Usulan Penentuan Ukuran Sampel Pemeriksaan Berdasarkan Kapabilitas Proses Menggunakan Metode Process Capability Analysis di Pt. Indonesia Trc Industry

Rafli Kurniawan, Fifi Herni Mustofa

Institut Teknologi Nasional
E-mail : raflikurniawann@mhs.itenas.ac.id

Received DD MM YYYY **|** Revised DD MM YYYY **|** Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

PT. Indonesia TRC Industry adalah sebuah perusahaan manufaktur multinasional yang bergerak dibidang produksi komponen mesin kantor seperti mesin printer. Roller PF model Lionel merupakan salah satu produk yang diproduksi menggunakan mesin CNC. Perusahaan menilai sistem pemeriksaan tidak sesuai dengan standar perusahaan yaitu dilakukan pengecekan setiap 2 jam sekali. Hal tersebut karena karakter produk yang diperiksa dan ukuran sampel pemeriksaan belum memperhitungkan kapabilitas prosesnya. Perusahaan dapat melakukan analisis kapabilitas proses mesin untuk mengetahui proses mana saja yang telah kapabel untuk memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan karena variabilitas dimensi produk yang dihasilkan pada setiap proses berbeda sehingga kapabilitas pada setiap proses berbeda. Metode yang digunakan adalah metode Process Capability Analysis. Penentuan kapabel atau tidaknya sebuah proses ditentukan oleh nilai Cp dan Cpk. Terdapat enam karakter Roller PF model Lionel yang prosesnya tidak kapabel. Karakter yang telah kapabel tidak perlu dilakukan pemeriksaan, sedangkan karakter yang tidak kapabel perlu dilakukan pemeriksaan sesuai dengan standar perusahaan yaitu dengan ukuran sampel pemeriksaan sebanyak 2 pcs/2 jam.

***Kata kunci**: Process Capability Analysis, Cp, Cpk, Roller PF model Lionel, Ukuran Sampel*

ABSTRACT

PT. Indonesia TRC Industry is a multinational manufacturing company engaged in the production of office machine components such as printers. Roller PF model Lionel is one of the products manufactured using a CNC machine. The company considers the inspection system is not following company standards, which is checking every 2 hours. This is because the character of the product being inspected and the size of the inspection sample do not take into account the capability of the process. Companies can analyze machine process capabilities to find out which processes are capable of meeting predetermined specifications because the variability of product dimensions produced in each process is different so the capabilities of each process are different. The method used is the Process Capability Analysis method. Determination of whether a process is capable or not is determined by the Cp and Cpk values. There are six characters of the Roller PF model Lionel whose process is not capable. Capable characters do not need to be checked, while characters that are not capable need to be checked following The company standard is the inspection sample size of as much as 2 pcs / 2 hours.

***Keywords**: Process Capability Analysis, Cp, Cpk, Roller PF model Lionel, Sample Size*

1. PENDAHULUAN

PT. Indonesia TRC Industry adalah sebuah perusahaan manufaktur multinasional yang bergerak dibidang produksi komponen mesin kantor seperti mesin fotocopy, mesin faksimili, printer dan produk yang berhubungan dengan perlengkapan audio visual. Roller PF model Lionel merupakan salah satu komponen yang berfungsi untuk menarik kertas pada printer. Komponen tersebut diproduksi dengan menggunakan mesin CNC bubut. Proses produksi dilakukan selama 24 jam yang terbagi dalam dua shift waktu kerja normal dan satu shift waktu kerja lembur artinya mesin CNC bubut akan terus berproduksi. Roller PF model Lionel memiliki 15 karakter produk. Waktu siklus yang dibutuhkan untuk memproduksi satu unit Roller PF model Lionel adalah 76 detik. Berdasarkan standar perusahaan produk tersebut harus diperiksa dengan ukuran sampel 8 pcs per shift atau 2 pcs per 2 jam untuk setiap mesin. Jumlah mesin CNC bubut yang terdapat di PT. Indonesia TRC Industry berjumlah 44 mesin. Jumlah checker yang bertugas adalah 2 orang, yang artinya setiap checker memiliki kewajiban untuk memeriksa 44 produk setiap 2 jam sekali. Ketika ukuran sampel yang diambil sebanyak 2 pcs waktu pemeriksaan yang lebih dari dua jam..

Usaha yang telah dilakukan perusahaan untuk mengurangi waktu pemeriksaan adalah dengan mengurangi ukuran sampel menjadi 1 pcs setiap 2 jam sekali pada setiap mesin untuk diperiksa yang artinya setiap checker hanya memeriksa 22 produk setiap 2 jam sekali. Dengan ukuran sampel yang diperiksa telah dikurangi dari standar perusahaan tetap membuat pemeriksaan selesai lebih dari 2 jam, karena jumlah checker yang hanya berjumlah 2 orang menyebabkan beban kerja yang didapatkan terlalu besar dan ukuran sampel pemeriksaan serta karakter produk yang harus diperiksa belum memperhitungkan kapabilitas dari proses produksinya. Sehingga ketika pemeriksaan selesai dan dinyatakan bahwa batch produksi tersebut ditolak, produk yang telah diproduksi sudah banyak sehingga semakin banyak yang harus diperiksa secara sensus.

