

ANALISIS KUALITAS KEHALUSAN SEMEN PPC 40 KG MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL

QUALITY ANALYSIS OF PPC CEMENT 40 KG FINENESS USING STATISTICAL QUALITY CONTROL METHO

Debrina Puspita Andriani¹, Ishardita Pambudi Tama², Dwi Hadi Sulistyarini³,
Fachrezy Pangestu Widi⁴

^{1,2,3,4}Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono No. 167, Malang (65145) –
Indonesia

Telp./Fax: (0341) +62341 587710, 587711 psw. 1283/ +62341 551430

E-mail: debrina@ub.ac.id

Abstract

Kehalusan semen merupakan syarat mutu fisika utama yang harus dipenuhi untuk mencapai kualitas semen PPC 40 Kg yang diinginkan. Syarat ini akan mempengaruhi kekuatan tekan dari semen yang dihasilkan dan harus memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk semen PPC 40 Kg melalui pengendalian kualitas menggunakan metode statistical quality control. Data kehalusan semen PPC 40 Kg diambil sebanyak 31 observasi dan setiap observasi terdapat 12 data yang diambil setiap 2 jam sekali tiap harinya. Pada peta kendali rata-rata (\bar{x}) diketahui nilai garis tengah, batas kendali atas, dan batas kendali bawah berturut-turut adalah 403.408; 420.74; dan 386.077. Berdasarkan hasil tersebut terdapat 1 data yang berada di luar batas kendali. Sedangkan pada peta kendali standar deviasi diketahui nilai garis tengah, batas kendali atas, dan batas kendali bawah berturut-turut adalah 19.561; 32.198; dan 6.925. Pada peta ini juga masih terdapat satu data yang berada di luar batas kendali yang menunjukkan produksi semen belum cukup stabil, meskipun telah memenuhi SNI. Tahap selanjutnya dilakukan analisis akar dari penyebab masalah dengan menggunakan fishbone diagram, meliputi faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan untuk merumuskan usulan perbaikan yang diharapkan dapat mengurangi variabilitas dari produk semen PPC 40 Kg dan meningkatkan kualitas produk semen PPC 40 Kg.

Keywords: control chart; fishbone diagram; kehalusan semen; quality; statistical quality control.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman, Semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) 40 ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang pesat. Perusahaan manufaktur kini mulai banyak berkembang di Indonesia. Kondisi tersebut menuntut perusahaan pada sektor manufaktur harus meningkatkan kualitas produk untuk bersaing di pasaran karena persaingan semakin ketat. Agar dapat menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, maka perusahaan harus selalu mengontrol dan memperbaiki dari berbagai macam sektor, salah satunya adalah pengendalian kualitas.

Perusahaan pada penelitian ini merupakan salah satu perusahaan BUMN yang bergerak pada proses pembuatan semen. Ada 12 jenis semen yang diproduksi

oleh perusahaan ini, salah satunya adalah Semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*) 40 Kg. Semen PPC sering digunakan untuk pembangunan konstruksi yang memerlukan ketahanan yang tinggi seperti jembatan, jalan raya, perumahan, beton massa, dan bendungan. Oleh karena itu, semen PPC ini memerlukan standar kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis semen yang lainnya dan menjadi objek pada penelitian ini (Gambar 1).

Semen PPC memiliki standar tersendiri yang berbeda dengan semen OPC atau semen biasa yaitu SNI:15:0302:2004 yang berisi mengenai standar semen Portland Pozzolan. Standar yang akan diamati adalah syarat mutu fisika yaitu kehalusan semen (*blaine*). Kehalusan semen merupakan syarat



Gambar 1. Semen PPC 40 Kg

mutu fisika utama yang harus dipenuhi untuk mencapai kualitas yang diinginkan. Syarat ini akan mempengaruhi kekuatan tekan dari semen yang akan dihasilkan. Karena semen PPC sering digunakan untuk konstruksi-konstruksi besar dan memiliki standar yang lebih tinggi, maka syarat ini harus dipenuhi agar mencapai kualitas yang diinginkan. Parameter uji untuk semen Portland pozzolan menurut SNI jika dilihat dari kehalusan semen adalah minimal $280 \text{ m}^2/\text{Kg}$. Oleh karena itu, untuk dapat menjaga kualitas semen PPC 40 Kg maka diperlukan suatu pengendalian kualitas yang diharapkan dapat mengurangi produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada dan juga menekan biaya kualitas.

