

Usulan Pengendalian Kualitas *Brightness Pulp* pada Proses *Bleaching* dengan Relation Diagram dan Tree Diagram

Vera Devani¹, Melany Oktaviany²

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim
Jl. HR Soebrantas Km.18 No. 155 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia
e-mail: veradevani@email.com, melanyoktaviany@gmail.com

Abstrak

PT. IK merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *pulp* dan *paper*. Produksi *pulp* yang dihasilkan pada setiap proses kadang kala tidak memenuhi spesifikasi standar kualitas yang telah ditetapkan. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu *Relation Diagram* dan *Tree Diagram*. Tujuan penelitian adalah untuk menentukan prioritas berdasarkan jenis kecacatan, mengidentifikasi penyebab penyimpangan kualitas, dan menentukan tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas *pulp*. Perbaikan kualitas diprioritaskan pada *defect* di *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*. Penyebab kecacatan *pulp* pada *brightness* berdasarkan *Relation Diagram* yaitu tahapan proses produksi yang kurang pengawasan. Berdasarkan analisa menggunakan *Tree Diagram* didapat tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas *pulp* adalah pengontrolan terhadap konsentrasi *chemical*, pengecekan kembali bahan baku, pengawasan operator dan mesin, meningkatkan kesadaran operator, bonus sesuai beban kerja, operator menerapkan metode kerja sesuai dengan SOP pengecekan metode kerja secara berkala, dan operator menggunakan Alat Pelindung Diri yang sesuai bidang operatoran.

Kata kunci: Kualitas, *Pulp*, *Relation Diagram*, *Tree Diagram*.

Abstract

PT. IK is a company engaged in the manufacture of *pulp* and *paper*. The *pulp* produced in each process sometimes does not meet the specifications of the quality standards that have been set. The method used to solve the problem is *Relation Diagram* and *Tree Diagram*. The research objectives are to determine priorities based on the type of defect, identify the causes of quality deviations, and determine the actions that must be taken to improve *pulp* quality. Quality improvement is prioritized on defects in *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*. The cause of *pulp* defects in *brightness* based on the *Relation Diagram* is that the stages of the production process are not supervised. Based on the analysis using the *Tree Diagram*, it was found that the actions that must be taken to improve the quality of the *pulp* are controlling the chemical concentration, re-checking the raw materials, supervision of operators and machines, increasing operator awareness, bonuses according to workload, operators applying work methods in accordance with SOPs for checking work methods regularly, and operators using Personal Protective Equipment appropriate to the field of operation.

Keywords: *Pulp*, Quality, *Relation Diagram*, *Tree Diagram*.

1. Pendahuluan

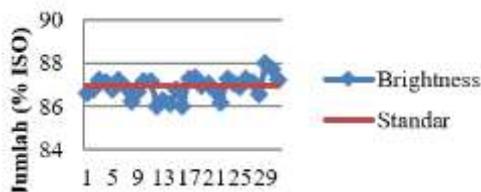
Industri *pulp* dan kertas mengalami perkembangan yang sangat pesat. Potensi produksi *pulp* dan kertas akan meningkat stabil sekitar 20% setiap tahun sehingga kapasitas industri dapat mencapai dua kali lipat pada tahun 2020. Hingga kini sudah ada 14 unit industri *pulp* dan 79 perusahaan industri kertas yang siap menggenjot skala produksi. Di wilayah Asia, Indonesia menempati peringkat ketiga untuk industri *pulp* dan peringkat keempat untuk industri kertas. Sementara di dunia, produksi *pulp* Indonesia menempati peringkat kesepuluh, dan industri kertas peringkat keenam. Perolehan ini didapat dari kapasitas industri *pulp* yang sudah mencapai 11 juta ton per tahun dan 16 juta ton per tahun untuk kertas [1].

PT. IK merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *pulp* dan kertas. Kualitas produk sangat diutamakan dalam pembuatan *pulp* dan kertas di PT. IK. Oleh sebab itu

perusahaan melakukan pengontrolan yang maksimal terhadap produk. Kontrol kualitas produk dapat menjaga dan meningkatkan kualitas agar dapat bersaing di dunia industri *pulp* dan kertas.