Berdasarkan hal tersebut perusahaan menilai sistem pemeriksaan yang dilakukan tidak sesuai dengan standar perusahaan yaitu dilakukan pengecekan setiap 2 jam sekali dan ukuran sampelnya adalah 2 pcs. Perusahaan belum memiliki solusi untuk memperbaiki permasalahan tersebut. Variabilitas dimensi produk yang dihasilkan pada setiap proses berbeda sehingga kapabilitas pada setiap proses berbeda. Oleh karena itu dapat dilakukan analisis mengenai kapabilitas proses mesin CNC bubut yang dilakukan dan melakukan perbaikan mengenai ukuran sampel pemeriksaan pada setiap karakter produk Roller PF model Lionel berdasarkan kapabilitas dari prosesnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Identifikasi Masalah

Perusahaan menilai sistem pemeriksaan yang dilakukan belum sesuai dengan standar perusahaan dan belum efisien. Ukuran sampel pemeriksaan yang ditetapkan belum memperhatikan kapabilitas proses mesin CNC, hal tersebut dapat dilakukan karena variabilitas dimensi produk yang dihasilkan pada setiap proses berbeda artinya kapabilitas pada setiap proses berbeda sehingga tidak semua karakter produk perlu dilakukan pemeriksaan. Berdasarkan permasalahan tersebut maka perusahaan perlu mengevaluasi ukuran sampel pemeriksaan pada setiap karakter produk Roller PF model Lionel berdasarkan kapabilitas dari mesin CNC bubut menggunakan metode Process Capability Analysis, sehingga proses yang telah kapabel dapat dikurangi ukuran sampel pemeriksaannya pada karakter tersebut.

2.2 Landasan Teori

Spesifikasi

Berdasarkan National Bureau of Standards (2005) dalam Mitra (2016), spesifikasi adalah satu set kondisi dan persyaratan spesifik dan terbatas yang memberikan deskripsi detail tentang prosedur, proses, bahan, produk, atau layanan untuk digunakan, terutama dalam pengadaan barang dan manufaktur.

Batas Spesifikasi dan Batas Kendali

Batas kendali mengidentifikasi variasi yang ada antara sampel yang diukur. Batas kendali mencerminkan variabilitas dari proses dan tidak memiliki berhubungan dengan batas spesifikasi yang telah ditetapkan. Batas spesifikasi mewakili batas variabilitas yang dapat diterima untuk masing-masing item.

Analysis Of Variance (ANOVA)

Anova pertama kali dikembangkan oleh R.A Fisher pada tahun 1923. Anova merupakan singkatan dari Analysis Of Variance yang merupakan suatu analisis statistik yang berfungsi untuk menguji perbedaan rata-rata antara dua kelompok atau lebih. Kelebihan dari Anova adalah dapat menguji rata-rata lebih dari dua kelompok, berbeda dengan uji t yang hanya bisa menguji perbedaan rata-rata dari dua kelompok saja. Hasil akhir dari dari Anova membandingkan nilai F_{tabel} dan F_{hitung} untuk menyimpulkan hasil hipotesisnya.

Process Capability Analysis

Process capability analysis mendefinisikan kemampuan proses dalam memenuhi spesifikasi atau mengukur kinerja proses (**Irawan & Haryono, 2015**). Process capability analysis dapat dilakukan ketika proses tersebut dalam batas kendali statistik. Process capability analysis berhubungan dengan rata-rata proses dan standar deviasi dari karakteristik kualitas produk. Penyebaran proses diasumsikan sebagai distribusi normal. Hal ini membuat kita dapat memperkirakan proporsi produk yang tidak sesuai.

Indeks Process Capability

Mitra (2016) menjelaskan bahwa terdapat beberapa indeks process capability yaitu:

1. Indeks C_p

Indeks C_p adalah ukuran yang biasa digunakan untuk menggambarkan kemampuan suatu proses untuk memenuhi spesifikasi. Indeks ini memperkirakan kemampuan proses jika rata-rata proses dipusatkan di antara batas spesifikasi dan berdistribusi normal. Indeks Cp tidak memperhitungkan rata-rata proses sesungguhnya, indeks ini merupakan ukuran potensi proses dan bukan kinerja proses. Rumus dari indeks C_p adalah sebagai berikut:

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

2. Indeks C_{pk}

Gunter (1989) dalam Mitra (2016) menjelaskan bahwa, lokasi rata-rata proses adalah parameter lain yang mempengaruhi kapabilitas proses. Indeks C_{pk} digunakan ketika rata-rata proses tidak sama dengan nilai target, yang diasumsikan berada di tengah antara batas spesifikasi. Rumus indeks C_{pk} adalah sebagai berikut:

$$C_{pk} = min\left\{\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right\} \quad (4)$$
$$= \min\{CPU, CPL\}$$

Indeks C_{pk} mengukur kemampuan proses yang sebenarnya dengan nilai parameter yang sesungguhnya terjadi, indeks ini mengukur kinerja proses.

Rekomendasi nilai indeks minimal untuk process capability analysis menurut Montgomery (1996) dalam Mitra (2016) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Rekomendasi Nilai Minimal Untuk Process Capability Analysis

Process	Two-Sided Specifications	One-Sided Specifications
Existing Process	1.33	1.25
New Process	1.5	1.45
Safety, strength, or critical parameter		
Existing Process	1.5	1.45
New Process	1.67	1.6

Jumlah Sampel Untuk Melakukan Process Capability Analysis

Menurut Montgomery (2013), menerima sebuah kesimpulan bahwa proses tersebut telah kapabel ketika memiliki nilai Cp ≥ 1,33 merupakan hal yang umum ketika jumlah sampel nya sebesar 30 ≤ n ≤ 50 produk. Berdasarkan Bothe (1997), hampir semua pengarang buku setuju bahwa setidaknya harus ada 30 pengukuran dalam semua jenis penelitian.

Langkah-langkah Process Capability Analysis

Berdasarkan Wooluru, Swamy, & Nagesh (2014) langkah-langkah dalam melakukan process capability analysis adalah sebagai berikut:

1. Memahami konsep dasar analisis kapabilitas proses dan langkah-langkahnya.
2. Melakukan proses pengumpulan data.
3. Menghitung nilai statistik yang diperlukan.
4. Melakukan validasi terhadap asumsi yang diperlukan.
5. Melakukan perhitungan nilai estimasi Cp, Cpu, Cpl, Cpk, Cpm dan Cpmk, sesuai dengan kebutuhan peneliti.
6. Melakukan analisis hasil perhitungan indeks process capability.

