a, dan nilai b. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *seven tools* yang terdiri dari *checksheet*, stratifikasi, diagram pareto, histogram, diagram pencar, *fishbone diagram*, dan peta kendali. Dalam pengendalian variabel warna pada kasus ini, peta kendali yang digunakan adalah  $\bar{X}$ -R chart.

### Hasil dan Pembahasan

*Checksheet* pada laporan ini menggunakan lembar pengamatan *physical properties* terhadap produk Adiprima 58/48.8 Yellowish, dimana data diambil setiap kali produksi. Lembar pengamatan ini berisi informasi mengenai *bassis weight, thickness, moisture, tensile, elongation, tearing, Cobb size, brightness, opacity, roughness, porosity, colour, dirtcount, wax pick*, dan formasi. Masing-masing variabel pengamatan memiliki standar tersendiri yang telah ditentukan oleh perusahaan dan disesuaikan dengan keinginan konsumen. Berdasarkan *checksheet* banyaknya kejadian dari suatu masalah pada saat proses produksi dapat diketahui dengan cara membandingkan nilai variabel pengamatan dengan standarnya.

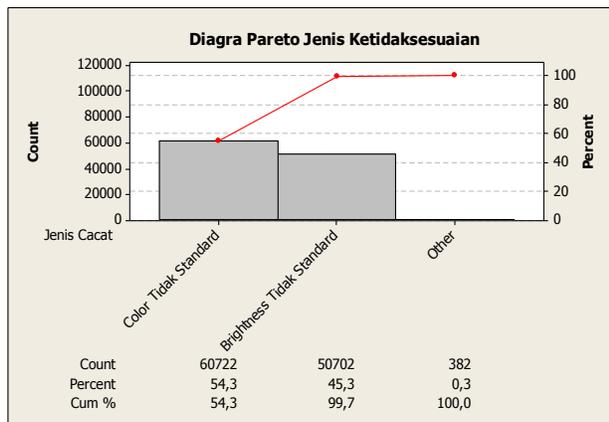
Jenis ketidaksesuaian yang terjadi pada produk Adiprima 58/48.8 Yellowish yaitu *brightness* tidak standar, warna tidak standar, dan *gramatur* tidak standar. Berdasarkan hasil stratifikasi diketahui bahwa total produk dengan jenis ketidaksesuaian *brightness* tidak standar adalah 50.702, untuk jenis ketidaksesuaian warna tidak standar adalah 60.722, dan untuk jenis ketidaksesuaian *gramatur* tidak standar adalah 382. Oleh karena itu, jumlah ketidaksesuaian terbanyak adalah warna tidak standar.

Frekuensi dan presentase jenis ketidaksesuaian produk Adiprima 58/48.8 Yellowish dapat dilihat pada Tabel 1. Dari data tersebut kemudian dibuat diagram Pareto menggunakan *software Minitab* yang ditampilkan pada Gambar 1. Adapun jenis ketidaksesuaian yang

paling dominan adalah warna tidak standar dengan jumlah 607.722 dan presentase 54,3%.

**Tabel 1. Frekuensi dan Persentase Jumlah Ketidaksesuaian**

Jenis Ketidaksesuaian	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif	%	% Kumulatif
Warna Tidak Standar	60.722	60.722	54,3101	54,3101
Brightness Tidak Standar	50.702	111.424	45,3482	99,6583
Grammatur Tidak Standar	382	111.806	0,34166	100