Kualitas suatu produk adalah kemampuannya untuk memuaskan dan lebih baik melebihi kebutuhan dan harapan pelanggan [2]. Kualitas sebagai alat yang sangat ampuh dalam usaha mempertahankan bisnis suatu perusahaan. PT. IK melakukan pengujian kualitas mulai dari proses awal berupa kayu sampai dengan produk akhir berupa *pulp* untuk memastikan produk sesuai dengan standar perusahaan. Standar-standar kualitas yang ditetapkan perusahaan dijadikan sebagai acuan mutu *pulp* yang di produksi PT. IK. Kualitas *pulp* yang dihasilkan pada setiap proses kadang kala tidak memenuhi spesifikasi standar kualitas yang telah ditetapkan.

PT. IK memiliki standar kualitas *pulp*, untuk *brightness* pada setiap proses pada *Pulp Post D1 Line 2 Brightness* ≥ 87 (%ISO).



Gambar 1. Grafik *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada tanggal 1-31 Agustus 2019, kadar *brightness* sebanyak 16 sampel dari 31 sampel data *pulp D2 ex. brightness* berada di bawah batas standar dari standar *brightness* telah ditetapkan oleh perusahaan.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengurangi kecacatan pulp sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan perusahaan. Pengendalian mutu (*quality control*) merupakan alat manajemen untuk menjamin mutu, karena pada dasarnya tidak ada dua produk yang dihasilkan oleh satu proses produksi yang sama, tidak dapat dihindari adanya variasi [3]. Pengendalian mutu dilaksanakan mempunyai maksud tertentu yang dapat diartikan sebagai pengawasan mutu digunakan sebagai landasan dalam melakukan aktivitas, melaksanakan pengendalian biaya, harga, dan laba secaa terintegrasi, melakukan pengendalian jumlah produksi, penjualan serta persediaan dan tanggal pengiriman.

Penelitian telah dilakukan mengenai pengendalian kualitas menggunakan metode *New Seven Tools* diantaranya adalah [4] penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan penerapan teknik manajemen mutu secara efektif, mengidentifikasi dan mengenali faktor-faktor yang dapat menyebabkan *Strip Triocid* menjadi rusak. Penelitian oleh [5] bertujuan untuk menganalisis masalah, digunakan *New Seven Tools*.

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang telah dilakukan oleh [6] memberikan usulan pengendalian kualitas *pulp* dengan metode *Seven Tools* dan *New Seven Tools*. Penelitian yang dilakukan sebelumnya telah membuktikan bahwa metode *Seven Tools* dan *New Seven Tools* berguna untuk mengurangi atau menekan persentase cacat. Penelitian lanjutan ini bertujuan untuk memberi usulan peningkatan kualitas *pulp* dengan menggunakan *Relation Diagram* dan *Tree Diagram* di PT. IK

2. Metode Penelitian

Data survei pendahuluan diambil pada tanggal 1 - 31 Agustus 2019. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar *brightness* produksi *pulp* divisi Pulp Making 8 pada proses D1 dan D2, PT. IK. Tools yang digunakan untuk pengolahan data berupa Histogram, Diagram Pareto, Peta Kendali I-MR dan Kapabilitas Proses. Analisa data dilakukan dengan beberapa cara yaitu *Relation Diagram* dan *Tree Diagram*.

2.1. Histogram

Histogram adalah alat grafik vital yang menunjukkan frekuensi relative atau kemunculan nilai data kontinu, mengungkapkan dimana nilai paling berulang berada dan data didistribusikan

[7]. Histogram berupa grafik batang dengan data *brightness* dikelompokkan ke dalam beberapa kelas dengan interval tertentu digunakan untuk menganalisa mutu dari sekelompok data dan penyebaran data.