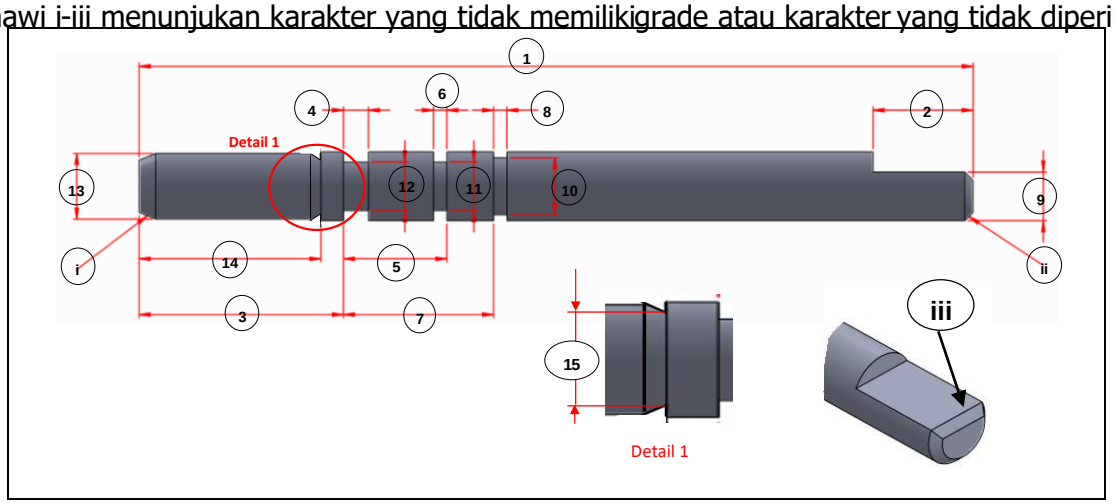
Acceptance Sampling Plans

Acceptance sampling plans atau rencana penerimaan sampel adalah keputusan untuk menerima atau menolak suatu lot atau batch berdasarkan hasil dari pemeriksaan sebagian batch (sampel).

2.3 Pengumpulan Data

Data mengenai spesifikasi dan nilai target produk Roller PF model Lionel didapatkan dari data perusahaan. Data pengukuran untuk setiap karakter produk Roller PF model Lionel diambil sebanyak 30 data yang didapatkan dari hasil pengukuran pada bulan Februari tahun 2022. Gambaran dari Roller PF model Lionel dapat dilihat pada Gambar 2.2. Angka 1-15 pada menunjukan karakter yang memiliki grade atau karakter yang diperiksa, sedangkan angka

romawi i-iii menunjukan karakter yang tidak memilikigrade atau karakter yang tidak diperiksa.



Gambar 2.2 Perbedaan Antara Batas Kendali dan Batas Spesifikasi

Nilai target, batas spesifikasi, dan fitur produk Roller PF model Lionel dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai Target Dan Batas Spesifikasi Produk Roller PF Model Lionel

Karakter	Target	Spesifikasi		Range	Fitur Produk
		LSL	USL		
Karakter 1	296.820	296.630	297.010	0.380	Panjang
Karakter 2	5.400	5.310	5.490	0.180	Panjang
Karakter 3	12.250	12.210	12.290	0.080	Panjang
Karakter 4	1.200	1.160	1.240	0.080	Panjang
Karakter 5	6.200	6.160	6.240	0.080	Panjang
Karakter 6	0.600	0.560	0.640	0.080	Panjang
Karakter 7	7.500	7.410	7.590	0.180	Panjang
Karakter 8	0.500	0.410	0.590	0.180	Panjang
Karakter 9	3.213	3.164	3.262	0.098	Panjang
Karakter 10	3.395	3.300	3.490	0.190	Diameter
Karakter 11	2.895	2.850	2.940	0.090	Diameter
Karakter 12	2.895	2.850	2.940	0.090	Diameter
Karakter 13	3.915	3.906	3.924	0.018	Diameter
Karakter 14	10.900	10.700	11.100	0.400	Panjang
Karakter 15	3.720	3.690	3.750	0.060	Diameter

2.4 Uji Kesamaan Rata-rata Menggunakan Anova

Produk Roller PF model Lionel diproduksi oleh dua mesin CNC bubut. Data hasil pengukuran setiap karakter produk pada dua mesin tersebut akan di uji menggunakan Anova untuk membandingkan rata-rata dimensi pada setiap karakter produk yang dihasilkan kedua mesin tersebut. Uji Anova ini dilakukan menggunakan software SPSS. H_0 pada pengujian Anova ini adalah $\mu_1 = \mu_2$ sedangkan H_1 nya adalah paling sedikit ada satu tanda "=" tidak berlaku. Apabila nilai F_{hitung} lebih kecil dari nilai F_{tabel} maka terima H_0 yang artinya $\mu_1 = \mu_2$. Nilai taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5%. Apabila kesimpulan yang didapatkan adalah terima

H_0, maka perhitungan kapabilitas proses dapat diwakili oleh satu mesin saja karena rerata dimensi setiap karakter yang dihasilkan oleh kedua mesin sama.

2.5 Uji Normalitas Menggunakan Uji Shapiro-Wilk

Berdasarkan (**Razali & Wah, 2011**) pengujian normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk merupakan uji terkuat untuk menguji seluruh jenis distribusi dan jumlah sampel. Pengujian dilakukan terhadap setiap karakter produk Roller PF model Lionel menggunakan software SPSS. H_0 pada pengujian ini adalah data berdistribusi normal, sedangkan H_1 nya adalah data tidak berdistribusi normal. Nilai taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5%. Apabila nilai signifikansi (p) > taraf signifikansi (α) , maka artinya terima H_0 atau data berdistribusi normal.