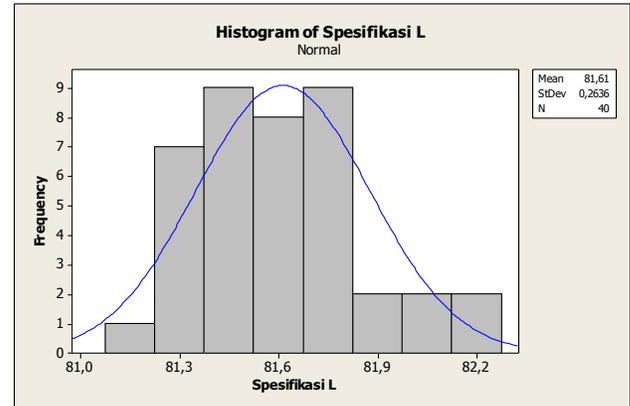


**Gambar 1. Diagram Pareto**

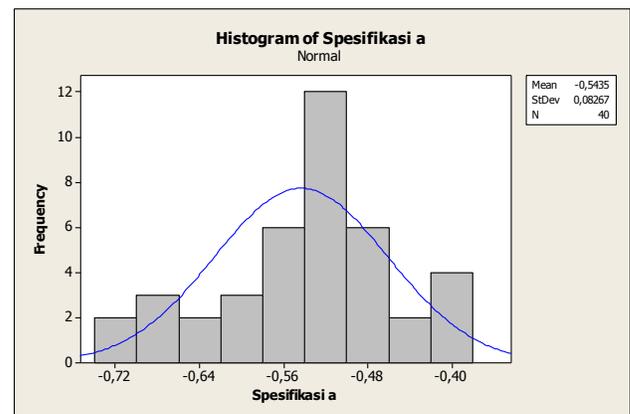
Histogram variabel warna dengan spesifikasi L\* ditunjukkan pada Gambar 2. Untuk data variabel warna dengan spesifikasi L\*, dari Gambar 4.3 diketahui bahwa nilai rata-ratanya adalah 81,61 dengan standar deviasi 0,2636. Sisi bagian kiri dan kanan dari frekuensi ketidaksesuaian tertinggi memiliki bentuk hampir simetri, sehingga dapat diprediksi bahwa proses berjalan konsisten, dimana faktor-faktor dalam proses telah memenuhi persyaratan yang ditentukan. Standar yang diberikan perusahaan untuk spesifikasi L\* adalah minimal 75,00. Berdasarkan gambar histogramnya, data variabel warna untuk spesifikasi L\* memiliki nilai mulai dari 81,0 sampai 82,2. Hal ini berarti bahwa sebaran data berada dalam batas spesifikasi, sehingga dapat dikatakan bahwa spesifikasi L\* telah memenuhi standar mutu yang ditetapkan.

Histogram dari data variabel warna dengan spesifikasi a\*, dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa nilai rata-ratanya -0,5435 dengan standar deviasi 0,0826. Sisi kanan dan kiri dari interval ke-6 memiliki bentuk yang simetri, sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal, sehingga diprediksikan bahwa proses berjalan dengan konsisten dan persyaratan yang ditentukan telah terpenuhi. Adapun standar yang diberikan perusahaan untuk spesifikasi a\* adalah  $-0,5 \pm 0,5$ , sehingga batas spesifikasi mutunya adalah 0 sampai -1. Dari

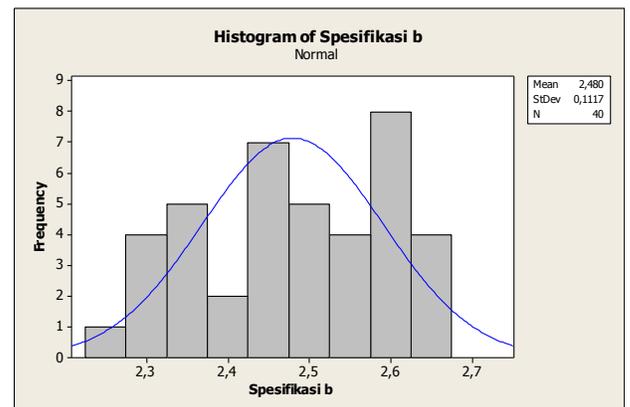
histogramnya terlihat bahwa kelas spesifikasi a\* dimulai dari -0,72 hingga -0,40, sehingga dapat dikatakan bahwa spesifikasi a\* berada dalam batas ketentuan mutu yang telah ditetapkan perusahaan.