2.2. Pareto Diagram

Diagram Pareto didasarkan pada prinsip pareto, yang menyatakan bahwa hanya sedikit cacat yang menyebabkan sebagian besar efek [8]. Diagram Pareto bertujuan untuk menentukan persentase kadar kualitas *pulp brightness* dan terbesar, sehingga dapat memfokuskan masalah hanya pada data yang memiliki perbaikan terbesar dengan perbandingan 20% berbanding 80%. Dengan kata lain, tujuan penggunaan diagram pareto adalah untuk menentukan 20% penyebab yang terjadi dan mengarah pada 80% masalah.

2.3. I-MR Chart

Control Chart digunakan untuk mempelajari bagaimana proses berubah dari waktu ke waktu dan mengontrol data penolakan produk apapun [9]. I-MR Chart memiliki jumlah observasi dari masing-masing subgrup hanya satu ($n = 1$). Untuk membuat Peta Kendali I-MR ini dapat digunakan rumus-rumus sebagai berikut [10]:

1. Individual Value

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$
$$UCL = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$
$$LCL = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2}$$

2. Moving Range

$$\overline{MR} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$
$$UCL = D_4 \times 3 \overline{MR}$$
$$LCL = D_3 \times 3 \overline{MR}$$

2.4. Process Capability

Kapabilitas proses merupakan suatu analisis variabilitas relatif terhadap persyaratan atau spesifikasi produk serta untuk membantu pengembangan produksi dalam menghilangkan atau mengurangi banyak variabilitas yang terjadi. Kapabilitas 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 [11]. Rumus kapabilitas proses adalah sebagai berikut [12]:

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

dimana:

USL = *Upper Specification Limit*

LSL = *Lower Specification Limit*

6σ = 6 sigma

2.5. Relation Diagram

Relation Diagram disebut sebagai diagram antar-hubungan atau digraf atau bahkan diagram jaringan [13]. *Relation Diagram* menunjukkan hubungan sebab dan akibat dari berbagai masalah yang kompleks sehingga dapat membedakan persoalan apa yang merupakan *driver* (pemicu terjadinya masalah) dan persoalan apa yang merupakan *outcome* (akibat dari masalah) pada kualitas *brightness*.

2.6. Tree Diagram

Tree Diagram merupakan teknik untuk menyelesaikan dengan prinsip memecah katagori luas menjadi tingkat detail yang lebih baik dan lebih halus, yang membantu pikiran langkah demi langkah dari umum ke khusus [14]. *Tree Diagram* digunakan untuk menghadapi

dan memecahkan masalah mengenai kebutuhan yang belum jelas rumusnya dan perlu diterjemahkan ke dalam konsep secara lebih rinci ke dalam sub-sub komponen atau tingkat yang lebih rendah, yang dimulai dengan satu *item* yang bercabang menjadi dua atau lebih dan seterusnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Histogram

Histogram menggambarkan frekuensi data. Histogram dari uji kualitas *Pulp* pada bulan Agustus 2019 adalah sebagai berikut:

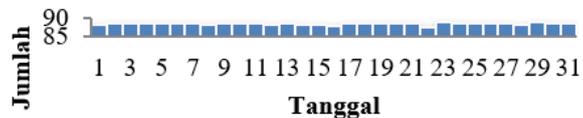
a. Histogram *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*



Gambar 2. Histogram *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*

Berdasarkan Gambar 2 Histogram *Pulp Post D1 Line 2 Brightness* dapat diketahui bahwa terdapat 16 sampel dari 31 sampel keseluruhan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan perusahaan yaitu dengan nilai $\geq 87\%$ ISO. Sampel dengan kualitas *Brightness* yang paling rendah dibawah standar perusahaan yaitu terdapat pada sampel ke-12 dengan nilai 86 % ISO. Jika dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan, maka kondisi kualitas *Pulp Post D1 Line 2 Brightness* kurang baik sehingga perlu dilakukan penanganan untuk mengoptimalkan kualitas *pulp* yang dihasilkan.