2.6 Statistical Quality Control (SQC)

Asumsi yang harus dipenuhi sebelum process capability analysis adalah data harus berada dalam batas kendali statistik. Data yang digunakan merupakan data variabel dengan ukuran sampel hanya satu produk dan batas spesifikasi pada produk telah diketahui sehingga peta kendali yang digunakan menggunakan batas spesifikasi produk Roller PF model Lionel.

2.7 Process Capability Analysis

Indeks process capability yang digunakan yaitu C_p dan C_{pk}, indeks tersebut digunakan melihat kemampuan proses untuk memenuhi spesifikasi. Langkah-langkah dalam menghitung indeks process capability adalah sebagai berikut:

1. Menghitung nilai rata-rata (μ) dimensi produk pada setiap spesifikasi.

   Rata-rata (μ) = $\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$ (7)

   Keterangan:

   Xi = Data pengamatan ke-i n = Jumlah sampel

2. Menghitung nilai standar deviasi (σ) produk pada setiap spesifikasi.

   Standar deviasi (σ) = STDEV(X_1,X_2,X_3,…,X_{30}) (8)

   Keterangan:

   Xi = Data pengamatan ke-i 3. Menghitung

nilai C_p dan C_{pk} pada setiap spesifikasi. USL – LSL

$C_P = \frac{}{6\sigma}$ (1)

$C_{pk} = min\left\{\frac{USL-\mu}{3\sigma}, \frac{\mu-LSL}{3\sigma}\right\}$ = min {CPU,CPL} (4)

Keterangan:

USL = Upper Specification Limit μ = Rata-rata

LSL = Lower Specification Limit σ = Standar deviasi

4. Menyimpulan kapabel atau tidak proses tersebut pada setiap spesifikasi. Apabila nilai C_P dan C_{pk} lebih dari 1,33 maka proses telah kapabel.

Peluang jumlah produk reject setiap satu juta produk dijadikan bahan pertimbangan untuk menguatkan hasil dari perhitungan indeks kapabilitas proses. Langkah-langkah untuk menghitung peluang jumlah produk cacat setiap satu juta produk adalah sebagai berikut:

1. Menghitung peluang reject pada setiap spesifikasi menggunakan software Microsoft Excel.

Rumus untuk peluang produk yang dihasilkan melebihi batas atas spesifikasi adalah: Peluang Reject (+) = 1- NORMSDIST (X, μ , σ) (9) Rumus untuk peluang produk yang dihasilkan melebihi batas bawah spesifikasi adalah:

Peluang Reject (-) = NORMSDIST (X, μ , σ) (10)

Keterangan:

X = Upper Specification Limit atau Lower Specification Limit

μ = Rata-rata σ = Standar deviasi

2. Menghitung jumlah produk reject setiap satu juta produk. Rumusnya adalah: Part Per Million (PPM) = Peluang Reject ×1000000 (unit) (11)

Keterangan:

Peluang Reject (+) = Peluang reject yang melebihi USL

Peluang Reject (-) = Peluang reject yang melebihi LSL

PPM (+) = Jumlah produk per satu juta yang melebihi USL

PPM (-) = Jumlah produk per satu juta yang melebihi LSL

2.8 Langkah-langkah Acceptance Sampling Plans

Langkah-langkah dalam perencanaan penerimaan sampel adalah sebagai berikut:

1. Tentukan angka AQL.
2. Tentukan level inspeksi.
3. Tentukan lot size.
4. Cari kode sample size pada Tabel I standar ANSI Z1.4.
5. Tentukan jenis sampling plan (individual, double, atau multiple).
6. Tentukan accepted number (Ac) dan rejected number (Re) berdasarkan angka AQL dan sample size pada Tabel Master standar ANSI Z1.4.
7. Terapkan switching rule.

3. ISI

3.1 Uji Kesamaan Rata-rata Menggunakan Anova

Hipotesis dan taraf signifikan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut. H_0 : $\mu_1 = \mu_2$ H_1 : paling sedikit ada satu tanda "=" tidak berlaku α : 5%.

Hasil dari uji kesamaan rata-rata menggunakan Anova dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Uji Kesamaan Rata-rata Menggunakan Anova

Karakter	Fhitung	Ftabel	Kesimpulan
Karakter 1	1.061	4.007	Terima H_0
Karakter 2	2.685	4.007	Terima H_0
Karakter 3	1.046	4.007	Terima H_0
Karakter 4	2.392	4.007	Terima H_0
Karakter 5	0.006	4.007	Terima H_0
Karakter 6	2.384	4.007	Terima H_0
Karakter 7	0.008	4.007	Terima H_0
Karakter 8	0.054	4.007	Terima H_0
Karakter 9	0.020	4.007	Terima H_0
Karakter 10	0.292	4.007	Terima H_0

Karakter 11	0.000	4.007	Terima H_0
Karakter 12	0.000	4.007	Terima H_0
Karakter 13	0.072	4.007	Terima H_0
Karakter 14	0.212	4.007	Terima H_0
Karakter 15	0.017	4.007	Terima H_0

Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rata-rata dimensi pada setiap karakter produk Roller PF model Lionel yang dihasilkan oleh kedua mesin CNC bubut sama, maka perhitungan kapabilitas proses dapat diwakili oleh salah satu mesin.

3.2 Uji Normalitas Menggunakan Uji Shapiro-Wilk

Hipotesis dan taraf signifikan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut.
H_0 : Data berdistribusi normal H_1 : Data tidak berdistribusi normal α : 5%

Hasil dari uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk pada data pengamatan produk Roller PF model Lionel dapat dilihat pada Tabel 3.2.

