

Analisis Ukuran Batubara Menggunakan Metode *Statistical Quality Control* di PT. Mifa Bersaudara

Gaustama Putra*¹, Rofi Rosalinda*²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
e-mail: *¹gaustamaputra@utu.ac.id, *²rofirosalinda@gmail.com

Abstrak

PT. Mifa Brothers berlokasi di Desa Peunaga Cut Ujong, Meureubo, Aceh Barat, Provinsi Aceh, yang bergerak di bidang penambangan batubara, yang memiliki 2 jenis ukuran, yaitu ukuran kecil (*finer coal* 50 mm) dan ukuran besar (*lumpy coal* 200 mm). Masalah yang terjadi di perusahaan ini adalah ukuran batubara sering tidak sesuai dengan permintaan pembeli, 2 jenis batubara sering dicampur, proses pengambilan sampel ukuran batubara masih dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu perlu dilakukan kontrol kualitas untuk menentukan batas kontrol ukuran batubara sehingga perusahaan dapat langsung memantau dari bagan kontrol perusahaan, sehingga dapat memudahkan perusahaan dalam meningkatkan proses yang melampaui batas kontrol statistik. Kontrol kualitas dapat dilakukan dengan menggunakan alat statistik untuk mengontrol proporsi kesalahan (*p-chart*) data harian/individu dari hasil pengambilan sampel ukuran batubara. Pada Januari 2019, 10 kapal dan 70 tongkang berjumlah total 550.000 mt, sehingga unit sampel yang diproduksi adalah 6860,1 peningkatan (20580,2 kg), data ketidaksesuaian ukuran batubara adalah 1.292 kg, dari perhitungan kontrol peta proporsi kesalahan yang diperoleh untuk P 6,11853, CL 6,1185, UCL 6,440771 dan LCL 5,796223. Dari hasil pengolahan data, perhitungan peta kontrol dari proporsi kesalahan ternyata bahwa pengamatan ke-5 dan ke-9 berada di luar batas kontrol statistik, perlu untuk merevisi hasil akhir dan diperoleh untuk P 4,782038, CL 4,782024, UCL 5,041432, LCL 4,522616.

Kata kunci - Kualitas, Kontrol Kualitas Statistik, Kontrol (*np-Chart*), Ukuran Batubara, Jenis Batubara

Abstract

PT. Mifa Brothers are located in Peunaga Cut Ujong Village, Meureubo, West Aceh, Aceh Province, which is engaged in coal mining, which has 2 types of size, namely small size (finer coal 50 mm) and large size (lumpy coal 200 mm). The problem that occurs in this company is that coal size is often not under buyer demand, 2 types of coal size are often mixed, the coal size sampling process is still done manually and takes a long time. Therefore it is necessary to do quality control to determine the coal size control limits so that the company can directly monitor from the company control chart, to facilitate the company in improving processes that go beyond the statistical control limits. Quality control can be carried out by using statistical tools to control the proportion of errors (p-chart) of daily/individual data from coal size sampling results. In January 2019, 10 ships and 70 barges totaling 550.000 mt, so the sample units produced were 6860,1 increases (20580.2 kg), coal size mismatch data were 12592 kg, from the map control calculation of the proportion of errors obtained for P 6,11853, CL 6,1185, UCL 6,440771 and LCL 5,796223. From the results of data processing, calculation of the control map from the proportion of errors turns out that the 5th and 9th observations are outside the limits of statistical control, it is necessary to revise the final results and obtained for P 4,782038, CL 4,782024, UCL 5,041432, LCL 4,522616.

Keywords - *Quality, Statistical Quality Control, Control (np-Chart), Coal Size, Coal Type*

1. PENDAHULUAN

PT. Mifa Bersaudara memiliki 2 tipe ukuran batubara yaitu ukuran kecil (*finer coal* 50 mm) dan ukuran besar (*lumpy coal* 200 mm). Untuk menentukan ukuran batubara dilakukan pada saat proses *crushing* batubara di *stockpile coal crusher plant*, dengan menerapkan sistem kontrol yang dikendalikan oleh *main controller* atau *supervisory computer*. Setelah melalui tahap *crushing* maka batubara akan dicurah melalui *conveyor* dan dipisah antara tumpukan *finer coal* dan *lumpy coal* kemudian di *loading* ke *truk* dan dikirim ke *hopper* untuk di *transfer* ke *stockpile port*.