b. Histogram *Pulp D2 Ex. Brightness*

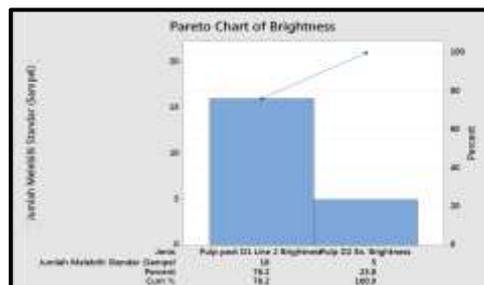


Gambar 3. Histogram *Pulp D2 Ex. Brightness*

Berdasarkan Gambar 3 Histogram *Pulp D2 Ex. Brightness* dapat diketahui bahwa terdapat 5 sampel dari 31 sampel keseluruhan yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan perusahaan yaitu dengan nilai $\geq 88,2\%$. Sampel dengan kualitas *Brightness* yang paling rendah dibawah standar perusahaan yaitu terdapat pada sampel ke-22 dengan nilai 87,49 %. Jika dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan, maka kondisi kualitas *Pulp D2 Ex. Brightness* kurang baik sehingga perlu dilakukan penanganan untuk mengoptimalkan kualitas *pulp* yang dihasilkan.

3.2. Pareto Diagram

Diagram Pareto berfungsi untuk menentukan prioritas penyelesaian masalah yang mesti diambil tindakan (perbaikan), berdasarkan konsep 80/20%.



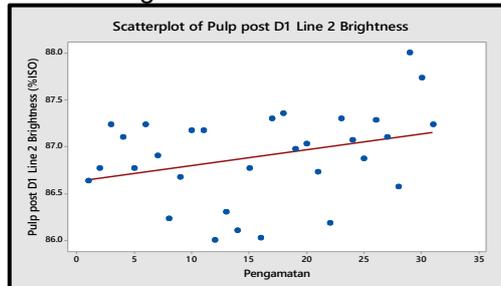
Gambar 4. Diagram Pareto *Brightness*

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa perbaikan harus diprioritaskan pada defect yaitu *Pulp Post D1 Line 2 Brightness* sebesar 76,2 %.

3.3. Scatterplot

Diagram tebar berfungsi untuk menampilkan hubungan (relasi) yang terjadi antara dua variabel, apakah hubungan antar dua variabel tersebut kuat atau tidak.

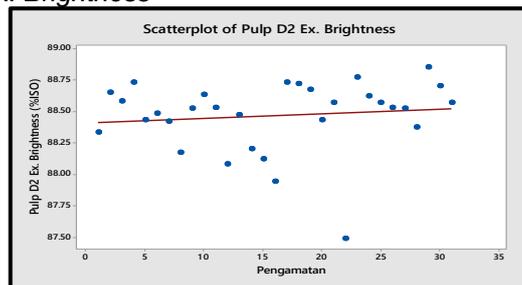
a. Scatterplot *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*



Gambar 5. Scatter Diagram *Pulp Post D1 Line 2 Brightness*

Berdasarkan Gambar 5 *Scatter Diagram* kualitas *Pulp Post D1 Line 2 Brightness* pH, memiliki sebaran sampel menjauhi garis sentral. Arah hubungan korelasi positif lemah, yang berarti semakin banyak sampel pengamatan semakin banyak jumlah sampel di luar standar kualitas.

b. Scatterplot *Pulp D2 Ex. Brightness*



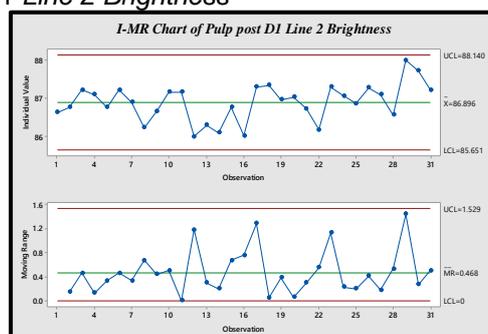
Gambar 6. Scatter Diagram *Pulp D2 Ex. Brightness*

Berdasarkan Gambar 6 *Scatter Diagram* kualitas *Pulp D2 Ex. Brightness*, memiliki sebaran sampel menjauhi garis sentral. Arah hubungan korelasi positif lemah, yang berarti semakin banyak sampel pengamatan semakin banyak jumlah sampel di luar standar kualitas.