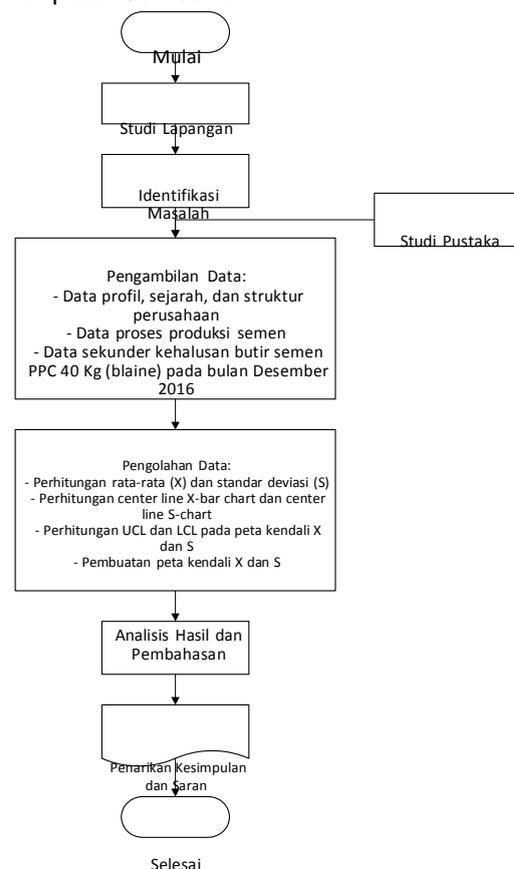
Pengendalian kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, dimana dilakukan pengukuran karakteristik kualitas dari output kemudian membandingkan hasil spesifikasi output yang diinginkan pelanggan/konsumen, sehingga dapat menghasilkan produk berkualitas [1]. Produk yang berkualitas sendiri adalah produk yang sesuai dengan apa yang diinginkan oleh konsumen [2]. Dengan memperhatikan dan mempertahankan pengendalian kualitas yang baik maka perusahaan akan lebih mudah dalam mengontrol penyimpangan yang terjadi dan juga akan lebih mudah untuk memperbaiki sistem produksi yang menyimpang tersebut [3].

Pada penelitian ini dilakukan pengendalian kualitas statistik/*statistical quality control* sebagai metode analisis. Untuk melakukan pengendalian kualitas dibutuhkan *tools* yang bisa digunakan untuk mempermudah proses pengendalian kualitas, diantaranya adalah *seven tools* [3]. Jenis *seven tools* yang digunakan pada penelitian ini

adalah peta kendali (*control chart*) dan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini termasuk pada jenis penelitian deskriptif, yaitu penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri dengan membuat perbandingan atau menggabungkan antar variabel [4]. Pengumpulan data kehalusan semen PPC 40 Kg diperoleh dari arsip perusahaan dilakukan oleh Departemen *Quality, Safety, Healthy, and Environment*. Pengumpulan data dilakukan untuk dapat mengetahui kehalusan semen yang diproduksi setiap 2 jam sekali. Data yang diambil sebanyak 31 observasi selama bulan Desember 2016. Penelitian ini menggunakan 3 metode dalam pengumpulan data, yaitu observasi, wawancara atau dialog, dan dokumentasi. Untuk diagram alir mengenai metode yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Proses Produksi Semen

Proses produksi untuk produk semen terdiri dari penambangan bahan baku yang berada pada area tambang milik perusahaan, lalu kedatangan bahan baku pada pabrik, melakukan proses produksi semen, *packing*, dan distribusi ke ekspor, distributor, maupun gudang penyangga (Gambar 3). Pada dasarnya proses pembuatan semen melalui lima tahapan, yaitu proses penyediaan bahan baku, penggilingan bahan mentah, pembakaran, penggilingan akhir, dan pengantongan atau pengemasan.

Proses penyediaan bahan baku didapatkan melalui proses penambangan yang terdiri dari 3 tahapan, yaitu pembersihan dan pengupasan tanah penutup, pengeboran dan peledakan, dan pemuatan dan pengangkutan. Sedangkan bahan baku pembuatan semen, yaitu terdiri dari batu kapur (*limestone*), tanah liat (*clay*), pasir besi (Fe_2O_3), dan pasir silika (SiO_2) yang secara berturut-turut masing-masing dibutuhkan sebanyak $\pm 82\%$, $\pm 13.5\%$, $\pm 1.5\%$, $\pm 3\%$.

