

Data Mining dan Aplikasi Six Sigma Dalam Meningkatkan Kualitas Batubara Pada Pembangkit Listrik

Ruth Dimitri Abigail Kawilarang¹, Rina Fitriana².

^{1,2} Jurusan Magister Teknik Industri, Universitas Trisakti, jln. Kyai Tapa No.1 Jakarta 11440

E-mail: 163012110007@std.trisakti.ac.id

ABSTRAK

PT Cikarang Listrindo merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembangkit listrik tenaga uap. Batubara merupakan bahan bakar yang digunakan untuk mengubah air menjadi uap, uap yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan daya pada generator dan menghasilkan listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah meningkatkan kualitas batubara agar sesuai standar spesifikasi umpan boiler. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah six sigma untuk menentukan permasalahan yang terjadi dan data mining digunakan untuk mengelompokkan data yang akan digunakan. Hasil penelitian six sigma dengan menggunakan pendekatan *Define Measure Analyze Improve Control* atau DMAIC ditemukan ukuran batubara yang masuk kedalam boiler pada titik sampling BC-12B tidak memenuhi standar spesifikasi umpan boiler, data Analisa menggunakan *fishbone* minitab dan *decision tree* menggunakan weka untuk menentukan keputusan *improvement* kemudian pada tahap control menggunakan perbaikan SOP (*Standard Operational Procedure*) yang dilakukan secara *periodic* untuk menjaga kualitas batubara.

Kata kunci: Data Mining, Six Sigma, *Decission Tree*, *Fishbone*, DMAIC

ABSTRACK

PT Cikarang Listrindo is a company which engaged in steam power plant. Coals used (in) as the fuels to convert water into steam, generated steam used to set turbine into motion which generated power on the generator and produced electricity. the purpose of this research are to improve the quality of coals in order to fit the standard specifications of boiler feed. metode used in this research are six sigmas to determine the problems that occured and data mining to group the used data. Six sigma research result with Define Measure Analyze Improve Control (DMAIC) approach show that the size of the coal that goes inside the boiler at sampling point BC-12B doesn't meet the standard specifications of boiler feed, analysis data with fishbone minitab and decision tree using weka to make improvement decision later at control stage using SOP (Standard Operational Procedure) revision which is carried periodically to maintain the quality of the coals

Keyword: *Data Mining, Six Sigma, Decission Tree, Fishbone, DMAIC*

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang penting dalam kehidupan sehari-hari, baik rumah tangga, perkantoran, industry-industri. Listrik menjadi kebutuhan yang hamper setara sengan kebutuhan oksigen untuk bertahan hidup (Distribusi & Syahputra, 2017). Penggunaan listrik untuk penggunaannya sangatlah bervariasi, mulai dari kebutuhan untuk memasak nasi, masak air panas, menonton televisi, menyalakan kipas angin, mengisi daya handphone. Dampak dari penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari adalah tergantung dari penggunaannya (Kawani, 2019). Upaya pemerintah untuk

memberikan listrik yang stabil di beberapa daerah disambut baik oleh masyarakat daerah karena listrik begitu penting dalam mendukung kegiatan sehari-hari. Dengan adanya penambahan jumlah pembangkit listrik dan jumlah daya yang dihasilkan bertambah disetiap provinsi maka potensi untuk masyarakat terpenuhi kebutuhan akan listriknya semakin cukup (Takengon, 2013).

Pembangkit memiliki beberapa jenis yaitu pembangkit tenaga uap, pembangkit tenaga gas dan beberapa pembangkit lainnya (Hakim et al., 2020). PT Cikarang Listrindo menjadi salah satu perusahaan yang bergerak dalam usaha pembangkit listrik yang berada di

daerah cikarang untuk mensupply listrik pada industri-industri yang ada di area Cikarang. PT CT singkatan dari PT Cikarang Listrindo menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama. Pertimbangan dalam penelitian ini adalah pembangkit tenaga uap dengan bahan bakar batubara. Batubara merupakan bahan bakar yang terbentuk akibat dari proses oksidasi dari ekosistem sisa-sisa tumbuhan pada jaman dahulu kala yang tertimbun oleh air dan lumpur (*Skripsi- Debu Batubara*, n.d.).