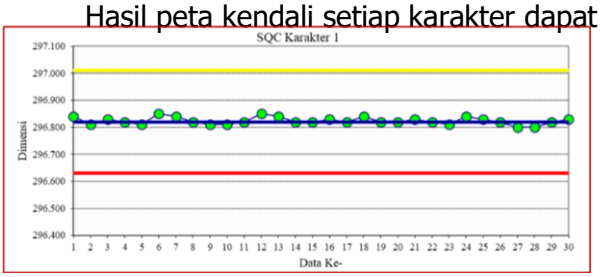
Tabel 3.2 Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Karakter	**Signifikansi (p)**	**Taraf Signifikansi (α)**	**Kesimpulan**
Karakter 1	0.060	0.05	Terima H_0
Karakter 2	0.105	0.05	Terima H_0
Karakter 3	0.067	0.05	Terima H_0
Karakter 4	0.160	0.05	Terima H_0
Karakter 5	0.322	0.05	Terima H_0
Karakter 6	0.059	0.05	Terima H_0
Karakter 7	0.120	0.05	Terima H_0
Karakter 8	0.054	0.05	Terima H_0
Karakter 9	0.989	0.05	Terima H_0
Karakter 10	0.168	0.05	Terima H_0
Karakter 11	0.082	0.05	Terima H_0
Karakter 12	0.054	0.05	Terima H_0
Karakter 13	0.300	0.05	Terima H_0
Karakter 14	0.076	0.05	Terima H_0
Karakter 15	0.152	0.05	Terima H_0

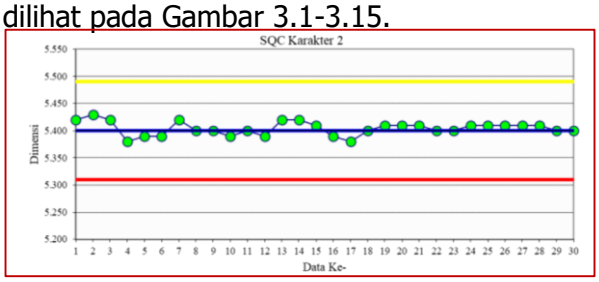
Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa seluruh data pengamatan pada produk Roller PF model Lionel telah berdistribusi normal.

3.3 Statistical Quality Control (SQC)

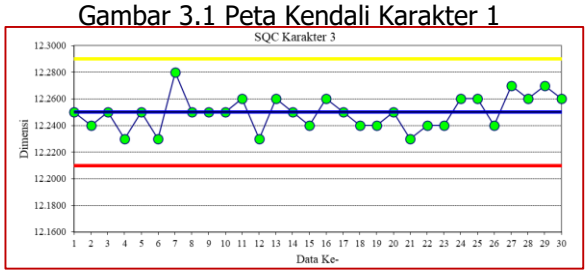
Hasil peta kendali setiap karakter dapat dilihat pada Gambar 3.1-3.15.