Permasalahan yang terjadi ialah ketika batubara akan dimuat kedalam tongkang melalui *stockpile port* dengan bantuan alat berat *dozer* yang dikendalikan oleh operator untuk *dozing* batubara menuju *reclaim feeder belt conveyor* tidak sesuai dengan ukuran batubara yang seharusnya di muat, bahkan ukuran batubara juga sering tercampur antara *finer coal* dan *lumpy coal*, sehingga menimbulkan permasalahan dengan ketidaksesuaian ukuran batubara yang telah disepakati oleh pihak PT. Mifa Bersaudara dan pihak *buyer*. Kemudian dalam proses pengambilan sampel juga terdapat kendala dikarenakan masih menerapkan proses yang manual dengan menggunakan alat bantu *scoop* dalam keadaan *on transfer* batubara. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan informasi yang mengakibatkan semakin besar terjadinya kesalahan dalam memenuhi spesifikasi batubara yang di inginkan pembeli.

Permasalahan diatas dapat diselesaikan dengan cara pengambilan sampel secara rutin di area *belt conveyor* saat proses *barging*, data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan *statistical quality control*. *Statistical quality control* yang digunakan adalah *statistical process control* untuk data atribut dengan menggunakan peta kendali, salah satunya yang digunakan pada laporan ini yaitu peta kendali proporsi kesalahan (*p-chart*) model harian/individu yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan ketidaksesuaian ukuran batubara, karena fungsi dari *p-chart* model harian/individu yaitu untuk melihat apakah ketidaksesuaian/cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan untuk setiap kali melakukan observasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Langkah Penelitian

Dalam melakukan pengolahan data menggunakan alat bantu statistik yang terdapat pada SQC yaitu peta kendali (*p-chart*) model harian/individu. Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan pengambilan *sampling unit* batubara per tongkang

Pengambilan sampel dilakukan pada saat proses *barging* batubara menuju tongkang, data yang diperoleh kemudian dihitung menggunakan rumus ASTM (*American Society for Testing and Materials*) untuk mencari nilai *increment* batubara dan ketidaksesuaian ukuran batubara yang disajikan dalam bentuk tabel.

$$\text{Increment} = \sqrt{\frac{\text{Tonase}}{1000}} \times 35 \dots\dots\dots (1)$$

2. Mengumpulkan data menggunakan *check sheet*

Data yang diperoleh dari perusahaan setelah melakukan pengambilan sampel (*increment*), dan data ketidaksesuaian ukuran batubara kemudian disajikan dalam bentuk tabel secara rapi dan terstruktur dengan menggunakan *check sheet*. Hal ini dilakukan agar memudahkan dalam memahami data tersebut sehingga bisa dilakukan analisis lebih lanjut.

3. Membuat peta kendali p

- a. Untuk banyaknya sampel konstan

- Mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi:

$$P = \frac{X}{n} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- P = proporsi kesalahan
- X = banyaknya produk yang salah
- n = banyaknya sampel

- Garis pusat (center line) peta pengendali proporsi kesalahan ini adalah:

$$GP\ p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} - \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n.g} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

- \bar{p} = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan
- p_i = proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi
- n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi
- g = banyaknya observasi yang dilakukan

- Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB):

$$BPA\ p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (4)$$

$$BPB\ p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (5)$$

Apabila banyaknya sampel atau sub kelompok yang diambil setiap kali observasi sama, maka dapat digunakan pula peta pengendali banyaknya kesalahan (*np-chart*).

$$GP\ np = n\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^g x_i}{g}} \dots\dots\dots (6)$$

dimana:

- np = garis pusat untuk peta pengendali banyaknya kesalahan
- x_i = banyaknya kesalahan dalam setiap sampel atau dalam setiap kali observasi
- g = banyaknya observasi yang dilakukan

- Standar deviasi untuk peta pengendali banyaknya kesalahan (*np-chart*) tersebut adalah:

$$\sigma_{np} = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \dots\dots\dots (7)$$

$$BPA\ np = n\bar{p} + 3\sqrt{(n\bar{p}(1-\bar{p}))} \dots\dots\dots (8)$$

$$BPB\ np = n\bar{p} - 3\sqrt{(n\bar{p}(1-\bar{p}))} \dots\dots\dots (9)$$

b. Banyaknya sampel bervariasi

Peta pengendali proporsi kesalahan tersebut mempunyai tiga pilihan model [1]:

- Menggunakan peta pengendali model harian/individu:
 Penentuan garis pusat, batas pengendali bawah dan batas pengendali atasnya adalah:

$$(GP) p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{\sum_{\text{sampel}}} \dots\dots\dots (10)$$

$$BPA p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \dots\dots\dots (11)$$

$$BPB p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}} \dots\dots\dots (12)$$

dimana:

p_i = proporsi kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi

x_i = banyaknya kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi

n_i = banyaknya sampel diambil pada setiap kali observasi yang selalu bervariasi

g = banyaknya observasi

- Menggunakan peta pengendali model rata-rata

$$(GP) p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{\sum_{\text{sampel}}} \dots\dots\dots (13)$$

$$BPA p = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (14)$$

$$BPB p = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \dots\dots\dots (15)$$

2.2. Data *Shipment* Batubara

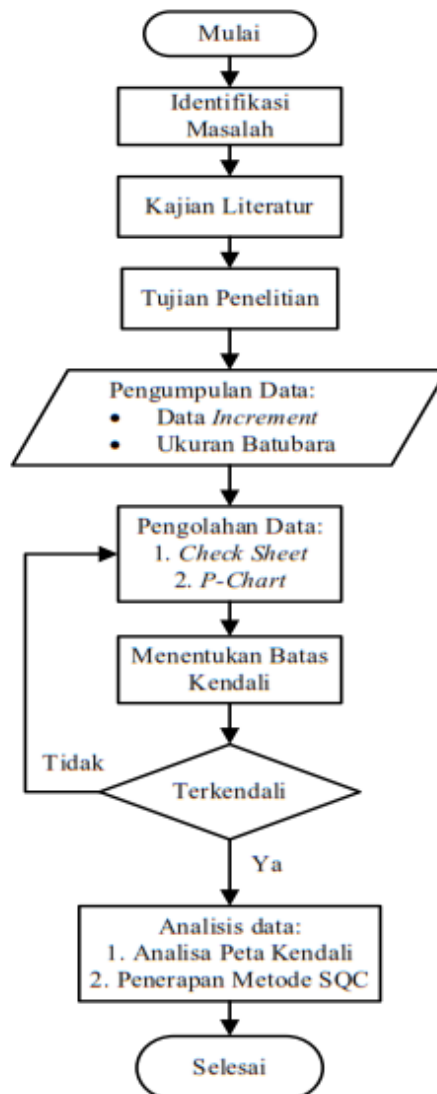
Data *shipment* batubara merupakan data pengkapalan batubara yang terjadi pada periode Januari 2019 terdapat 2 *buyer* yang melakukan transaksi di *port area*, yang berasal dari India dan juga China.

Tabel 1. Data *Shipment* Januari 2019 PT. Mifa Bersaudara

No.	<i>Buyer</i>	<i>Vessel/ Barge</i>	<i>Quantity</i>	<i>Laycan Date/ Loading Date</i>	<i>Shipping Term</i>	<i>Destination</i>	<i>Coal Size</i>	<i>Remarks</i>
1	IMR Metallurgical Resources	MV TBN	55.000	01 - 07 Jan	FOB Vessel	India	<i>Fines</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
2	Swiss Singapore Overseas Pte Ltd	MV Glovis Madrid	55.000	02 - 08 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
3	Agarwal Coal Corporation Pvt Ltd	MV TBN	55.000	09 - 15 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
4	Leyland International Pte Ltd	MV TBN	55.000	11 - 17 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
5	China Bai Gui International Trade Limited-	MV TBN	55.000	13 - 19 Jan	FOB Vessel	China	<i>Fines</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
6	Adani Global FZE-	MV TBN	55.000	12 - 18 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
7	Agarwal Coal Corporation Pvt Ltd	MV TBN	55.000	15 - 21 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>
8	HMS Bergbau Singapore Pte Ltd-	MV TBN	55.000	18 - 24 Jan	FOB Vessel	India	<i>Lumpy</i>	<i>Laycan Confirmed</i>

