

ANALISIS PENGENDALIAN PRODUKSI SERBUK SiC MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)

Fachruzi Pradana¹, Robertus Sidartawan², Salahuddin Junus²

¹ Mahasiswa Teknik Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: pradana.fachruzi@gmail.com

ABSTRACT

Di era modernisasi industri ini, tak bisa dipungkiri lagi perkembangan pada bidang teknologi sekarang sangatlah cepat dalam dunia industri terutama pada proses produksi yang kebutuhannya semakin meningkat. Di industri manufaktur dan material, sudah dikembangkan produk berupa serbuk mikropartikel yang kegunaannya banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memenuhi kebutuhan akan hal itu, para peneliti dan ilmuwan tertarik mengembangkan teknologi *Planetary Ball Mill*. Alat ini merupakan alat industri yang digunakan dalam proses penghancuran atau penghalusan partikel menjadi ukuran yang sangat kecil. Pada beberapa penelitian terkait alat ini, belum pernah dilakukan pengendalian pada proses produksinya dan hanya sebatas pada pencarian parameter terbaik guna menghasilkan tingkat produktivitas yang baik. Tidak menutup kemungkinan banyak terjadi cacat selama proses produksi. Untuk meminimalisir cacat produk yang dihasilkan dan juga meningkatkan produktivitas, penelitian ini menggunakan metode *Statistical Process Control*. Metode ini dinilai dapat digunakan untuk identifikasi penyebab dan jenis-jenis kerusakan pada cacat produk yang dihasilkan dengan bantuan alat bantu statistik *seven tools*. Hasil dari analisis *seven tools* ditemukan cacat bentuk sebanyak 146 atau sekitar 65,0%, cacat agglomerasi sebanyak 59 atau sekitar 22%, cacat kotor sebanyak 10 atau sekitar 9% serta terdapat 6 faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat selama proses produksi seperti manusia, mesin, material, pengukuran, metode dan lingkungan.

Kata Kunci : *Pengendalian Produksi, SiC, Planetary Ball Mill, Statistical Process Control, Seven Tools*

PENDAHULUAN

Berkembangnya dunia industri ini memunculkan kebutuhan manusia semakin meningkat, terutama dibidang industri manufaktur dan material. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mendapatkan kualitas material yang baik. Diantara penelitian tersebut terdapat penelitian mengenai partikel berukuran mikro. Proses pembuatan partikel ini menggunakan alat yang bernama *Planetary Ball Mill*. Mekanisme alat ini adalah dengan menumbuk partikel/serbuk menggunakan bola penggiling pada mangkok yang berputar secara berlawanan arah. Kemudian serbuk yang digiling akan menjadi bentuk serbuk halus dimana nantinya akan diberi perlakuan panas untuk mendapatkan untuk mengetahui struktur mikro dan sifat mekanisnya [1].

Umumnya, teknik mengurangi ukuran partikel ini bisa dilakukan dengan dua cara, yakni *top-down* dengan proses penggilingan secara mekanik menggunakan *Planetary Ball Mill* dan *bottom-up* menggunakan *sol-gel*. Menurut beberapa penelitian yang memakai *Planetary Ball Mill 4A* atau alat serupa seperti *High Energi Ball Mill E3D*, didapati banyaknya keberhasilan dalam menghasilkan material dengan struktur seperti paduan ZnO, BiMn, pepaduan dan pelapisan pada Fe-Al [2]. Pada penelitian *ball mill* dengan material SiC belum ada yang meneliti terkait dengan pengendalian produksinya dan hanya fokus pada pencarian parameter terbaik produk.

Pengendalian produksi atau pengendalian kualitas secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang dapat mempertahankan tingkat kualitas yang diinginkan, dengan umpan balik terkait karakteristik produk/jasa serta pelaksanaan kegiatan perbaikan apabila terjadi penyimpangan karakteristik dari standar yang telah ditentukan. [3].

Proses produksi serbuk dilakukan dengan skala laboratorium menggunakan parameter pada jurnal [4]. Dari jurnal tersebut akan dianalisis nantinya menggunakan metode *statistical process control* dengan bantuan alat statistik berupa *seven tools*.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan mengamati 20 sampel produksi dari produksi selama bulan April-Mei 2021, dimana nantinya semua sampel akan diobservasi menggunakan mikroskop optik. Parameter yang digunakan merujuk jurnal [4] adalah kecepatan putar 400 rpm, perbandingan bola dan serbuk 20:1 serta lama penggilingan 4 jam. Alat yang digunakan pun adalah *Planetary Ball Mill* skala laboratorium dengan bola penggiling bola zirconia.