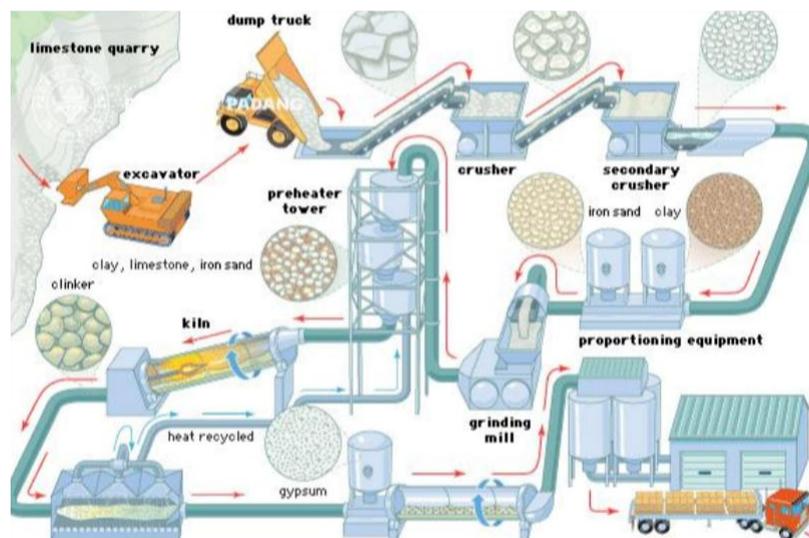
Pada tahap kedua, penggilingan bahan mentah, bahan baku utama semen yaitu batu kapur dan tanah liat akan dihancurkan untuk memperkecil ukuran agar mudah dalam proses penggilingan. Alat untuk menghancurkan bahan baku tersebut dinamakan *Crusher*. Bahan baku yang telah halus di angkut ke tempat penyimpanan (*Limestone Storage* dan *Clay Storage*) dan dicampurkan dengan pasir

Silika dan Pasir Besi untuk dijadikan *Raw Meal*. *Raw Meal* ini yang akan di giling di dalam *Raw Mill/Grinding Mill* setelah mengalami proses pengeringan dan hasilnya disimpan ke dalam *Raw Material Storage Silo*.

Pada tahap pembakaran terdapat 3 tahapan proses utama. Proses tersebut yaitu proses pembakaran awal (*pre heater*), proses pembakaran akhir (*rotary kiln*), dan proses pendinginan (*clinker cooler*). Pada proses pembakaran akhir (*rotary kiln*), pemanasan dilakukan dengan menggunakan batu bara dengan suhu antara 800°C - 1200°C untuk mendapatkan *clinker*.

Langkah akhir pada pembuatan semen adalah proses penggilingan campuran *clinker* dan bahan tambahan tertentu (Gypsum yang berfungsi agar waktu pengerasan semen saat dicampur air tidak terlalu cepat atau bahan-bahan lain tergantung jenis semen). Dasar proses penggilingan adalah untuk mendapatkan material halus yang memiliki luas permukaan cukup besar guna memenuhi karakteristik semen ketika dipergunakan. Penggilingan ini dilakukan pada *Cement/Finish Mill*.

Tahap pengantongan semen dimulai dari silo penyimpanan semen yang berkapasitas 20.000 ton. Alur proses pengantongan semen dimulai dari semen yang disalurkan oleh *belt conveyor* yang kemudian diangkut oleh *bucket elevator*. Dari *bucket elevator* material semen dilewatkan ke *vibrating screen* untuk memisah-



Gambar 3. Proses Produksi Semen

kan semen dengan pengotor selain semen. Setelah diayak semen berukuran 170 mesh masuk ke dalam *bin cement*. Untuk semen curah masuk ke dalam *bin cement* curah kemudian diangkut dengan menggunakan *bulk truck* untuk didistribusikan. Sedangkan untuk semen yang dikemas dalam kantong, setelah melewati *bin cement* akan dibawa ke *bin roto packer* yang didalamnya dilengkapi dengan *spot tube* yaitu semacam suntikan untuk memasukkan semen ke dalam kantong semen.

Pengendalian Kualitas

Pengertian pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan [5]. Pengendalian kualitas secara statistik (*Statistical Quality*

Control) merupakan suatu sistem untuk

menjaga standar dari kualitas hasil produksi

pada tingkat biaya minimum yang didesain untuk mengevaluasi kualitas ditinjau dari

kesesuaian dengan spesifikasinya [6].

Statistical Quality Control

Pengendalian kualitas proses statistik (*Statistical Process Control*) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola dan memperbaiki proses menggunakan metode-metode statistik agar dapat membuat produk sesuai dengan spesifikasi sejak dari awal proses hingga akhir proses. Sasaran pengendalian proses statistik

terutama adalah mengadakan pengurangan terhadap variasi atau kesalahan-kesalahan proses [7].