3.4. I-MR Chart

I-MR *Chart* digunakan untuk menentukan batas kendali kecacatan produk yang berwujud cair atau gas, dalam pengujian kualitas *Pulp Brightness*. Perhitungan I-MR *Chart* adalah sebagai berikut:

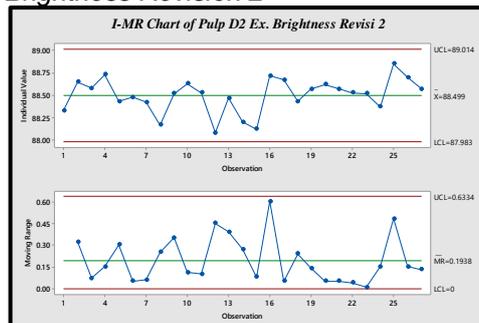
a. I-MR Chart *Pulp post D1 Line 2 Brightness*



Gambar 7. I-MR Chart of *Pulp post D1 Line 2 Brightness*

Berdasarkan Gambar 7 Peta Kontrol I-MR *Pulp post D1 Line 2 Brightness* tidak ada data yang melewati batas kontrol. Seluruh sampel berada dalam kendali. Batas kendali untuk Peta Kontrol I (*individual*) adalah batas kendali atas (UCL) dengan nilai 88,140 %ISO, \bar{x} dengan nilai 86,896 %ISO dan batas kendali bawah (LCL) dengan nilai 85,651 %ISO. Batas kendali untuk Peta Kontrol MR (*moving range*) adalah batas kendali atas (UCL) dengan nilai 1,529 %ISO, \overline{MR} dengan nilai 0,468 %ISO dan batas kendali bawah (LCL) dengan nilai 0 %ISO.

b. I-MR Chart *Pulp D2 Ex. Brightness Revision 2*



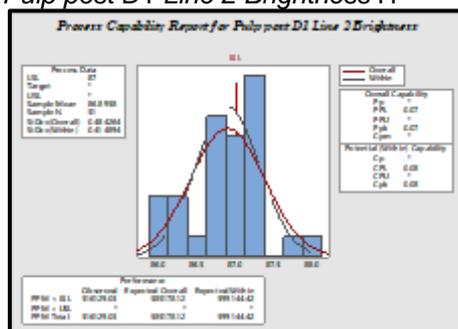
Gambar 8. I-MR Chart of *Pulp D2 Ex. Brightness Revision 2*

Berdasarkan Gambar 8 Peta Kontrol I-MR *Pulp D2 Ex. Brightness* tidak ada data yang melewati batas control, setelah melakukan revisi sebanyak 2 kali. Jumlah sampel yang berada dalam batas kendali sebanyak 29 sampel dari 31 sampel. Batas kendali untuk Peta Kontrol I (*individual*) adalah batas kendali atas (UCL) dengan nilai 89,014 %ISO, \bar{x} dengan nilai 88,499 %ISO dan batas kendali bawah (LCL) dengan nilai 87,983 %ISO. Batas kendali untuk Peta Kontrol MR (*moving range*) adalah batas kendali atas (UCL) dengan nilai 0,6334 %ISO, \overline{MR} dengan nilai 0,1938 %ISO dan batas kendali bawah (LCL) dengan nilai 0 %ISO.

3.5. **Process Capability**

Kapabilitas merupakan kemampuan suatu organisasi, sistem, atau proses untuk merealisasikan suatu produk yang memenuhi persyaratan produk tersebut. Perhitungan *Process Capability* adalah sebagai berikut:

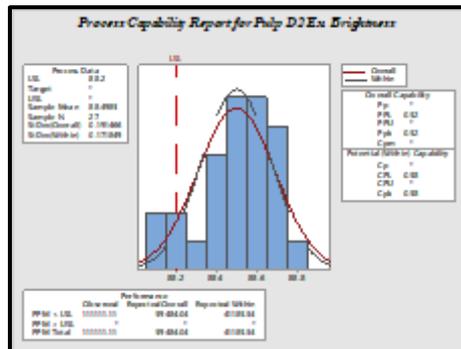
a. Kapabilitas Proses pada *Pulp post D1 Line 2 Brightness H*