**Gambar 2. Histogram Spesifikasi L\***



**Gambar 3. Histogram Spesifikasi a**



**Gambar 4. Histogram Spesifikasi b**

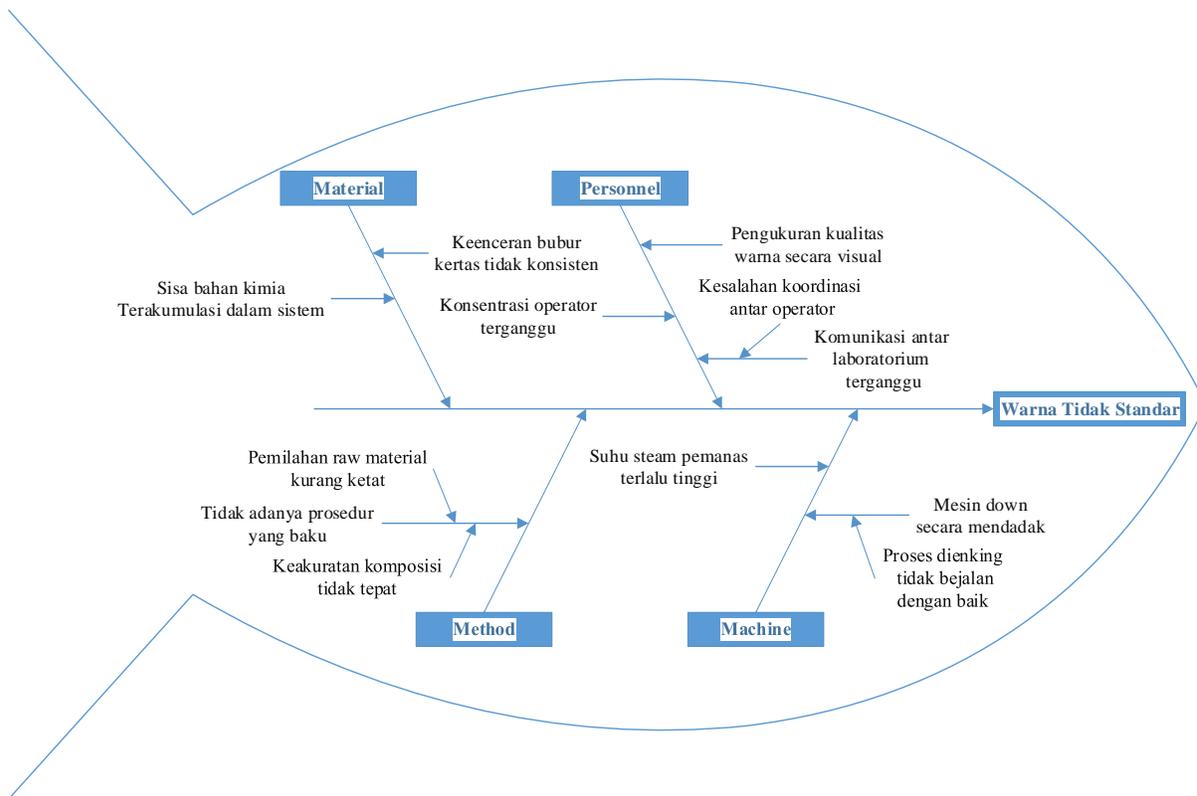
Berdasarkan histogram pada Gambar 4. data variabel warna dengan spesifikasi b\*, didapatkan nilai rata-ratanya 2,480 dan standar deviasinya 0,1117. Frekuensi ketidaksesuaian tertinggi terletak pada interval ke-8, dimana sisi kanan dan kirinya tidak berbentuk simetri, melainkan berbentuk sisir, sehingga

kemungkinan yang terjadi adalah ketidaktepatan dalam pengukuran atau pembulatan nilai data, sehingga berpengaruh pada penetapan batas-batas kelas. Perusahaan menetapkan standar untuk spesifikasi  $b^*$  sebesar  $2,5 \pm 0,75$ , sehingga rentang mutunya terletak antara 1,75 hingga 3,25. Berdasarkan histogramnya, interval kelas dimulai dari 2,3 sampai 2,7 sehingga data berada dalam standar mutu yang ditetapkan perusahaan.

Diagram pencar adalah salah satu alat yang digunakan untuk menentukan hubungan antara sebab dan akibat dari dua variabel, yaitu variabel  $x$  dan  $y$ . Pada

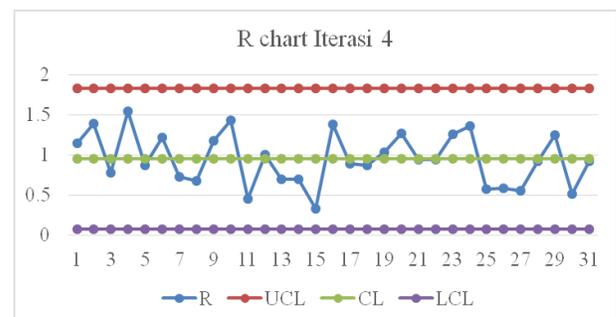
data variabel warna yang mempengaruhi kualitas warna tidak memiliki hubungan sebab akibat, sehingga data tidak dapat diolah ke dalam bentuk diagram pencar.

Berdasarkan interview yang dilakukan kepada petugas *Stock Preparation* dan karyawan Departemen *Research and Development*, warna tidak standar pada produk kertas Adiprima 58/48.8 Yellowish dipengaruhi oleh faktor material, metode, mesin, dan personal. Adapun sebab-sebab yang menimbulkan ketidaksesuaian warna digambarkan pada Gambar 5. berikut.