Tabel 1. Data *Shipment* Januari 2019 PT. Mifa Bersaudara (Lanjutan)

No.	Buyer	Vessel/ Barge	Quantity	Laycan Date/ Loading Date	Shipping Term	Destinat ion	Coal Size	Remarks
9	Swiss Singapore Overseas Pte Ltd	MV TBN	55.000	20 - 26 Jan	FOB Vessel	India	Lumpy	Laycan Confirmed
10	Agarwal Coal Corporation Pvt Ltd	MV TBN	55.000	25 - 31 Jan	FOB Vessel	India	Lumpy	Laycan Confirmed
	Total		550.000					



Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengambilan *Sampling*

Data hasil pengambilan unit sampel batubara (*increment*) dan jumlah ketidaksesuaian ukuran batubara pada saat proses barging batubara menuju tongkang periode Januari 2019. Dengan menggunakan Persamaan (1), didapat total keseluruhan untuk setiap *vessel*. Data lengkap Tabel 2.

Tabel 2. Data Jumlah Ketidaksesuaian Ukuran Batubara Pada 10 *Vessel* Bulan Januari 2019

<i>Vessel</i>	<i>Quantity</i>	<i>Increment</i>	Ukuran sampel	Jumlah ketidaksesuaian ukuran (kg)	Proporsi ketidaksesuaian ukuran	<i>coal size</i>
1	55.000	686,0	2058,0	1211	58,84354	<i>finest coal</i>
2	55.000	686,6	2059,7	1200	58,26091	<i>lumpy coal</i>
3	55.000	685,9	2057,6	1241	60,31299	<i>lumpy coal</i>
4	55.000	685,9	2057,7	1267	61,5736	<i>lumpy coal</i>
5	55.000	686,2	2058,6	1410	68,49315	<i>finest coal</i>
6	55.000	685,7	2057,1	1237	60,1332	<i>lumpy coal</i>
7	55.000	686,3	2058,9	1241	60,2749	<i>lumpy coal</i>
8	55.000	685,9	2057,7	1220	59,2895	<i>lumpy coal</i>
9	55.000	685,5	2056,6	1340	65,15608	<i>lumpy coal</i>
10	55.000	686,1	2058,3	1225	59,51513	<i>lumpy coal</i>
Σ	550.000	6860,1	20580,2	12592	611,853	

3.2. *Check Sheet*

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di *port area*, jumlah ketidaksesuaian ukuran batubara pada semua tipe dengan menggunakan alat bantu *check sheet* rata-rata berjumlah 12592 kg. Rata-rata persentase jumlah ketidaksesuaian ukuran batubara sebesar 611,853%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat ketidaksesuaian ukuran batubara dalam setiap *vessel* masih cukup tinggi.

Tabel 3. *Check Sheet* Ketidaksesuaian Ukuran Batubara

Observasi	Ukuran sampel	jumlah ketidaksesuaian ukuran (kg)	Proporsi ketidaksesuaian ukuran	<i>coal size</i>
1	2058,0	1211	58,84354	<i>finest coal</i>
2	2059,7	1200	58,26091	<i>lumpy coal</i>
3	2057,6	1241	60,31299	<i>lumpy coal</i>
4	2057,7	1267	61,5736	<i>lumpy coal</i>
5	2058,6	1410	68,49315	<i>finest coal</i>
6	2057,1	1237	60,1332	<i>lumpy coal</i>
7	2058,9	1241	60,2749	<i>lumpy coal</i>
8	2057,7	1220	59,2895	<i>lumpy coal</i>
9	2056,6	1340	65,15608	<i>lumpy coal</i>
10	2058,3	1225	59,51513	<i>lumpy coal</i>
Σ	20580,2	12592	611,853	