Variasi dapat terbagi menjadi dua macam, yaitu *natural (common) variation* dan *assignable (special) variation* [8]. *Natural variation* adalah variasi yang mempengaruhi tiap-tiap proses produksi sampai ke tingkat tertentu dan dapat diperkirakan (penyebab umum). Sedangkan *assignable variation* adalah variasi yang terjadi di dalam proses produksi dan dapat ditelusuri sampai ke penyebab spesifiknya.

Peta Kendali Rata-Rata dan Standar Deviasi (X-S)

Kedua peta ini adalah peta yang menunjukkan perubahan dalam nilai rata-rata (\bar{x}) dan standar deviasi (S). Simbol S pada S chart menandai sigma (σ) atau *Standar Deviation Chart*. S Chart digunakan untuk mendeteksi apakah karakteristik proses stabil. Oleh karena itu, S Chart biasa di plot bersama dengan X-Bar Chart sehingga memberi gambaran mengenai variasi proses lebih baik. Adapun pembuatan peta kendali X-S melalui 2 tahap pehitungan yaitu penentuan batas kendali untuk peta kendali S dan batas pengendali X-bar, berikut merupakan tahapan dalam mengerjakan.

Persamaan 1 sampai dengan 4 merupakan perhitungan untuk menentukan garis pusat untuk *mean* dan *standard deviation*.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \tag{1}$$

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \tag{2}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{3}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{4}$$

- Dimana: \bar{x} = Rata-rata
- \bar{x}_i = Rata-rata tiap sampel
- m = banyaknya sampel
- n = banyaknya subsampel
- \bar{s} = rata-rata standar deviasi
- s = standar deviasi

Untuk menghitung batas pengendali atas/*upper center limit* (UCL) pada peta kendali rata-rata digunakan Persamaan 5 dan batas pengendali bawah/*lower center limit* (LCL) digunakan Persamaan 6. Sedangkan pada peta kendali standar deviasi, batas kendali atas/*upper center limit* (UCL) dapat dilihat pada persamaan 7 dan batas kendali bawah/*lower center limit* (LCL) pada Persamaan 8.

$$UCL = \bar{x} + \bar{s} \cdot A_2 \tag{5}$$

$$LCL = \bar{x} - \bar{s} \cdot A_2 \tag{6}$$

$$UCL = \bar{s} \cdot B_3 \tag{7}$$

$$LCL = \bar{s} \cdot B_1 \tag{8}$$

Dimana:

UCL = batas kendali atas

LCL = batas kendali bawah

\bar{X} = Rata-rata

σ = rata-rata standar deviasi

B_4 = Nilai konstanta B4 untuk peta kendali S

B_3 = Nilai konstanta B3 untuk peta kendali S

A_3 = Nilai konstanta A_3 untuk peta kendali X

Diagram Sebab Akibat (Fishbone Diagram)

Fishbone diagram merupakan satu-satunya alat bantu yang menggunakan data variabel (*non-numerical*) atau data kualitatif

dalam penyajiannya. Alat bantu ini menggambarkan tentang suatu kondisi yang dipengaruhi oleh bermacam-macam penyebab yang saling berhubungan. Berbeda dengan alat bantu lainnya, karena penggunaanya akan lebih efektif bila dilakukan dalam kelompok. Sehingga alat bantu ini seringkali identik dengan kegiatan kelompok disamping itu, manfaat optimum diperoleh bila diagram fishbone mampu menampilkan akar-akar penyebab sesungguhnya dari suatu penyimpangan [9].

Tabel 1. Rekap Data Pengukuran Kehalusan Semen PPC 40 Kg Pada Bulan Desember 2016

Tanggal	Blaine PPC											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	394	396	454	414	416	376	406	405	391	385	401	379
2	453	435	392	392	388	362	387	415	377	451	448	438
3	435	397	388	378	394	400	373	401	409	380	397	383
4	399	407	396	361	405	403	430	403	383	406	404	384
5	386	396	392	400	416	401	407	387	394	421	386	387
6	454	422	395	427	394	370	387	393	372	416	379	403
7	382	396	389	381	391	398	404	398	394	388	386	400
8	435	392	376	382	423	413	402	401	385	410	378	376
9	400	372	367	396	413	398	430	407	399	413	420	400
10	390	397	425	390	425	413	404	388	411	403	403	446
11	392	406	413	411	408	406	387	385	392	428	417	399
12	404	400	430	400	399	389	371	386	418	390	378	373
13	400	422	406	407	418	353	416	436	367	375	364	361
14	392	396	403	406	419	409	397	395	393	413	372	404
15	380	403	403	385	392	401	437	439	391	398	415	416
16	388	391	434	371	393	449	422	397	391	400	367	376
17	390	409	405	402	410	375	398	398	396	407	376	441
18	405	406	412	407	447	443	409	416	393	393	388	388
19	395	394	387	410	377	401	391	423	397	399	393	401
20	-	384	374	417	410	402	390	382	466	444	454	411
21	447	401	396	399	397	392	401	381	405	394	371	394
22	400	401	403	394	393	398	418	434	391	400	401	405
23	392	385	382	407	413	433	429	444	387	412	419	426
24	434	395	414	392	406	-	445	365	380	393	428	368
25	402	394	415	397	405	421	386	383	383	389	369	385
26	445	396	377	439	393	392	388	391	379	423	451	448
27	376	403	448	388	395	388	356	390	417	397	373	417
28	422	392	430	414	-	447	399	387	399	386	394	424
29	346	388	400	431	441	445	420	421	442	445	433	432
30	397	423	426	429	409	412	429	440	420	381	392	421
31	444	438	432	417	435	431	443	437	444	440	402	394