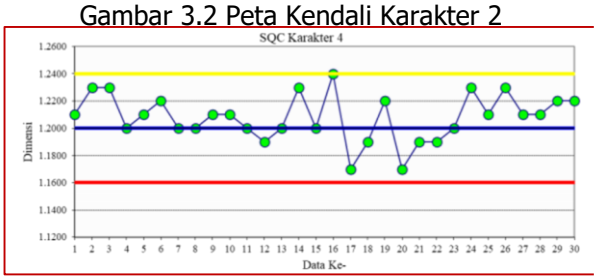
Gambar 3.1 Peta Kendali Karakter 1



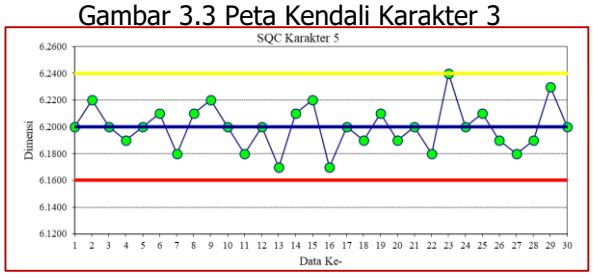
Gambar 3.2 Peta Kendali Karakter 2



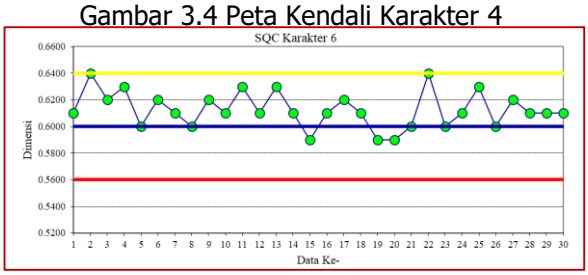
Gambar 3.3 Peta Kendali Karakter 3



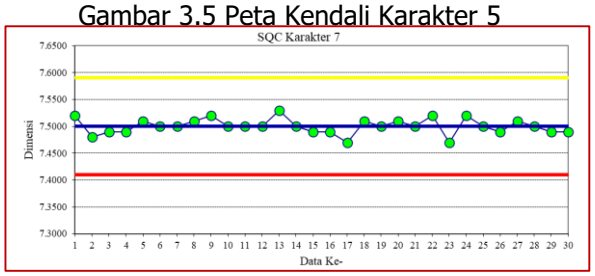
Gambar 3.4 Peta Kendali Karakter 4



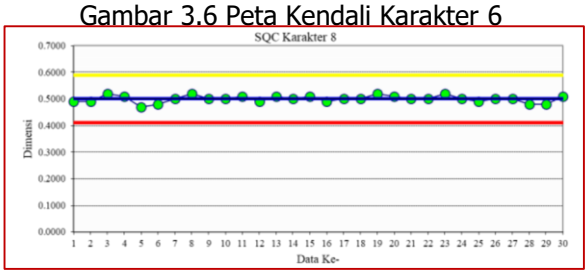
Gambar 3.5 Peta Kendali Karakter 5



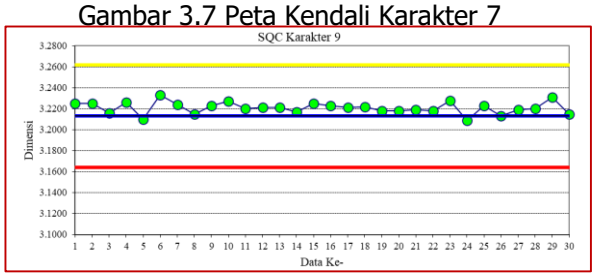
Gambar 3.6 Peta Kendali Karakter 6



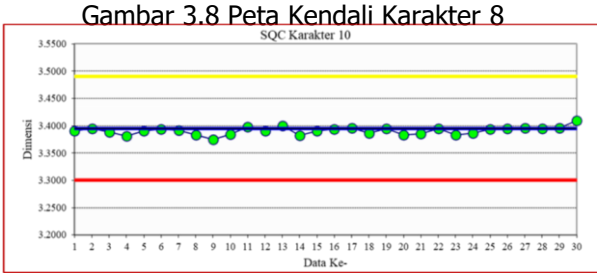
Gambar 3.7 Peta Kendali Karakter 7



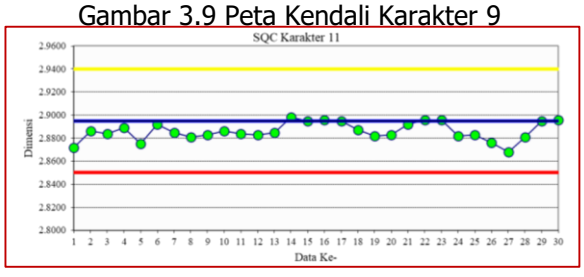
Gambar 3.8 Peta Kendali Karakter 8



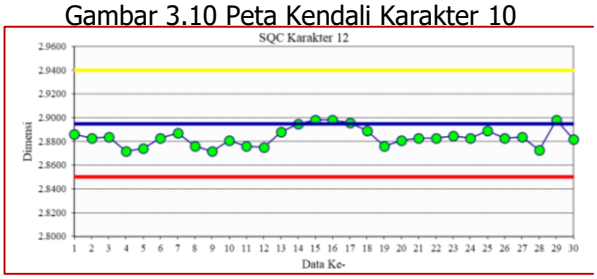
Gambar 3.9 Peta Kendali Karakter 9



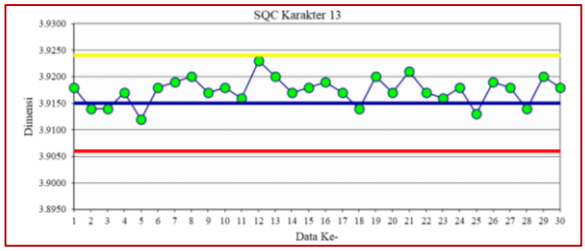
Gambar 3.10 Peta Kendali Karakter 10



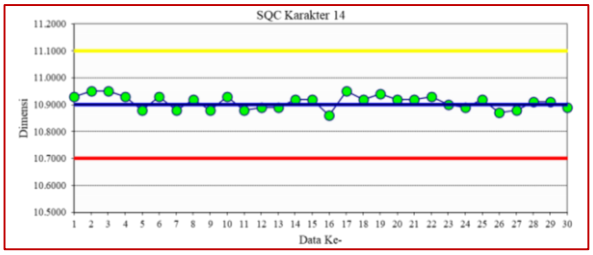
Gambar 3.11 Peta Kendali Karakter 11



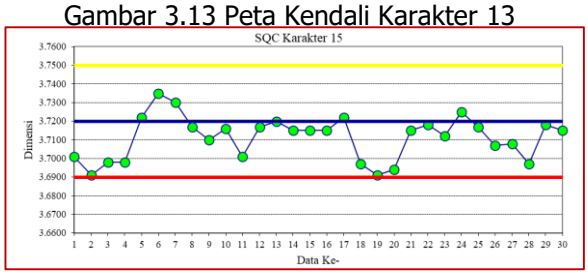
Gambar 3.12 Peta Kendali Karakter 12



Gambar 3.13 Peta Kendali Karakter 13



Gambar 3.14 Peta Kendali Karakter 14



Gambar 3.15 Peta Kendali Karakter 15

Berdasarkan peta kendali diatas seluruh data pengamatan setiap karakter produk Roller PF model Lionel sudah berada dalam batas kendali statistik

3.4 Process Capability Analysis

Kapabilitas suatu proses dilihat dari nilai C_p dan C_{pk}, apabila nilai C_p dan C_{pk} lebih dari 1,33 maka proses pada karakter produk tersebut sudah kapabel. Data yang digunakan merupakan data pemeriksaan pada mesin 1. Hasil pengolahan data mengenai kapabilitas proses setiap karakter produk Roller PF dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rekap Perhitungan Process Capability Analysis

Karakter	Rata-rata (μ)	Standar Deviasi (σ)	C_p	C_{pk}	Kesimpulan
Karakter 1	296.8240	0.0133	4.7665	4.6661	Kapabel
Karakter 2	5.4043	0.0125	2.3986	2.2831	Kapabel
Karakter 3	12.2497	0.0127	1.0477	1.0390	Tidak Kapabel
Karakter 4	1.2080	0.0173	0.7707	0.6165	Tidak Kapabel
Karakter 5	6.1997	0.0167	0.7980	0.7913	Tidak Kapabel
Karakter 6	0.6127	0.0136	0.9783	0.6685	Tidak Kapabel
Karakter 7	7.5003	0.0143	2.1039	2.0961	Kapabel
Karakter 8	0.5000	0.0129	2.3318	2.3318	Kapabel
Karakter 9	3.2208	0.0056	2.9284	2.4603	Kapabel
Karakter 10	3.3909	0.0071	4.4916	4.2962	Kapabel
Karakter 11	2.8862	0.0077	1.9383	1.5592	Kapabel
Karakter 12	2.8838	0.0077	1.9357	1.4525	Kapabel
Karakter 13	3.9174	0.0025	1.2002	0.8801	Tidak Kapabel
Karakter 14	10.9097	0.0254	2.6256	2.4987	Kapabel
Karakter 15	3.7112	0.0115	0.8723	0.6174	Tidak Kapabel