Gambar 9. *Process Capability of Pulp post D1 Line 2 Brightness*

Berdasarkan Gambar 9 tidak dapat diketahui nilai kapabilitas proses (C_p) karena batas standar dari perusahaan ≥ 87 sehingga tidak dapat diketahui USL dan tidak dapat diketahui sejauh mana system dapat memenuhi spesifikasi limit dua sisi. Kapabilitas proses berdasarkan C_{pk} yaitu -0,08, hal ini menunjukkan bahwa nilai $C_{pk} < 1$ dan memiliki nilai negatif, keadaan yang terdapat pada Peta Kendali I-MR menghasilkan produk yang rata-rata proses berada di luar spesifikasi. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa kapabilitas proses kurang baik dengan kemungkinan sistem menghasilkan proses *out of specification* sebesar 599.144,42 ppm.

b. I-MR Chart Pulp D2 Ex. pH

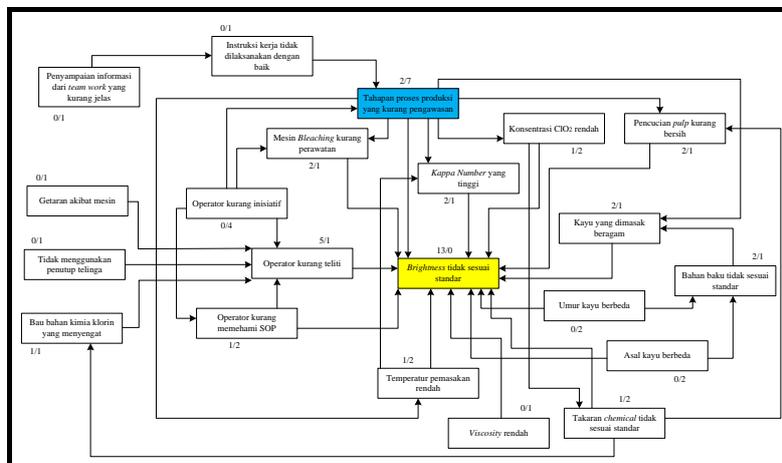


Gambar 10. Process Capability of Pulp D2 Ex. Brightness

Berdasarkan Gambar 10 tidak dapat diketahui nilai C_p (kapabilitas proses jangka pendek) karena batas standar dari perusahaan $\geq 88,2$ sehingga tidak dapat diketahui USL dan tidak dapat diketahui sejauh mana system dapat memenuhi spesifikasi limit dua sisi. Kapabilitas proses berdasarkan C_{pk} yaitu 0,58, hal ini menunjukkan bahwa nilai $C_{pk} < 1$, keadaan yang terdapat pada Peta Kendali I-MR menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini dapat diinterprestasikan bahwa kapabilitas proses kurang baik dengan kemungkinan sistem menghasilkan proses *out of specification* sebesar 41.185,34 ppm.

3.6. Relation Diagram

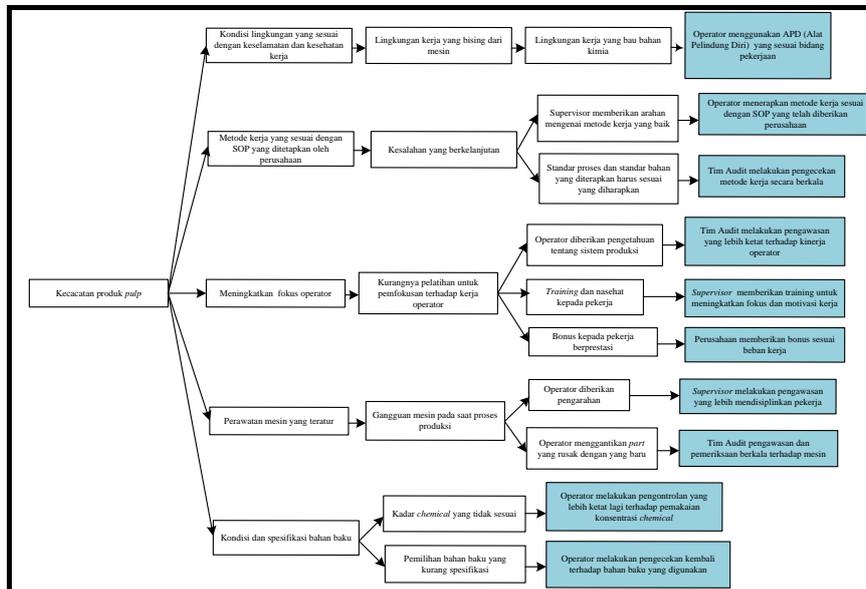
Relation Diagram menggambarkan hubungan sebab-akibat, seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Relation Diagram Brightness