Guna menganalisa data produksi, digunakan metode *statistical process control* dengan bantuan alat statistik yakni *seven tools* dimana nantinya dengan bantuan alat tersebut dapat diketahui apa saja cacat

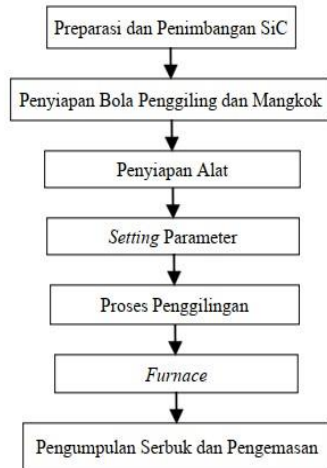
yang terjadi, berapa jumlahnya dan apa penyebab cacat produk. Dan juga dibantu dengan observasi menggunakan mikroskop optik guna mengetahui struktur dari serbuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah data didapatkan, kemudian dilakukan analisis dengan *seven tools* antara lain:

a. *Flow Chart*

Tools ini menjelaskan alur produksi serbuk dari awal persiapan hingga proses akhir pengemasan. Terlihat pada gambar 1 merupakan *flow chart* produksi SiC agar mudah dipahami oleh para pembaca.



Gambar 1. *Flow chart* produksi SiC

b. *Check Sheet*

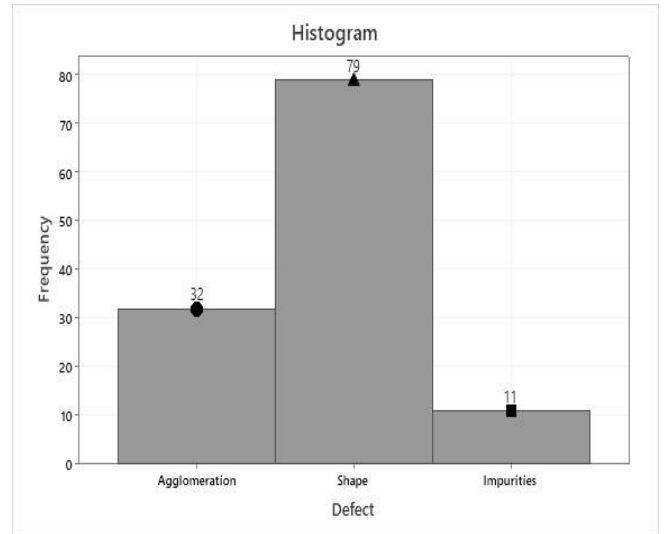
Kemudian dilakukan pengumpulan data dengan *tools* ini agar memudahkan dalam penghitungan diagram selanjutnya yakni diagram batang. Dengan *check sheet* dapat diketahui terdapat cacat produl yang nantinya akan dilihat bagaimana pengendaliannya dengan *tools* selanjutnya.

Tanggal	Cacat		
	Agglomerasi	Bentuk	Kotor
15-Apr-21	2	4	0
16-Apr-21	2	1	2
17-Apr-21	0	3	0
19-Apr-21	5	2	0
20-Apr-21	1	3	0
21-Apr-21	0	1	1
22-Apr-21	0	6	0
23-Apr-21	5	10	4
24-Apr-21	1	2	0
26-Apr-21	3	6	0
27-Apr-21	2	3	0
28-Apr-21	2	5	0
29-Apr-21	3	5	0
30-Apr-21	0	4	1
1-Mei-21	0	3	1
3-Mei-21	0	5	0
4-Mei-21	0	5	1
5-Mei-21	4	4	0
6-Mei-21	2	6	0
7-Mei-21	0	1	1
TOTAL	32	79	11

Gambar 2. *Check sheet* produksi SiC

c. Histogram

Selanjutnya data dari *checksheet* ditampilkan pada histogram untuk memudahkan pembacaannya. Seperti ditampilkan pada gambar 3, data-data pada histogram belum diurutkan mana urutan kesalahan terbesar hingga terkecil [5].



Gambar 3. Histogram cacat produksi SiC

d. *Peta Kendali C*

Data-data pada *check sheet* kemudian dimasukkan pada perhitungan peta kendali [6] guna mengetahui apakah proses terkendali atau tidak. Nantinya akan dilakukan revisi pada peta kendali apabila terjadi penyimpangan pada proses produksi.