HASIL DAN PEMBAHASAN

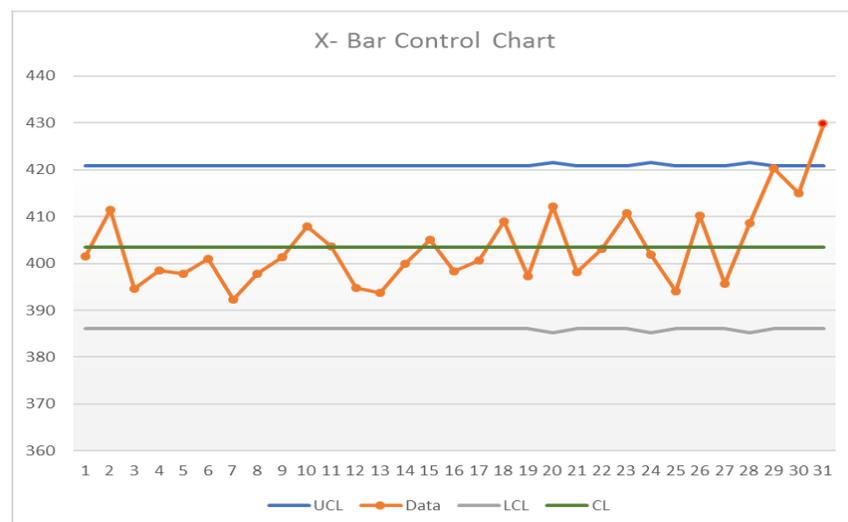
Analisa pengendalian kualitas yang dilakukan pada penelitian ini adalah mulai dari pengolahan data kehalusan semen PPC 40 Kg, menentukan nilai garis tengah (CL), batas kendali atas, (UCL), dan batas kendali bawah (LCL), baik pada peta kendali rata-rata (\bar{x}) maupun peta kendali standar deviasi (s) untuk mengetahui seberapa banyak data pada produk semen PPC 40 Kg yang sudah dalam batas kendali. Selanjutnya dilakukan analisis penyebab kehalusan semen PPC 40 Kg yang tidak sesuai dengan spesifikasi dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*). Tabel 1 menjelaskan data pengukuran kehalusan (*blaine*) semen PPC 40 Kg yang dikumpulkan selama penelitian dilakukan.

Analisis dengan Peta Kendali Rata-Rata (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

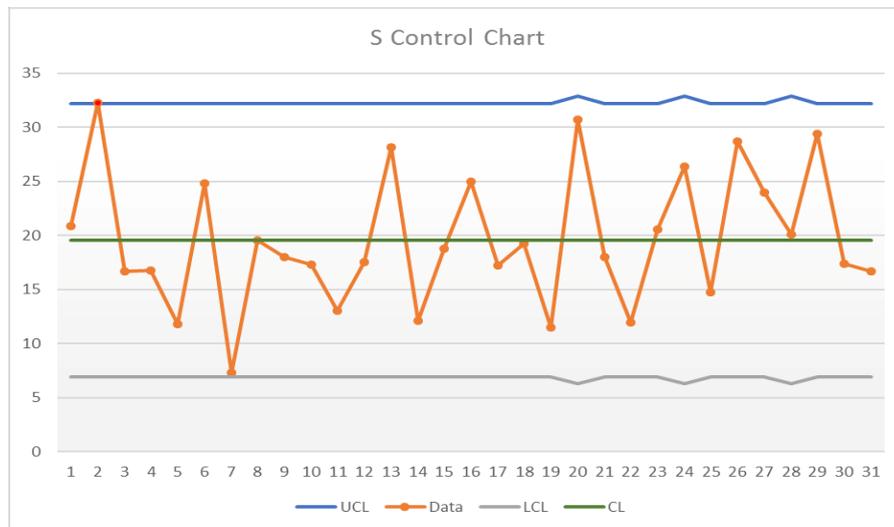
Dalam analisis pengendalian kualitas pada produk Semen PPC 40 Kg akan digunakan peta kendali \bar{X} - Bar dan S , karena karakteristik data yaitu variabel, dan juga ingin mengetahui apakah rata-rata produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditentukan, serta memantau tingkat kepresisian yang di ukur dengan menghitung standar deviasi dari sampel yang diambil.