Berdasarkan Relation Diagram cacat brightness (Gambar 11) menunjukkan bahwa penyebab utama dari cacat brightness yaitu tahapan proses produksi yang kurang pengawasan. Penyebab utama memiliki akar penyebab paling banyak dibandingkan faktor lain yaitu memiliki 7 garis panah ke luar.

3.7. Tree Diagram



Gambar 12. Tree Diagram

Hasil penelitian terdahulu [4], pengelompokkan identifikasi masalah pada kecacatan komponen pesawat berdasarkan *Affinity Diagram* yaitu *human, material, process, equipment, system, dan enviroment*. Berdasarkan *Relation Diagram*, faktor utama dari kecacatan komponen pesawat yaitu tidak dipantau secara ketat. Tindakan yang harus dilakukan berdasarkan *Matriks Diagram* yaitu waktu pelatihan dan membuat jadwal pemantauan. Solusi dari PDPC yaitu secara simultan melakukan pemantauan, memberikan pemahaman yang baik tentang proses, dan fungsi kepemimpinan.

Hasil penelitian [5], pengelompokkan penyebab masalah pada kecacatan *Strip Triocid* berdasarkan *Affinity Diagram* yaitu material, mesin, proses, dan manusia. Prioritas perbaikan berdasarkan *Matrix Diagram* adalah pada kondisi mesin. Tindakan yang harus dilakukan berdasarkan *Tree Diagram* adalah pemeliharaan preventif. Urutan proses produksi *Strip Triocid* digambarkan dengan *Arraw Diagram*. Berdasarkan PDPC tindakan yang perlu dilakukan yaitu membuat SOP operator, memberi hukuman kepada operator yang melanggar dan menambah satu orang operator permesinan.

Penelitian sebelumnya [6], prioritas cacat pada *Pulp at Blow Line Kappa Number*, tindakan perbaikan berdasarkan *Matrix Diagram* yaitu dengan melakukan *training* karyawan, melakukan pengecekan mesin, selalu melakukan pengawasan dan pengontrolan proses produksi, menggunakan metode kerja yang sesuai dengan SOP yang ditetapkan oleh perusahaan, kondisi lingkungan yang sesuai dengan keselamatan dan kesehatan kerja, dan pengoptimalan kinerja operator.

Hasil dari penelitian ini yaitu prioritas perbaikan *defect Pulp Post D1 Line 2 Brightness*, Penyebab kecacatan *pulp* pada *brightness* berdasarkan *Relation Diagram* adalah tahapan proses produksi yang kurang pengawasan. Berdasarkan analisa menggunakan *Tree Diagram* tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas *pulp* adalah operator melakukan pengontrolan yang lebih ketat terhadap pemakaian konsentrasi *chemical*, operator melakukan pengecekan kembali terhadap bahan baku yang digunakan, *supervisor* melakukan pengawasan yang lebih mendisiplinkan operator, tim audit melakukan pengawasan dan pemeriksaan berkala terhadap mesin, tim audit melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja operator, *supervisor* meningkatkan kesadaran operator, perusahaan memberikan bonus sesuai beban kerja, operator menerapkan metode kerja sesuai dengan SOP yang telah diberikan perusahaan, tim audit melakukan pengecekan metode kerja secara berkala, operator menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) yang sesuai bidang operatoran.