Batubara yang digunakan pada proses pembakaran di dalam boiler memiliki spesifikasi tertentu dengan tujuan agar mempermudah pembakaran dan tidak menimbulkan efek samping berupa kelebihan karbon pada produk bottom ash dan tidak menghasilkan banyak *fly ash* pada produk *fly ash*.

Dampak dari ukuran batubara yang tidak sesuai spesifikasi boiler menjadi fokus utama pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan aplikasi six sigma DMAIC untuk meningkatkan kualitas batubara dan menggunakan data mining decision tree sebagai penentu keputusan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aplikasi Six Sigma

Six sigma adalah sebuah tools atau cara perusahaan dapat mengembangkan kapasitas proses bisnis. Six sigma bertujuan untuk meningkatkan performa dan menurunkan kemungkinan kesalahan (Fitriana, Sugiarto, et al., 2014). 5 tahap pada metode six sigma yaitu *define*, *measure*, *analyze*, *improve*, dan *control* (Daniyan et al., 2022).

Define merupakan Langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas six sigma (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Tujuan dari Langkah *define* adalah untuk meningkatkan tahap dalam menentukan pokok permasalahan, tujuan penelitian lingkup pada proses. pada tahap ini perlu dilakukan identifikasi beberapa hal yang terkait dengan: kriteria pemilihan proyek six sigma, peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek six sigma, kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang akan terlibat dalam proyek six sigma, proses-proses kunci dalam proyek six sigma beserta pelanggannya dan kebutuhan spesifik dari pelanggan dan pernyataan tujuan proyek six sigma. Setelah mengetahui tentang tujuan dari *define* kemudian

dilakukan aktivitas yang mendeskripsikan suatu proses yang berkaitan menggunakan tools yang sesuai. *Tools* yang digunakan dalam permasalahan ini, yaitu SIPOC adalah tool yang sangat berguna dalam memetakan proses secara keseluruhan, dengan SIPOC team akan lebih focus dan tidak melebar dalam setiap elemen yang akan dikerjakan. SIPOC sendiri disebut juga dengan proses flowchart, yang menjelaskan tentang supplier, input, process, output dan customers.

Measure merupakan Langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas six sigma. terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini yaitu (Smętkowska & Mrugalska, 2018) : memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, output, dan outcome dan mengukur kinerja sekarang pada tingkat proses, output dan outcome untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek six sigma dan penggunaan tools value stream mapping untuk memetakan proses yang terjadi.

Pada *Analyze* bertujuan untuk menggunakan data atau informasi pada tahap pengukuran *measure* untuk memulai menentukan hubungan sebab akibat pada proses dan untuk memahami perbedaan dari variabilitas (Daniyan et al., 2022). Dengan kata lain bahwa pada tahap ini, kita akan menentukan penyebab paling utama dari defect, masalah kualitas, masukan dari pelanggan, waktu siklus dan lain-lain. Tools yang digunakan pada tahap ini adalah Brainstorming, *Fishbone* (*cause & effect diagram*).

Tahap *improve* bertujuan untuk mengoptimasi solusi yang ditawarkan akan memenuhi atau melebihi tujuan perbaikan dari proyek. Selama fase *improve*, tim proyek merencanakan optimasi proses melalui design of. Pada dasarnya rencana-rencana Tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang akan dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis Ketika implementasi dari suatu rencana yang harus direncanakan pada tahap ini.

Tahap *Control* adalah tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas six sigma. pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan, prosedur-prosedur yang baik didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer kepada pemilik atau penanggung jawab proses. Pada tahap control, dilakukan integrasi yang bertujuan mengintegrasikan metode-metode standar dan proses ke dalam siklus desain, dimana salah satu prinsip dari design for six sigma adalah proses desain harus menggunakan komponen-komponen dan proses-proses yang ada. Integrasi juga penting untuk mengintegrasikan six sigma ke dalam praktek bisnis yang dikelola (Daniyan et al., 2022).