Menentukan nilai CL (*Center Line*)

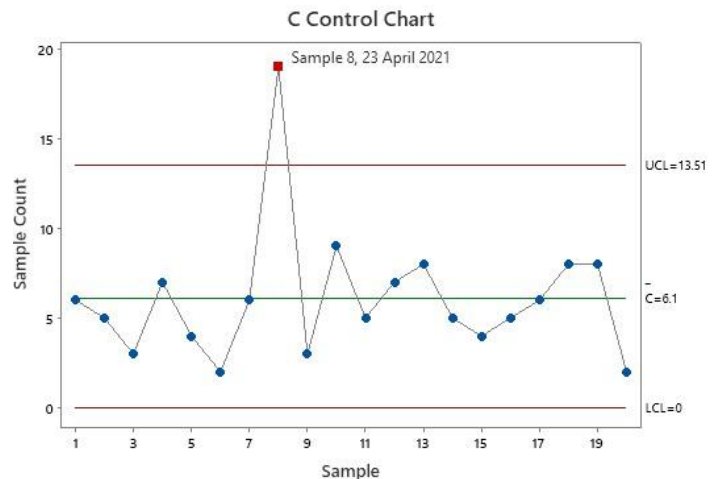
$$\bar{c} = \frac{\sum np}{\sum p} = \frac{122}{20} = 6,1$$

Menentukan batas kendali atas (*Upper Center Line*)

$$UCL = c + 3\sqrt{c} = 6,1 + 3\sqrt{6,1} = 13,51$$

Menentukan batas kendali bawah (*Lower Center Line*)

$$LCL = c - 3\sqrt{c} = 6,1 - 3\sqrt{6,1} = -1,31 \approx 0$$



Gambar 4. Peta kendali C produksi SiC

Pada gambar 4, dapat dikatakan terdapat data yang keluar dari batas kendali dimana data ini dikatakan *out of statistical control* [6]. Guna menghasilkan data yang terkendali maka perlu dilakukan revisi pada peta kendali dengan mengurangi data yang menyimpang.

Menentukan nilai CL (*Center Line*) revisi

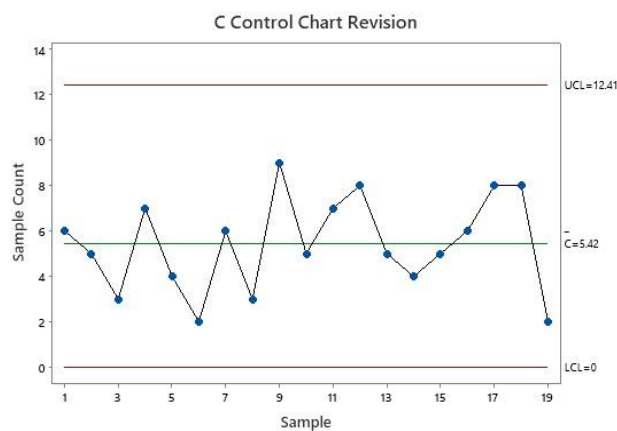
$$c = \frac{\sum np}{\sum p} = \frac{122-19}{20-1} = 5,42$$

Menentukan batas kendali atas (*Upper Center Line*)

$$UCL = c + 3\sqrt{c} = 5,42 + 3\sqrt{5,42} = 12,41$$

Menentukan batas kendali bawah (*Lower Center Line*)

$$LCL = c - 3\sqrt{c} = 5,42 - 3\sqrt{5,42} = -1,56 \approx 0$$

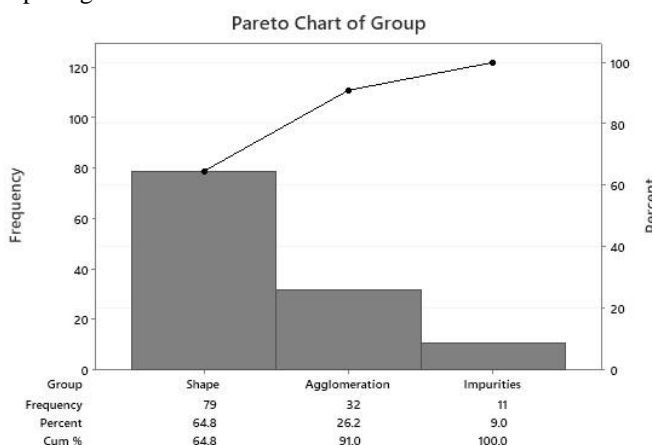


Gambar 5. Peta kendali C revisi produksi SiC

Karena semua data sudah dalam batas kendali, maka perhitungan sudah tepat. Batas-batas kendali ini kemudian dapat digunakan sebagai acuan pada proses produksi selanjutnya.

e. Pareto Diagram

Setelah dilakukan perhitungan peta kendali, ternyata masih terdapat data yang berada di luar batas kendali. Hal ini perlu diidentifikasi mana saja cacat utama yang menyebabkan cacat produk seperti yang ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Diagram Pareto produksi SiC