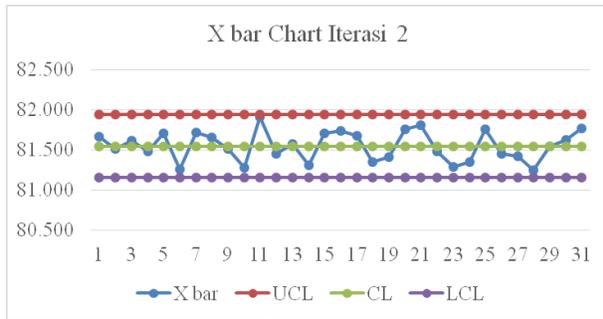


Gambar 5. Diagram Fishbone

Data variabel warna dengan spesifikasi  $L^*$  berada dalam batas peta kendali setelah mengalami 4 iterasi yang ditunjukkan pada Gambar 6., dimana berdasarkan pola grafik, peta ini memiliki *diagnosis hugging* pada *center line*, dimana terjadi pengelompokan titik pada garis tengah. Kemudian perhitungan dilanjutkan perhitungan peta kendali  $\bar{X}$  dengan nilai UCL 81,945, CL 81,547, LCL 81,150. Berdasarkan pola grafiknya, memiliki diagnosa pola siklis, karena terdapat beberapa titik yang memperlihatkan pola perubahan yang sama dan mengikuti pergerakan titik secara cermat. Adapun kemungkinan faktor penyebabnya antara lain kelelahan operator dan selanjutnya pemulihan tenaga mereka setelah istirahat atau dampak seasonal dari kualitas material dan komponen inputan.



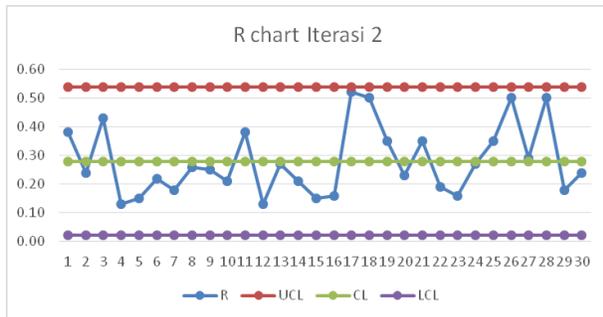
Gambar 6. Peta R Iterasi 4 Spesifikasi  $L^*$



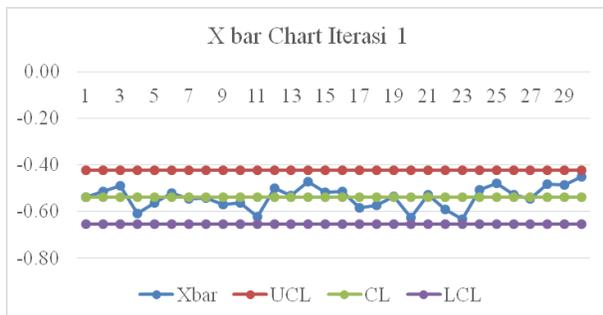
**Gambar 7. Peta  $\bar{X}$  Iterasi 2 Spesifikasi L\***

Berdasarkan Gambar 7. yang menunjukkan peta kendali  $\bar{X}$  spesifikasi L\*, semua data berada di dalam batas kendali, sehingga proses dapat dikatakan stabil dan terkendali secara statistik.

Data variabel warna dengan spesifikasi a pada peta R berada dalam batas kendali setelah mengalami 2 iterasi, dimana UCL = 0,537, CL = 0,279, LCL = 0,021. Berdasarkan perhitungan peta  $\bar{X}$ , maka diperoleh yaitu UCL = -0,422, CL = -0,539, dan LCL = -0,656. Pada Gambar 9. semua data berada di dalam batas kendali, sehingga dapat dikatakan bahwa proses telah terkendali secara statistik dan peta kendali dapat diimplementasikan.