3.3. Peta Kendali

Peta kendali (*p-chart*) memiliki manfaat untuk membantu pengendalian kualitas produk serta dapat memberikan informasi mengenai kapan dan dimana perusahaan harus melakukan perbaikan kualitas. Menggunakan persamaan (3) sd (5) diperoleh:

$$GP_p = \frac{12592}{20580,2} = 0,61185$$

$$BPA_p = 0,61185 + 3 \sqrt{\frac{0,61185(1-0,61185)}{2058,0}}$$

$$= 0,61185 + 3 \sqrt{0,00012}$$

$$= 0,644077$$

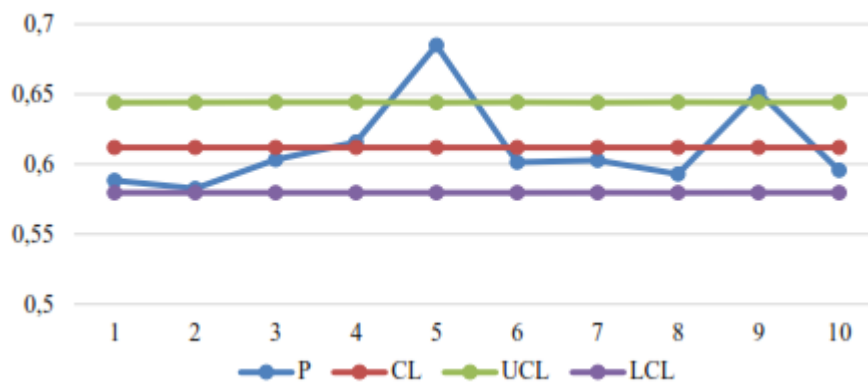
$$BPB_p = 0,61185 - 3 \sqrt{\frac{0,61185(1-0,61185)}{2058,0}}$$

$$= 0,61185 - 3 \sqrt{0,00012}$$

$$= 0,579623$$

Tabel 4. Ketidaksesuaian Ukuran Batubara

Observasi	Ukuran sampel	Jumlah ketidaksesuaian ukuran (kg)	<i>P</i>	CL	UCL	LCL
1	2058,0	1211	0,588435	0,61185	0,644077	0,579623
2	2059,7	1200	0,582609	0,61185	0,644064	0,579623
3	2057,6	1241	0,60313	0,61185	0,64408	0,579623
4	2057,7	1267	0,615736	0,61185	0,64408	0,579621
5	2058,6	1410	0,684932	0,61185	0,644073	0,579628
6	2057,1	1237	0,601332	0,61185	0,644084	0,579616
7	2058,9	1241	0,602749	0,61185	0,64407	0,57963
8	2057,7	1220	0,592895	0,61185	0,64408	0,579621
9	2056,6	1340	0,651561	0,61185	0,644088	0,579612
10	2058,3	1225	0,595151	0,61185	0,644075	0,579626
Σ	20580,2	12592	6,11853	6,1185	6,440771	5,796223



Gambar 2. Peta Kendali Ketidaksesuaian Ukuran Batubara

Pencarian dilakukan hingga observasi terakhir agar diperoleh batas pengendali atas dan batas pengendali bawah seperti pada Tabel 4. Dari data dan Gambar 2 tampak bahwa pada

sampel ke-5 dan ke-9 berada diluar batas pengendali dan harus direvisi:

$$GP_p = \frac{12592 - 1410 - 1340}{20580,2 - 2058,6 - 2056,6} = 0,597753$$

$$BPA_p = 0,597753 + 3 \sqrt{\frac{0,597753(1 - 0,597753)}{2058,0}}$$

$$= 0,597753 + 3 \sqrt{0,000117}$$

$$= 0,63018$$

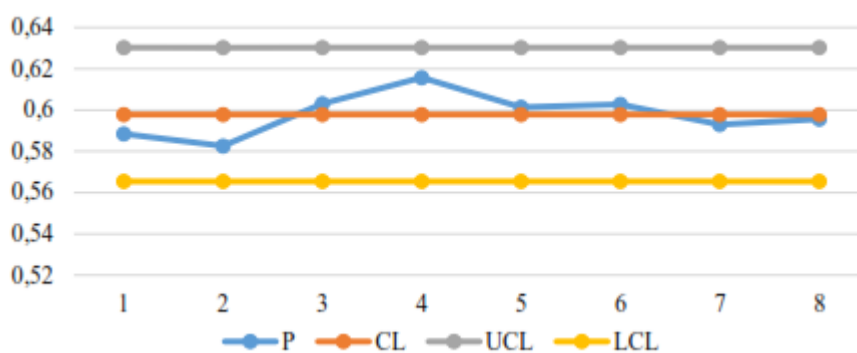
$$BPB_p = 0,597753 - 3 \sqrt{\frac{0,597753(1 - 0,597753)}{2058,0}}$$

$$= 0,597753 - 3 \sqrt{0,000117}$$

$$= 0,565326$$

Tabel 5. Peta Kendali Ketidaksesuaian Ukuran Batubara (Setelah Revisi)