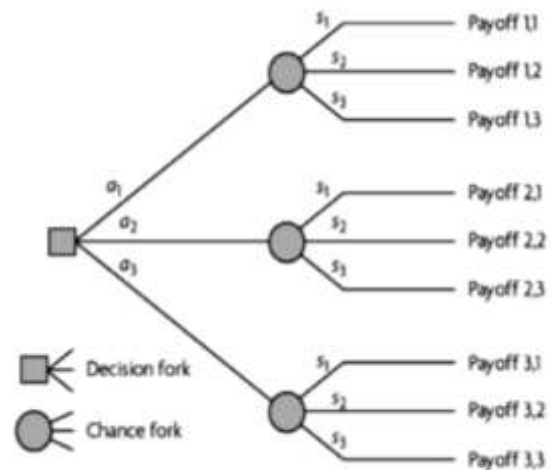


Gambar 1. Flow Process DMAIC

2.2 Data Mining

Data mining merupakan proses ekstraksi pengetahuan dari sekumpulan data yang sangat besar dimana dalam penggunaannya menggunakan algoritma dan teknik penarikan dalam bidang statistik serta menggunakan sistem manajemen berbasis data (Kawani, 2019). Selain itu data mining adalah proses analisa data dari berbagai perspektif yang berbeda-beda kemudian menyimpulkannya menjadi informasi-informasi penting yang dapat dipakai untuk meningkatkan keuntungan, memperkecil biaya pengeluaran atau bahkan keduanya (Adeniyi et al., 2016).

Suatu teknik dengan melihat pada kelakuan dan atribut dari kelompok yang telah didefinisikan. Teknik ini dapat memberikan klasifikasi pada data baru dengan memanipulasi data yang ada dan menggunakan hasilnya untuk memberikan sejumlah aturan (Jayasri & Aruna, 2022). Salah satu metode klasifikasi adalah decision tree yang merupakan model prediksi menggunakan struktur pohon atau struktur hierarki (Silva et al., 2019).

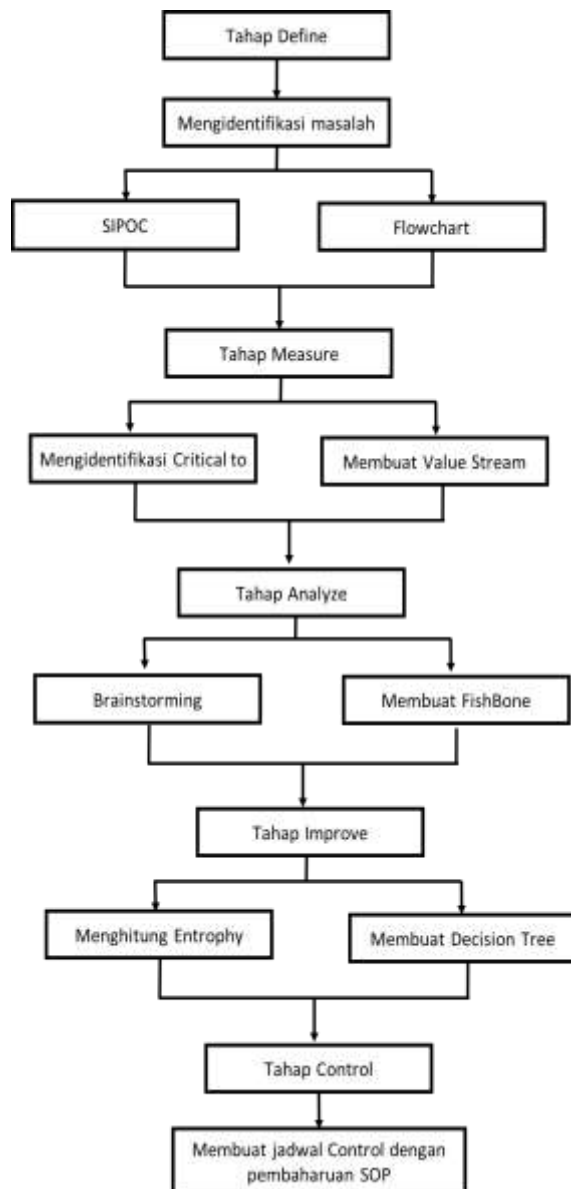


Gambar 2. Decision tree secara umum

Decision tree adalah sebuah diagram alir yang berbebtuk seperti struktur pohon yang mana setiap internal node menyatakan pengujian terhadap suatu atribut, setiap cabang menyatakan output dari pengujian tersebut dan leaf node menyatakan kelas-kelas/ distribusi kelas (Kasih, 2019). Aplikasi yang digunakan dalam membuat *decision tree* adalah weka, weka merupakan aplikasi untuk data mining yang cocok untuk membuat *decision tree* pada penelitian ini (Fitriana, Saragih, et al., 2014).