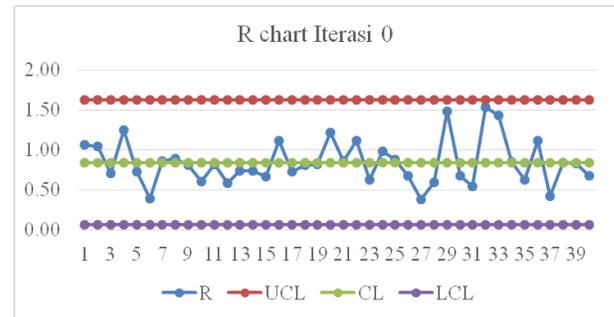
**Gambar 8. Peta R Iterasi 2 Spesifikasi a**



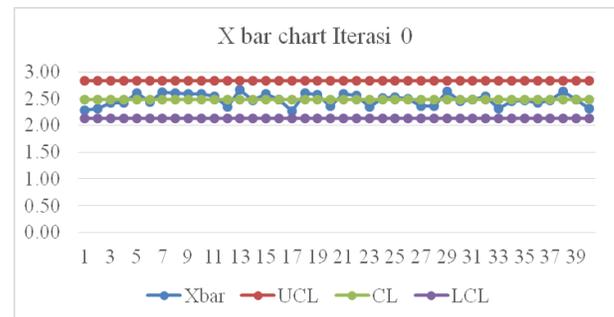
**Gambar 9. Peta  $\bar{X}$  Iterasi 1 Spesifikasi a**

Data variabel warna dengan spesifikasi b\* juga menggunakan peta kendali  $\bar{X}$ -R. Diawali dengan perhitungan peta R yang ditunjukkan pada Gambar 10., maka diperoleh hasil bahwa UCL = 1,620, CL = 0,842, dan LCL = 0,064, dimana semua data berada di dalam

batas kendali, sehingga perhitungan dapat dilanjutkan dengan perhitungan peta  $\bar{X}$ . Hasil yang diperoleh adalah UCL = 2,832, CL = 2,479, dan LCL = 2,126. Setelah diinput kedalam peta kendali  $\bar{X}$  yang ditunjukkan pada Gambar 11., terlihat bahwa semua data berada dalam batas kendali sehingga dapat dikatakan bahwa proses telah terkendali secara statistik dan peta kendali dapat diimplementasikan.



**Gambar 10. Peta R Iterasi 0 Spesifikasi b**



**Gambar 11. Peta  $\bar{X}$  Iterasi 0 Spesifikasi b**

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa (i) penyebab ketidaksesuaian dominan pada produk Adiprima 58/48.8 Yellowish adalah warna tidak standar; (ii) penyebab terjadinya ketidaksesuaian warna produk disebabkan oleh faktor personel, material, mesin, dan metode yang digunakan. Faktor personel disebabkan oleh aktivitas petugas, material disebabkan oleh bahan baku, mesin disebabkan oleh proses yang terjadi dalam mesin produksi, serta faktor metode berkaitan dengan prosedur baku yang digunakan; (iii) untuk mencapai proses produksi yang terkendali secara statistik dan agar peta kendali dapat diimplementasikan, maka dilakukan iterasi peta R sebanyak 4 kali dan peta  $\bar{X}$  sebanyak 2 kali iterasi untuk spesifikasi L\*, dilakukan iterasi peta R sebanyak 2 kali dan peta  $\bar{X}$  sebanyak 1 kali iterasi untuk spesifikasi a\*, dan tidak perlu dilakukan iterasi untuk spesifikasi b\*.

Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan beberapa saran dan rekomendasi, antara lain (i) PT. ADPS sebaiknya membuat sistem informasi yang

terintegrasi dan bersifat otomatis, sehingga dapat mencegah terjadinya ketidaksesuaian produk dan informasi antar laboratorium lebih cepat dan akurat; (ii) pengendalian kualitas dengan menggunakan grafik pengendali yang mewakili keadaan proses sebenarnya perlu dilakukan secara periodik agar dapat memantau variabilitas yang keluar dari batas kendali; (iii) sebaiknya PT. ADPS telah menentukan prosedur-prosedur yang menentukan komposisi bahan kimia, sehingga memudahkan petugas dalam membuat komposisi, serta mencegah ketidaksesuaian produk yang tidak diinginkan; (iv) tetap mengutamakan layanan terhadap kepuasan konsumen dengan meningkatkan kualitas produk.

### **Daftar Pustaka**

- Besterfield, Dale H. 2009. *Quality Control Eighth Edition*, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Gasperz, Vincent. 1998. *Statistical Process Control, Penerapan Teknik-Teknik dalam Manajemen Bisnis Total*, Gramedia, Jakarta
- Mitra, Amitava. 1993. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, Macmilan Publishing Company, New York.
- Montgomery, D.C. 1985. *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Render, Barry and Jay Herizer. 2006. *Principles of Operations Management*, Prentice Hall International Inc, New Jersey