Observasi	Ukuran sampel	Jumlah ketidaksesuaian ukuran (kg)	<i>P</i>	CL	UCL	LCL
1	2058	1211	0,588435	0,597753	0,63018	0,565326
2	2059,7	1200	0,582609	0,597753	0,630167	0,565339
3	2057,6	1241	0,60313	0,597753	0,630183	0,565323
4	2057,7	1267	0,615736	0,597753	0,630182	0,565324
5	2057,1	1237	0,601332	0,597753	0,630187	0,565319
6	2058,9	1241	0,602749	0,597753	0,630173	0,565333
7	2057,7	1220	0,592895	0,597753	0,630182	0,565324
8	2058,3	1225	0,595151	0,597753	0,630178	0,565328
Σ	16465	9842	4,782038	4,782024	5,041432	4,522616



Gambar 3. Peta Kendali Ketidaksesuaian Ukuran Batubara Setelah Revisi

Setelah dilakukan revisi terhadap sampel yang berada diluar batas kendali, maka dapat dilihat dari Tabel 5 dan Gambar 3 tampak bahwa seluruh sampel telah berada dalam batas pengendali (*in statistical control*) sehingga tidak perlu diadakan revisi kembali

4. KESIMPULAN

Pelaksanaan pengendalian kualitas untuk ukuran batubara di PT. Mifa Bersaudara telah terlaksana dengan cukup baik, namun kurang efisien karena belum diterapkan pengambilan sampel secara otomatis, sehingga masih membutuhkan tenaga kerja untuk melakukan pengambilan sampel secara manual menggunakan mesin *mechanical sampling* dan alat bantu *scoop* dalam keadaan *on transfer* batubara. Pada periode Januari 2019 terdapat 10 *vessel* dan 70 tongkang yang berhasil bersandar di pelabuhan muat dengan kuantitas 550.000 mt, sehingga *sampling unit* yang di hasilkan sebanyak 6860,1 *increment* (20580,2 kg). Jumlah ketidaksesuaian ukuran batubara sebanyak 12592 kg. Dari hasil perhitungan peta kendali proporsi kesalahan didapatkan hasil untuk P 6,11853 CL 6,1185, UCL 6,440771, dan LCL 5,796223. Dari hasil yang didapatkan ternyata observasi ke-5 dan ke-9 berada diluar batas kendali statistik sehingga perlu dilakukan revisi yang hasil akhirnya didapatkan nilai untuk P 4,782038, CL 4,782024, UCL 5,041432, LCL 4,522616 data telah berada didalam batas kontrol statistik dan tidak perlu dilakukan revisi ulang.

5. SARAN

Sebaiknya ditambahkan pengawas dalam pelaksanaan *coal transfer* di *area port* agar pekerja alat berat dapat dikontrol dengan lebih teliti dalam kegiatan *dozing* batubara menuju *reclaim feeder* sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya ukuran batubara yang tercampur. Sebaiknya pada proses pengambilan sampel batubara di *area ship loader* diterapkan secara otomatis agar tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pengambilan sampel batubara, dan mempercepat waktu dalam memberikan informasi pada pihak *captain of coal cargo superintending* yang bertugas mengesahkan proses jual beli batubara serta membuat sertifikat kualitas, kuantitas, dan *coal size* batubara yang akan di ekspor dari indonesia, sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan sangat sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mitra, A., 2016, *Fundamentals of quality control and improvement*. John Wiley & Sons, New York.
- [2] Bakhtiar, S., Tahir, S., Hasni, R.A., 2013, Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC), *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, vol 2 no 1 hal 29-36.
- [3] Heizer, J., Render, B., 2013, *Pengendalian Kualitas, Tujuan Pengendalian Kualitas*, Salemba Empat, Jakarta.
- [4] Irwan, I., Haryono, D., 2015, *Pengendalian Kualitas Statistik*, Alfabeta, Bandung.
- [5] Ishikawa, K., 1988, *Teknik Penuntun Pengendalian Mutu*, MSP, Jakarta.