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan data sample *outlet Belt conveyor* atau BC-12 A, BC-12 B dan *outlet crusher* atau CRB kemudian dilakukan analisa menggunakan metode six sigma yaitu DMAIC serta menggunakan data mining dengan menggunakan *software* weka untuk menentukan keputusan pada tahap *Improve*.



Gambar 3. Flowchart metode penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

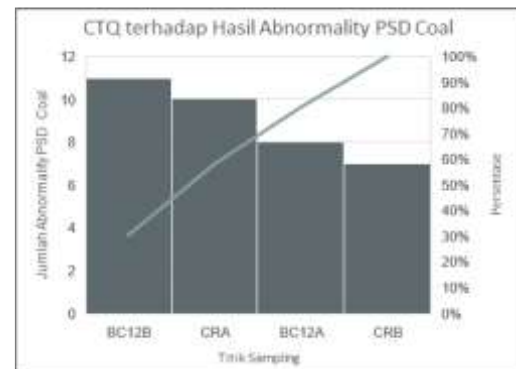
A. Tahap Define

Identifikasi masalah yang dilakukan dengan menggunakan data batubara yang tidak memenuhi spesifikasi umpan boiler. Data tersebut merupakan data Analisa *particle size distribution* (PSD) yang dilakukan di laboratorium batubara dan memilih data-data yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu data yang memiliki nilai lebih dari 5% kekasaran batubara. Dari permasalahan ini kemudian dibuat sipoc seperti pada Table 1. Sipoc digunakan

untuk memetakan proses yang terjadi sehingga *team* mampu fokus untuk menganalisa penyebab masalah.

B. Tahap Measure

Pada tahap ini data yang digunakan adalah data *particle size distribution* sample pada bulan maret dan April 2022. Data ini kemudian diolah untuk menentukan *critical to quality* atau CTQ .



Gambar 4. Critical to quality terhadap hasil abnormality Particle Size Distribution Coal

Critical to quality digunakan untuk menentukan penyebab dari *voice of customer*, dimana customer pada penelitian ini adalah suatu proses yaitu pembakaran batubara di dalam boiler.

Data *Critical to quality* yang digunakan adalah data dari *abnormality particle size distribution* yang digambarkan menggunakan diagram pareto yaitu hubungan antara titik sampling dengan jumlah *abnormality particle size distribution* batubara, dari Gambar 4 terlihat bahwa pada titik sampling BC-12B memiliki nilai abnormality lebih banyak dibandingkan dengan titik sampling yang lain.

Penentuan *Critical to quality* menggunakan perbandingan masa dan hasil perhitungan persentase sample batubara. Tabel 2 merupakan data persentase *particle size distribution* BC-12B. Dari data bulan Maret sampai April 2022 terdapat 11 data yang tidak sesuai spesifikasi umpan boiler dan menjadi produk cacat yang harus diperbaiki dengan segera oleh perusahaan.

Tabel 1. SIPOC

Supplier	Input	process	Output	Customer
Batubara dari PT. Adaro	Batubara	unloading Coal di GTSU	Penerimaan Batubara	GTSU
GTSU	Batubara	sieving	Coal lolos sieving	Coal yard
Coal Yard	Batubara	crushing, sieving	Coal sesuai Spec	Boiler
Boiler	Batubara	Sampling	Analisa PSD	Lab Coal
Lab Coal	Data Analisa	Analisa Hasil PSD menggunakan MS.Excell	Report PSD	OPR.B

pada tahap *measure* dihitung untuk persentase defect, DPMO (*Defect Per Million Opportunity*), DPO (*Defect per Opportunity*) serta sigma Level, data perhitungan terlihat pada Tabel 3, pada bulan Maret 2022 DPMO yang dihasil adalah 87.612,51, DPO sebesar 0,87% dengan level sigma 2,412%, pada bulan April DPMO yang dihasilkan adalah 64,596, DPO sebesar 0,06% dengan level sigma 2,43%..