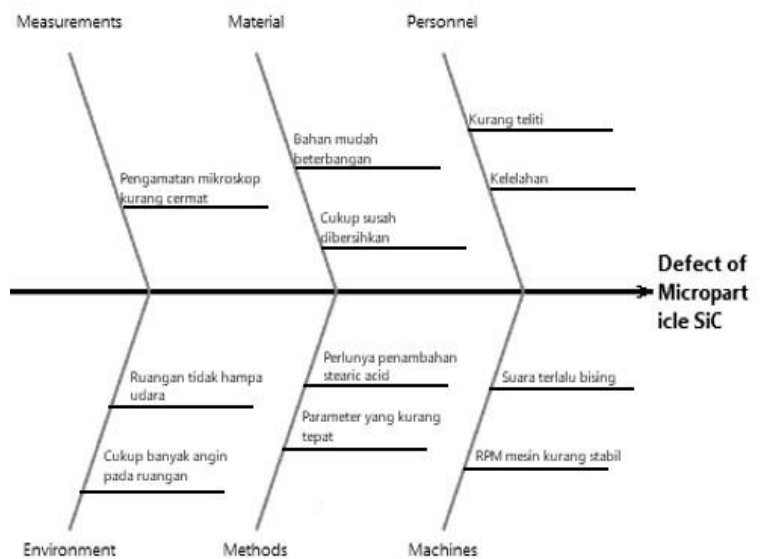
Setelah dilakukan pembuatan grafik, ditemukan 2 cacat utama dimana nanti cacat ini merupakan cacat major yang menyebabkan cacat keseluruhan produk [7]. 2 cacat inilah yang nantinya akan dianalisa penyebab-penyebabnya serta bagaimana rencana perbaikannya.

f. Fishbone Diagram

Diagram ini dibuat untuk memetakan penyebab-penyebab terjadinya cacat produk [8]. Oleh karenanya

nanti akan diketahui faktor apa saja yang mempengaruhi dan bagaimana mengatasinya seperti yang ditampilkan pada gambar 7.

Cause Effect Diagram Microparticle SiC Production



Gambar 7. Fishbone diagram produksi SiC.

KESIMPULAN

- Diketahui jumlah cacat terbesar hingga terkecil adalah cacat bentuk sebanyak 79 atau 64,8% lalu cacat agglomerasi sebanyak 32 atau 26,2% lalu ada cacat kotor sebanyak 11 atau 9%;
- Diketahui faktor penyebab cacat produk antara lain kurangnya kualitas operator, metode produksi kurang tepat, material produksi yang mudah agglomerasi, perawatan mesin dan *inverter* yang kurang optimal, alat pengujian mikroskop yang bermasalah serta tempat produksi yang kurang memenuhi syarat produksi;
- Diketahui cara mengatasi permasalahan antara lain peningkatan kualitas operator, penambahan *stearic acid* atau penggunaan *processing control agent* pada saat produksi, *setting* ulang parameter, kalibrasi *inverter* atau pemrograman ulang, reparasi lensa mikroskop dan pemilihan tempat produksi di ruang tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryanarayana, C. 2001. Mechanical alloying and milling. *Progress in Materials Science*. 46(1–2): 1–184.
- [2] Tomi, B. W., (2013). Pembuatan nano partikel Fe₂O₃ dengan kombinasi *ball milling* dan *ultrasonic milling*. Tangerang selatan: Pusat Penelitian Fisika-LIPI.
- [3] Mitra, A. 2008. *Fundamental of Quality Control and Improvement*. Third Edition. USA: John Willey and Son, Inc.
- [4] Nilssen, B. E., R. A. Kleiv. 2020. *Silicon Powder Properties Produced in A Planetary Ball Mill as A Function of Grinding Time, Grinding Bead Size and Rotational Speed*. Springer.
- [5] Safwadi, R. Yasra, B. A. Haulian. 2014. Penerapan *Statistical Process* pada Proses Produksi Untuk Meningkatkan *Yield output* Produksi. *Profesiensi* 2(1):53-63.
- [6] Abdullah, M. A. 2015. Aplikasi Peta Kendali Statistik dalam Mengontrol Hasil Produksi Suatu Perusahaan. *Jurnal SAINTIFIK*. Vol. 1. No. 1.
- [7] Awaj, Y. M., Singh, A. P., & Amedie, W. Y. 2013. *Quality Improvement Using Statistical Process Control Tools in Glass Bottles Manufacturing Company*. *International Journal for Quality Research*. 7(1).
- [8] Margarete, A., D. Pujotomo. 2016. Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kain Batik Menggunakan Metode *Statistical Process Control* (SPC) (Studi Kasus PT. Iskandar Indah *Printing Textile*).