Data yang dikumpulkan selanjutnya diolah menggunakan Peta Kendali Rata-rata (\bar{X}) dan Peta Kendali standar deviasi (S). Menggunakan peta kontrol tersebut dikarenakan jumlah subgroup lebih dari 10 yaitu terdapat 12 subgroup yang diambil setiap 2 jam tiap harinya. Batas yang ditetapkan dari SNI (Standar Nasional Indonesia) mengenai tingkat kehalusan semen (*blaine*) pada produk semen PPC 40 Kg adalah sebesar $280 \text{ m}^2/\text{kg}$. Berikut merupakan perhitungan Peta Kendali \bar{X} dan S di bulan Desember 2016.

Setelah data terkumpul maka dapat dilakukan perhitungan batas atas (UCL) dan batas bawah pengendali (LCL), serta garis tengah (CL). Nilai konsanta A_3 untuk peta kontrol \bar{X} -bar yaitu 0,886 dan 0,927 untuk $n=12$ dan $n=11$. Nilai konsanta untuk peta kontrol S adalah $B_4 = 1,646$ dan $B_3 = 0,354$ untuk $n=12$ dan $B_4 = 1,679$ dan $B_3 = 0,321$ untuk $n = 11$. Berdasarkan peta kendali rata-rata (\bar{X}) pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semua rata-rata dari kehalusan semen PPC 40 Kg tiap subgroup berada diatas batas SNI yaitu $280 \text{ m}^2/\text{kg}$, tetapi terdapat satu data yang masih berada di luar batas atas pengendali (UCL) untuk tingkat kehalusan semen PPC 40 Kg. Data tersebut adalah data ke 31 yaitu pada tanggal 31 Desember 2016 sebesar $429,75 \text{ m}^2/\text{kg}$.



Gambar 4. Grafik peta kendali \bar{X} -bar parameter *blaine*.



Gambar 5. Grafik Peta Kendali S Parameter *blaine*.

Berdasarkan peta kendali S pada Gambar 5, didapatkan bahwa terdapat satu data yang masih melebihi batas atas pengendali (UCL) yaitu data ke-2 pada tanggal 2 Desember 2016 sebesar 32,24. Didapatkan juga bahwa penyebab keluarnya data dari batas adalah penyebab umum, tidak ada penyebab khusus yang menyebabkan keluarnya data tersebut, sehingga dapat dikatakan proses produksi pada perusahaan belum cukup stabil karena ada 3,2% (1 data) dari data yang keluar dari batas kontrol pada peta kendali X maupun peta kendali S. Peta kendali X dan dan peta kendali S masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Berdasarkan peta kendali rata-rata (X) dan peta kendali standar deviasi (S) dapat dilihat bahwa proses produksi perusahaan belum cukup stabil karena pada masing-masing peta kendali tersebut memiliki satu data atau 3,2% data yang berada di luar batas kendali yang disebabkan oleh penyebab khusus. Walaupun semua semen PPC 40 Kg yang dihasilkan sudah berada di atas batas SNI yaitu 280 m²/kg yang ditunjukkan oleh nilai dari *Lower Control Limit* (LCL) dari peta kendali rata-rata (386,08 m²/kg), adanya data yang berada di luar batas kendali menunjukkan bahwa variabilitas dari tingkat kehalusan semen PPC 40 Kg masih dikategorikan cukup tinggi.

Berdasarkan hasil diskusi dengan perusahaan, tingginya variabilitas tingkat kehalusan semen PPC 40 Kg disebabkan oleh

berbagai hal, salah satunya adalah kurangnya kontrol pada proses produksi pada bagian *Cement/Finishing Mill* dan juga kurangnya perawatan yang rutin, serta kalibrasi yang terjadwal pada mesin yang digunakan. Untuk menghilangkan ataupun mengurangi variasi yang terjadi, maka dilakukan penelusuran dari elemen-elemen dalam sistem yang bersangkutan sehingga dapat dilakukan perbaikan yang dapat mengurangi variasi dalam hasil produksi semen perusahaan.