Tools selanjutnya yang digunakan adalah *value steam mapping* menggunakan Microsoft Visio untuk melihat proses yang terjadi lebih detail lagi. pada Gambar 2. *Dari value stream mapping* proses yang dilalui dari supplier barubara datang kemudian sample masuk kedalam *inventory* dengan nama coal yard. Proses setelah *inventory* adalah sieving untuk menntukan ukuran batubara. Batubara yang tidak lolos pada proses *sieving* akan masuk kedalam process *crushing* sampai mendapat ukuran yang diinginkan.

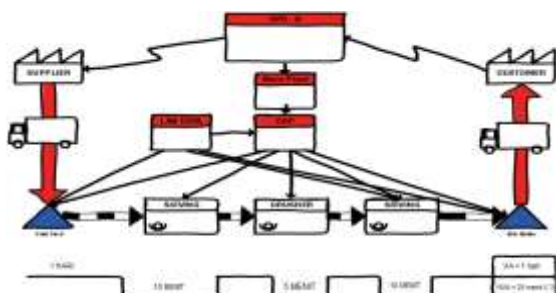
Tabel 3 Perhitungan defect, dpo, dpmo, sigma level

Parameter	Maret	April
Defect (%)	8,76%	6,46%
Defect (gr)	438,06	322,98
DPO	0,08	0,06
DPMO	87612,51	64597,02
Sigma Level	2,412	2,43

kemudian batubara akan melewati process *sieving* kedua untuk memastikan bahwa spesifikasi batubara yang masuk ke dalam boiler sesuai dengan spesifikasi umpan boiler.

Tabel 2 Data persentase *Particle Size Distribution BC-12B*

Tgl	Maret	Tgl	April
1	5,84%	1	3,11%
2	0,00%	2	2,18%
3	2,98%	3	0,00%
4	0,00%	4	3,69%
5	4,27%	5	1,87%
6	3,27%	6	1,80%
7	3,52%	7	5,81%
8	4,05%	8	7,48%
9	4,22%	9	0,47%
10	0,00%	10	0,00%
11	4,42%	11	2,18%
12	0,00%	12	4,39%
13	2,74%	13	4,93%
14	0,00%	14	5,40%
15	4,35%	15	4,78%
16	0,00%	16	2,61%
17	8,52%	17	2,72%
18	16,45%	18	0,80%
19	0,00%	19	2,06%
20	7,19%	20	0,00%
21	2,07%	21	1,72%
22	0,00%	22	3,02%
23	3,48%	23	1,39%
24	0,00%	24	7,44%
25	2,21%	25	1,74%
26	0,00%	26	6,17%
27	1,62%	27	1,11%
28	5,81%	28	3,81%
29	1,95%	29	1,24%
30	1,63%	30	0,88%
31	1,55%		-



Gambar 5. Value Steam Mapping

Pada proses VSM ini didapatkan nilai VA (*Value added*) selama 1 hari, dan NVA (*non value added*) selama 25 menit x 3 = 75 menit atau 1 jam 15 menit.

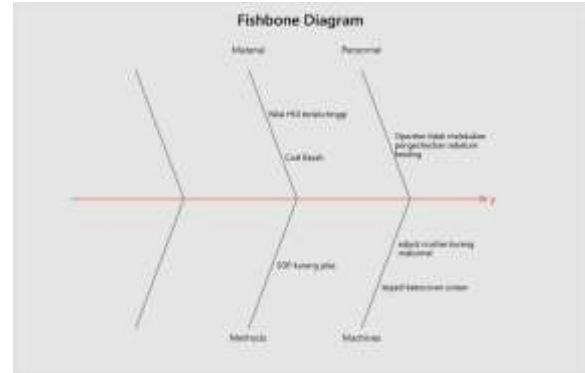
C. Tahapan *Analyze*

Pada tahap *analyze* ini menggunakan *Brainstorming* yang dilakukan dengan 5 orang anggota untuk memberikan ide permasalahan. Hasil *brainstorming* terlihat pada Tabel 4 tentang hasil *brainstorming* penyebab masalah pada penelitian ini.