Contoh perhitungan pada karakter 1:

$$\text{Rata-rata } (\mu) = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \quad (7)$$

$$= \frac{296.840+296.810+296.830+\cdots+296.830}{30} = 297.824$$

$$\text{Standar deviasi } (\sigma) = STDEV(296.840,296.810,296.830,\ldots,296.830) \quad (8)$$

$$= 0.0133$$

$$C_P = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

$$= \frac{297.01 - 296.63}{6(0.0133)} = 4.7665$$

$$C_{pk} = min\left\{\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma}\right\} \quad (4)$$

$$= \min\left\{\frac{297.01 - 297.824}{3(0.0133)}, \frac{297.824 - 296.63}{3(0.0133)}\right\} = 4.6661$$

Hasil perhitungan peluang jumlah produk reject setiap satu juta produk untuk setiap karakter produk Roller PF model Lionel dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Peluang Jumlah Produk Reject Setiap Satu Juta Produk

Karakter	Peluang Reject (+)	PPM (+)	Peluang Reject (-)	PPM (-)
Karakter 1	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 2	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 3	0.076%	764	0.091%	914
Karakter 4	3.218%	32182	0.276%	2765
Karakter 5	0.789%	7893	0.880%	8799
Karakter 6	2.245%	22453	0.006%	56
Karakter 7	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 8	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 9	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 10	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 11	0.000%	0	0.000%	1
Karakter 12	0.000%	0	0.001%	7
Karakter 13	0.414%	4141	0.000%	3
Karakter 14	0.000%	0	0.000%	0
Karakter 15	0.036%	360	3.200%	32002

Contoh perhitungan pada karakter 1:

Peluang Reject (+) = 1 - NORMSDIST (X, μ , σ) (10)

= 1 – NORMSDIST (297.010, 296.824 , 0.0133) = 0.000%

PPM (+) = Peluang Reject (+) ×1000000 (unit) (11)

= 0.000% ×1000000 (unit) = 0 unit

Peluang Reject (-) = NORMSDIST (X, μ , σ) (10)

= NORMSDIST (296.630, 296.824 , 0.0133) = 0.000%

PPM (+) = Peluang Reject (-) ×1000000 (unit) (11)

= 0.000% ×1000000 (unit) = 0 unit

3.5 Acceptance Sampling Plans

Perencanaan penerimaan sampel pada pemeriksaan karakter Roller PF model Lionel dilakukan untuk produksi dengan 2 mesin dan produksi selama waktu kerja normal yaitu 2 shift. Perencanaan penerimaan sampel nya adalah sebagai berikut.

1. Tentukan angka AQL.

   AQL yang ditetapkan untuk produk Roller PF model Lionel adalah sebesar 0,4%.

2. Tentukan level inspeksi.

   Level inspeksi yang digunakan yaitu G-II (General-II).

3. Tentukan lot size.

   Lot size yang digunakan oleh perusahaan untuk menentukan perencanaan penerimaan sampel adalah untuk produksi selama waktu kerja normal yaitu 2 shift dan produksi dengan 2 mesin CNC bubut.

Lot size Lionel = 60 detik × 60 menit × waktu produksi × jumlah mesin / waktu siklus produk Roller PF model (12)

$$= \frac{60\ detik\ x\ 60\ menit\ x\ 16\ jam\ x\ 2\ mesin}{76\ detik} = 1515 \text{ pcs}$$

Table I—Sample size code letters

(See 9.2 and 9.3)

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Gambar 3.16 Kode Sample Size

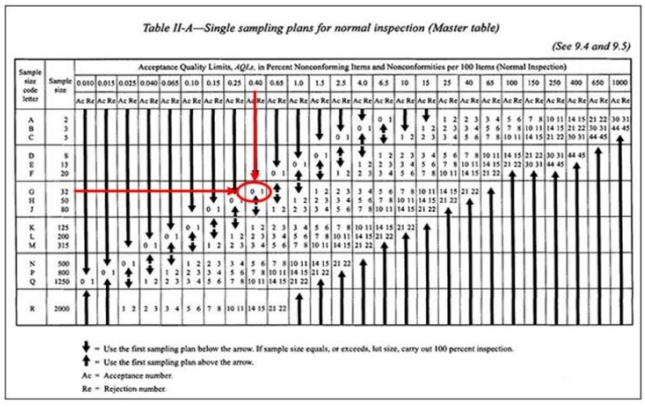
4. Cari kode sample size pada Tabel I standar ANSI Z1.4.

   Dengan lot size 1515 pcs dan level inspeksi G-II maka kode sample size nya yaitu "K".

5. Tentukan jenis sampling plan (individual, double, atau multiple).

   Sampling plan yang digunakan yaitu individual sampling plans.

6. Tentukan accepted number (Ac) dan rejected number (Re) berdasarkan angka AQL dan sample size pada Tabel Master standar ANSI Z1.4.