Kelebihan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pada tahapan identifikasi masalah. Penelitian ini menggunakan tools *Pareto Diagram* untuk menentukan prioritas perbaikan yang harus dilakukan pada jenis kecacatan. Sehingga tindakan perbaikan dapat difokuskan kepada prioritas permasalahan. *Process Capability* juga menjadi salah satu kelebihan penelitian ini. *Process Capability* bertujuan untuk mengidentifikasi apakah proses mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi standar kualitas perusahaan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan Pareto Diagram, prioritas perbaikan pada *defect Pulp Post D1 Line 2 Brightness* sebesar 76,2 %. Penyebab kecacatan *pulp* pada *brightness* berdasarkan *Relation Diagram* adalah tahapan proses produksi yang kurang pengawasan. Berdasarkan analisa menggunakan *Tree Diagram* didapat tindakan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas *pulp* adalah operator melakukan pengontrolan yang lebih ketat terhadap pemakaian konsentrasi *chemical*, operator melakukan pengecekan kembali terhadap bahan baku yang digunakan, *supervisor* melakukan pengawasan yang lebih mendisiplinkan operator, tim audit melakukan pengawasan dan pemeriksaan berkala terhadap mesin, tim audit melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap kinerja operator, *supervisor* meningkatkan kesadaran operator, perusahaan memberikan bonus sesuai beban kerja, operator menerapkan metode kerja sesuai dengan SOP yang telah diberikan perusahaan, tim audit melakukan pengecekan metode kerja secara berkala, operator menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) yang sesuai bidang operatoran.

Daftar Pustaka

- [1] Direktur Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan. Warta Ekspor Edisi Maret 2019. Produktifitas Industri Pulp dan Kertas. 2019; Available from: <http://djpen.kemendag.go.id>.
- [2] Girmanová L, Šolc M, Kliment J, Divoková A, Mikloš V. Application of Six Sigma Using DMAIC Methodology in the Process of Product Quality Control in Metallurgical Operation. *Acta Technol Agric*. 2017;20(4):104–9.
- [3] Erdhianto Y. Quality Control Analysis to Reduca the Number of Defect in the Packanging of PG Kremboong Sugar Products. *J Appl Ind Eng PGRI AdiBuana*. 2021;04(1).
- [4] Pramono SNW, Ulkhaq MM, Rachmadina DP, Trianto R, Rachmadani AP, Wijayanti WR, et al. The Use of Quality Management Techniques: The Application of the New Seven Tools. *Int J Appl Sci Eng*. 2018;15(2):105–12.
- [5] Ginting R, Fattah MG. Production Quality Control with New Seven Tools for Defect Minimization on PT. Dirgantara Indonesia. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2020;452(1).
- [6] Devani V, Oktaviyany M. Usulan Peningkatan Kualitas Pulp Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Dan New Seven Tools Di PT. IK. *Agrointek*. 2021;15(2):521–36.
- [7] Besterfield DH. *Quality Control*. New York: Prentice Hall; 2001.
- [8] Jayakumar V, Mohammed Ajmal Sheriff F, Muniappan A, Bharathiraja G, Ragul G. Implementation of Seven Tools of Quality in Educational Arena: A Case Study. *Int J Mech Eng Technol*. 2017;8(8):882–91.
- [9] Jaware A, Bhandare K, Sonawane G, Bhagat S. Seven Quality Tools a Review. *Int Res J Eng Technol [Internet]*. 2018;5(5):2796–8. Available from: www.irjet.net
- [10] Ismayanti CY, Kusnandar D, Imro'ah N. Verifikasi Model Arima Pada Peramalan Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Kota Pontianak Menggunakan Statistical Process Control. 2019;08(3):421–8.
- [11] Gaspersz V, Fontana A. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication; 2011.
- [12] Rimantho D, Athiyah. Analisis Kapabilitas Proses Untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi. *J Teknol*. 2019;11(1):1–8.
- [13] Charantimath P. *Total Quality Mangement*. Second. India: Pearson Education; 2011.
- [14] Fonseca L, Lima V, Silva M. Utilization of Quality Tools: Does Sector and Size Matter? *Int J Qual Res*. 2015;9(4):605–20.