Tabel 4 Hasil *Brainstorming* Penyebab Masalah

No	Penyumbang Ide	Ide Penyebab Masalah
1	Deni	<i>Adjust crusher</i> kurang maksimal
2	Hendra Cipta	Titik sampling kurang tepat
3	Bambang Purna	Operator Lapangan kurang tidak melakukan cleaning area sampling
4	Zaid Hafiz	<i>Vibrating screen</i> jebol
5	Ruth Dimitri	Jumlah sample yang diuji kurang mewakili seluruh material

Selanjutnya Penggunaan *Fishbone Diagram* adalah untuk melihat penyebab kecacatan yang menyebabkan ukuran dari batubara tersebut tidak sesuai spesifikasi yang diharapkan. Dari Gambar 6 penyebab dominan menggunakan aplikasi minitab dalam pembuatannya ditemukan penyebab masalah utama yaitu terjadi pada material karena memiliki 2 sub dan *machines* dengan memiliki 2 sub.



Gambar 6. *Fishbone diagram*

D. Tahap *Improve*

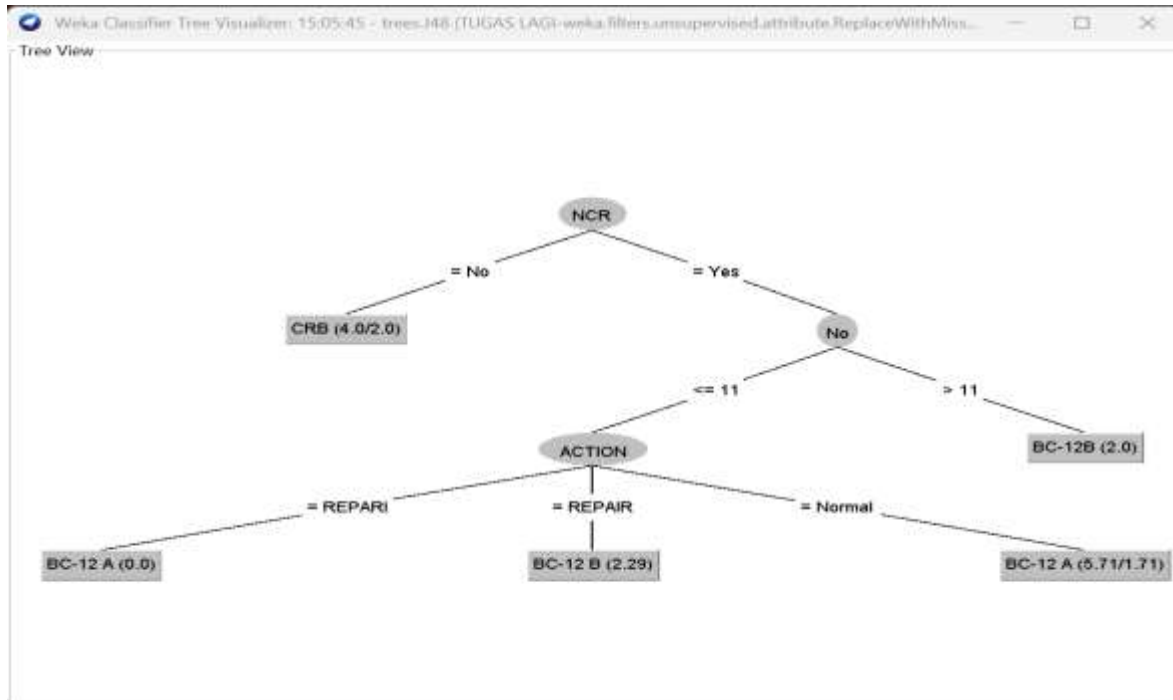
Tahap *Improve* menggunakan *decision tree* di weka yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam menentukan standar prosedur operasi yang tepat. Hasil dari analisa menggunakan aplikasi weka terlihat pada gambar 7 yaitu gambar *Decision Tree* dan perhitungan dari gain entropy pada table 5. Dari pertimbangan hasil tersebut terdapat perbaikan yang harus dilakukan yaitu pada outlet BC-12B.