Analisis Fishbone Diagram

Setelah dilakukan pengukuran peforma pada fase measure, yaitu pengendalian kualitas proses statistik dengan control chart, langkah selanjutnya yaitu menemukan sumber dan akar penyebab dari masalah yang mempengaruhi tingginya variabilitas tingkat kehalusan seen PPC 40 kg sehingga dapat menemukan solusi masalah yang efektif dan efisien. Pada penelitian ini penulis menggunakan alat pengendalian kualitas yang merupakan salah satu dari tujuh macam seven tools yaitu diagram sebab-akibat.

Identifikasi sumber dan akar penyebab masalah kualitas menggunakan diagram sebab-akibat pada penelitian ini dilakukan dengan melakukan wawancara kepada staff pada departemen QSHE. Berdasarkan hasil penelitian, berikut ini diagram sebab akibat yang menyebabkan variasi pada proses produksi Semen PPC 40 Kg yang ditampilkan pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil wawancara dan *brainstorming* kepada staff pada departemen *Quality Safety Health and Environment* di perusahaan, maka didapatkan diagram sebab-akibat penyebab ukuran butir semen yang bervariasi. Dari diagram tersebut dapat dilakukan analisa sebagai berikut.

filter dan ausnya *grind* dapat mempengaruhi tingkat kehalusan semen. Selain itu kurangnya kalibrasi pada mesin juga mempengaruhi hasil produksi semen. Rusaknya bagian pada mesin ini disebabkan karena sistem *maintenance* yang kurang baik.

Man

Dalam proses produksi tenaga kerja sangat berpengaruh, apabila tenaga kerja kurang dapat menguasai pekerjaannya, maka akan berdampak pada hasil produksi produk yang dihasilkan. Campur tangan manusia dalam produksi ini adalah dalam proses perawatan (*maintenance*), karena mesin ini berjalan secara otomatis. Salah satu sistem *maintenance* yang diterapkan adalah *autonomous maintenance* atau perawatan secara mandiri. Ketika pekerja tidak diawasi dan kurang teliti saat *autonomous maintenance* maka akan membuat mesin *cement/finishing mill* tidak dapat bekerja seperti seharusnya, sehingga mempengaruhi hasil produksi dari semen PPC 40 Kg.

Method

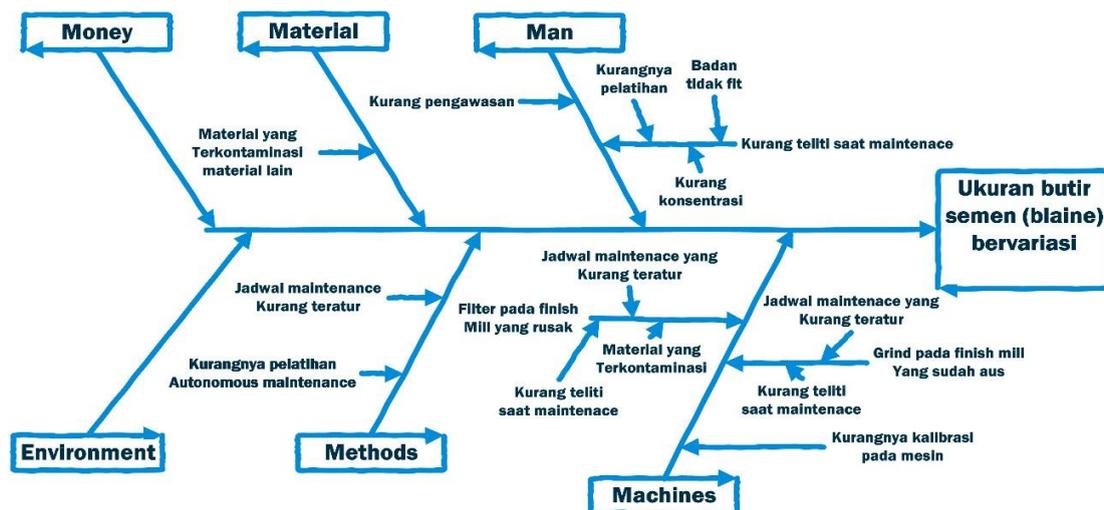
Metode yang diterapkan dapat mempengaruhi hasil akhir dari kehalusan butiran semen (*blaine*), sebelum proses produksi seharusnya pekerja lapangan mendapatkan pelatihan terhadap apa yang akan dijalaninya. Jadi terdapat *Standar Operational Procedure (SOP)* yang jelas dalam setiap proses pengerjaannya. Penyebab permasalahan yang ditinjau dari segi metode adalah jadwal *maintenance* yang kurang teratur dan kurangnya *autonomous maintenance* yang menyebabkan pengetahuan pekerja mengenai *autonomous maintenance* tidak merata.