Gambar 3.17 Penentuan nilai Ac dan Re

Karena perusahaan tidak dapat menerima produk yang reject, sehingga mengharuskan perusahaan untuk menggunakan batas maksimal 0 pcs untuk accepted number (Ac) dan batas maksimal 1 pcs untuk rejected number (Re). Sehingga sampel yang harus diperiksa sebanyak 32 pcs untuk produksi selama 2 shift dan untuk 2 mesin CNC atau 8 pcs/shift/mesin

7. Terapkan switching rule.
   Perusahaan masih menggunakan aturan normal.

3.6 Analisis

Hasil pengujian kesamaan rata-rata dimensi setiap karakter produk Roller PF model Lionel didapatkan rata-rata dimensi setiap karakter dari kedua mesin sama, sehingga pengolahan data mengenai kapabilitas proses dapat diwakili oleh salah satu mesin. Kapabilitas proses pada produk Roller PF model Lionel menunjukan bahwa terdapat sembilan proses pada karakter produk telah kapabel untuk memenuhi spesifikasi karena nilai C_p dan C_{pk} nya lebih dari 1,33. Karakter yang prosesnya telah kapabel tidak perlu diperiksa karena dapat memenuhi spesifikasi dan peluang produk dikatakan reject karena karakter produk yang telah kapabel mendekati nilai 0%. Perusahaan hanya perlu memeriksa karakter produk yang tidak kapabel dengan ukuran sampelnya harus sesuai dengan ketentuan dari perusahaan. Berdasarkan perencanaan penerimaan sampel didapatkan bahwa ukuran sampel pemeriksaan setiap shift adalah 8 pcs atau 2 pcs/ 2 jam.l Saran perbaikan ukuran sampel pemeriksaan produk Roller PF model Lionel dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Saran Perbaikan Ukuran Sampel Pemeriksaan

Karakter	Ukuran Sampel Pemeriksaan Sesuai Standar Perusahaan	Ukuran Sampel Pemeriksaan Aktual	Saran Perbaikan Ukuran Sampel Pemeriksaan
Karakter 1	8 Pcs/Shift	4 Pcs/Shift	-
Karakter 2			-

Tabel 3.4 Saran Perbaikan Ukuran Sampel Pemeriksaan (Lanjutan)

Karakter	Ukuran Sampel Pemeriksaan Sesuai Standar Perusahaan	Ukuran Sampel Pemeriksaan Aktual	Saran Perbaikan Ukuran Sampel Pemeriksaan
Karakter 3	8 Pcs/Shift	4 Pcs/Shift	8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)
Karakter 4			8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)
Karakter 5			8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)
Karakter 6			8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)
Karakter 7			-
Karakter 8			-
Karakter 9			-
Karakter 10			-
Karakter 11			-
Karakter 12			-
Karakter 13			8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)
Karakter 14			-
Karakter 15			8 Pcs/Shift (2 Pcs/2 Jam)

Berdasarkan saran perbaikan ukuran sampel pemeriksaan tersebut operator pemeriksaan hanya perlu memeriksa 6 karakter produk Roller PF model Lionel saja dan ukuran sampel pemeriksaannya telah sesuai dengan dengan standar perusahaan yaitu 2 pcs/ 2 jam. Untuk mengetahui waktu pemeriksaan setelah perbaikan dapat dihitung menggunakan metode rasio.

Perbandingan rasio waktu pemeriksaan dibandingkan dengan pemeriksaan menggunakan ukuran sampel sebanyak 1 pcs dan seluruh karakter produk diperiksa, waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan tersebut yaitu selama 135 menit. Perhitungan waktu pemeriksaan setiap karakter sebelum perbaikan adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu pemeriksaan setiap karakter} = \frac{\text{Total waktu pemeriksaan}}{\text{Jumlah sampel x Jumlah karakter}} = \frac{135 \text{ menit}}{1 \text{ pcs x } 15 \text{ karakter}} = 9 \text{ menit/karakter} \quad (13)$$

Setelah mendapatkan waktu pemeriksaan setiap karakter produk maka dapat dihitung waktu total pemeriksaan dengan saran perbaikan ukuran sampel dan karakter produk yang diperiksa yang disarankan. Perhitungan waktu total pemeriksaan sesuai dengan usulan perbaikan adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu total pemeriksaan} = \text{Waktu pemeriksaan setiap karakter} \times \text{Jumlah sampel} \times \text{Jumlah karakter} = 9 \text{ menit/karakter} \times 2 \text{ pcs x } 6 \text{ karakter} = 108 \text{ menit} \quad (14)$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka total waktu pemeriksaan dengan usulan perbaikan yang disarankan adalah selama 108 menit. Artinya usulan yang disarankan dapat mengurangi waktu pemeriksaan produk Roller PF model Lionel karena waktu total pemeriksaan telah kurang dari 2 jam dan ukuran sampel pemeriksaan dapat kembali sesuai dengan standar dari perusahaan.

4. KESIMPULAN

1. Rata-rata dimensi pada setiap karakter produk Roller PF model Lionel yang dihasilkan oleh kedua mesin CNC bubut sama, artinya analisis kapabilitas proses dapat diwakili oleh salah satu mesin.
2. Terdapat enam karakter Roller PF model Lionel yang prosesnya belum kapabel yaitu karakter 3, karakter 4, karakter 5, karakter 6, karakter 13, dan karakter 15 dengan nilai C_p dan C_{pk} kurang dari 1,33.
3. Karakter produk Roller PF model Lionel yang prosesnya telah kapabel tidak perlu dilakukan pemeriksaan karena peluang produk dikatakan reject karena karakter produk yang telah kapabel mendekati nilai 0%.
4. Pemeriksaan hanya perlu dilakukan terhadap enam karakter produk Roller PF model Lionel yang prosesnya tidak kapabel, ukuran sampel pemeriksaan harus disesuaikan dengan standar dari perusahaan yaitu 8 pcs/shift atau 2 pcs/2 jam.
5. Waktu pemeriksaan pada produk Roller PF model Lionel setelah dilakukan perbaikan menjadi 108 menit

DAFTAR PUSTAKA

Bothe, D. R. (1997). *Measuring Process Capability (Techniques and Calculations for Quality and Manufacturing Engineers)*. United States of America: The McGraw-Hill Companies.

Irawan, & Haryono, D. (2015). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung: ALFABETA.

Mitra, A. (2016). *Fundamentals of Quality Control and Improvement (4th ed.)*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.

Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics, II(1), 21-23.*

Wooluru, Y., Swamy, D., & Nagesh, P. (2014). The Process Capability Analysis - A Tool For Process Performance Measures And Metrics - A Case Study. *International Journal for Quality Research, 399-416*