E. Tahap Control

Pada tahap control dilakukan review *Standard Operation Procedure* secara berkala setiap 6 bulan sekali. Hal ini disebabkan karena kebutuhan *repair* lebih banyak dibandingkan keadaan normal.

5. KESIMPULAN

- Level sigma pada bulan april 2,412 pada bulan mei 2,43
- Pada *Decision tree* membantu perusahaan dalam perbaikan *Standard Operasional Procedure* secara berkala dan menunjukkan titik sampling yang harus menjadi perhatian lebih dalam meningkatkan kualitas batubara.



Gambar 7. Decision Tree menggunakan software weka

Dari hasil *decision tree* menggunakan weka BC-12B menjadi titik sampling yang harus diperhatikan karena kecenderungan untuk sering repair.

Tabel 5 Hasil Perhitungan *Entropy Gain*

No	Atributte		jumlah kasus	No	yes	Enthrophy	Gain
	total		14	4	10	0,863121	
							0,863121
SAMPLE	BC-12 B	0		1	3	0	
	BC-12 A	0		0	4	0	
	CRB	0		2	0	0	
URGENCY							0,863121
	HIGH	0		2	4	0	
	MEDIUM	0		1	3	0	
	SLOW	0		1	3	0	
ACTION							0,399533
	REPAIR	0		1	4	0	
	Normal	8		2	6	0,811278	
STATUS							0,014956
	FALSE	5		1	4	0,721928	
	TRUE	9		3	6	0,918296	

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi, D. A., Wei, Z., & Yongquan, Y. (2016). Automated web usage data mining and recommendation system using K-Nearest Neighbor (KNN) classification method. *Applied Computing and Informatics*, 12(1), 90–108.
<https://doi.org/10.1016/j.aci.2014.10.001>
- Daniyan, I., Adeodu, A., Mpfu, K., Maladzi, R., & Kana-Kana Katumba, M. G. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 8(3), e09043.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09043>
- Distribusi, T. D. A. N., & Syahputra, R. (2017). How to address the gray market threat using price coordination. *Long Range Planning*, 28(4), 131.
[https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)94318-s](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)94318-s)
- Fitriana, R., Saragih, J., & Sarasaty, S. (2014). IMPLEMENTATION SIX SIGMA AND DATA MINING TO IMPROVE DIE CASTING PRODUCTION PROCESS AT PT . AB Gain formula is: $n: Total\ partition\ attributes\ A$. 64–71.
- Fitriana, R., Sugiarto, D., Saragih, J., Bagio, A., & Industri, J. T. (2014). Rina Fitriana dkk, Aplikasi Six Sigma dan Data Mining Aplikasi Six Sigma Dan Data Mining Untuk Meningkatkan Kualitas Pada Industri Manufaktur. *Seminar Nasional Teknik Industri BKSTI, September 2018*.
- Hakim, M. L., Yuniarti, N., Sukir, S., & Damarwan, E. S. (2020). Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro. *Jurnal Edukasi Elektro*, 4(1), 75–81.
<https://doi.org/10.21831/jee.v4i1.32607>
- Jayasri, N. P., & Aruna, R. (2022). Big data analytics in health care by data mining and classification techniques. *ICT Express*, 8(2), 250–257.
<https://doi.org/10.1016/j.ict.2021.07.001>
- Kasih, P. (2019). Pemodelan Data Mining Decision Tree Dengan Classification Error Untuk Seleksi Calon Anggota Tim Paduan Suara. *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 1(2), 63–69.
<https://doi.org/10.37058/innovatics.v1i2.918>
- Kawani, G. P. (2019). Implementasi Naive Bayes. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 1(2), 73–81.
<https://doi.org/10.20895/inista.v1i2.73>
- Silva, J., Borré, J. R., Piñeres Castillo, A. P., Castro, L., & Varela, N. (2019). Integration of data mining classification techniques and ensemble learning for predicting the export potential of a company. *Procedia Computer Science*, 151(2018), 1194–1200.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.04.171>
- Skripsi- Debu batubara.* (n.d.).
- Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve the Quality of the Production Process: A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039>
- Takegon, D. I. I. (2013). *Optimalisasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*. 165–168.