Machine

Penyebab permasalahan yang ditinjau dari segi machine adalah adanya kerusakan pada bagian mesin *cement/finishing mill* yaitu pada bagian *filter* dan *grind*. Karena rusaknya

Material

Penyebab permasalahan yang ditinjau dari segi material adalah adanya kontaminasi material lain pada proses produksi semen pada mesin *cement/finishing mill* yang dapat menyebabkan rusaknya bagian pada mesin tersebut.



Gambar 6. Diagram Sebab Akibat Penyebab Ukuran Butir Semen Bervariasi.

Environment

Dari segi lingkungan, tidak ada faktor yang berpengaruh langsung terhadap variabilitas dari kehalusan semen.

Money

Dari segi lingkungan, tidak ada faktor yang berpengaruh langsung terhadap variabilitas dari kehalusan semen.

Usulan Perbaikan

Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan dalam mengatasi permasalahan pada proses produksi Semen PPC 40 Kg.

1. Memberikan pelatihan kepada pekerja mengenai sistem maintenance salah satunya adalah *autonomous maintenance*, sehingga pekerja lebih memahami mengenai sistem tersebut.
2. Memperjelas *Standar Operational Procedure* (SOP) penggunaan mesin *cement/finishing mill*, yang termasuk di dalamnya penjelasan mengenai sistem *maintenance*.
3. Menegaskan sistem *corrective, preventive* dan *predictive maintenance*.
4. Menerapkan sistem *reward and punishment* pada pekerja, sehingga pekerja lebih termotivasi saat melakukan pekerjaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik dua kesimpulan. Kesimpulan pertama, dari hasil perhitungan dan penyajian data dengan *control chart* didapatkan hasil bahwa ada data yang diluar batas kendali atas dan disebabkan oleh penyebab umum yaitu jadwal *maintenance* yang tidak tetap. Walaupun data tersebut sudah berada di atas standar yang sudah ditetapkan oleh SNI, hal ini menunjukkan bahwa proses produksi Semen PPC 40 Kg belum cukup stabil sehingga menimbulkan variabilitas produk yang cukup tinggi. Berdasarkan hasil diskusi diketahui penyebab variabilitas pada tingkat kehalusan Semen PPC 40 Kg (*blaine*) adalah manusia atau operator, metode atau proses, material dan mesin dari perusahaan itu sendiri. Selain itu, terdapat penyebab umum yaitu variasi yang terjadi karena faktor-faktor yang melekat

pada sistem salah satunya adalah jadwal *maintenance* yang tidak tetap. Untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang dapat mengendalikan sistem tersebut.

Kesimpulan kedua adalah rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah-masalah yang terjadi ditinjau dari diagram *fishbone* adalah adanya pelatihan terhadap operator mengenai sistem maintenance yang lebih baik, memperjelas *standar operational procedure* (SOP) serta menerapkan sistem *reward and punishment* kepada pekerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas, serta Jurusan Teknik Industri dan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya atas segala bentuk dukungan dalam keikutsertaan pada kegiatan Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SAINTEK) 2017 yang diadakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaspersz, V, 2003, *Total Quality Management (TQM)*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] Gejdoš, P., 2015, Continuous Quality Improvement by Statistical Process Control, *Business Economics and Management 2015 Conference, BEM2015, Procedia Economics and Finance*, Vol. 34, pp. 565-572.
- [3] Andriani, D.P., Rizky, D.A., dan Setiaji, U., 2017, Pengendalian Kualitas Kadar Air Produk Kerupuk Udang Berbasis SNI Menggunakan Statistical Quality Control Method, *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2017*, Jurusan Teknik Industri, UNS, pp. 98-107.
- [4] Sugiyono, 2012, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. ALFABETA, Bandung.
- [5] Assauri, S, 1998, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Fakultas Ekonomi Univeristas Indonesia, Jakarta.
- [6] Andriani, D.P., dan Ghazian, T.M.F., 2016, Analisis Assignable Variation

Produk Aluminium Florida (AIF3) dengan Statistical Quality Control Method, *Indonesia Statistical Analysis Conference (ISAC)*, Jurusan Teknik Industri, UNPAR, Vol. 3, No. 1, pp. 37-47.

- [7] Ariani, D. W, 2004, *Pengendalian Kualitas Statistik*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [8] Colin, J., & Vanhoucke, M., 2015, Developing A Framework for Statistical Process Control Approaches in Project Management, *International Journal of Project Management*, Vol. 33, pp. 1289-1300.
- [9] Montgomery, D. C, 2009, *Introduction to Statistical Quality Control*, John Wiley & Sons, Inc, United States.