

**PENENTUAN SAFETY STOCK BERDASARKAN SIMULASI JUMLAH  
PRODUK CACAT (STUDI KASUS PRODUK SAMBUNGAN PIPA DI PT.  
ANEKA ADHILOGAM KARYA)**

**Mega Inayati Rif'ah<sup>1)</sup>, Satrio Aji Pambudi<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup> Jurusan Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND  
Email: megainaya@akprind.ac.id, satriopvix@gmail.com

**ABSTRAK**

*PT. Aneka Adhilogam Karya adalah perusahaan pengecoran logam yang mengutamakan kualitas produk yang dihasilkannya. Salah satu produk yang dihasilkannya adalah sambungan pipa. Produksi produk tersebut adalah berdasarkan pesanan konsumen (make to order). Namun dalam memenuhi jumlah pesanan konsumen, perusahaan tersebut sering terkendala oleh jumlah produksi yang berkurang akibat produk cacat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan besarnya persediaan pengaman (safety stock), agar perusahaan dapat memenuhi jumlah pesanan konsumen, dan service level-nya mencapai 95%. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah 1) analisis pengendalian kualitas produk dengan Peta Kendali p, 2) peramalan jumlah produk cacat dengan menggunakan simulasi Monte Carlo, dan 3) penentuan jumlah safety stock. Hasil yang didapatkan adalah 1) jumlah produk cacat sambungan pipa masih dalam batas kendali, 2) peramalan jumlah produk cacat menggunakan simulasi Monte Carlo memiliki error sebesar 2,57, dan 3) jumlah safety stock yang disarankan untuk mengantisipasi adanya produk cacat adalah 6 unit.*

**Kata kunci:** *Persediaan, Simulasi Monte Carlo, Safety Stock, Service Level, Cacat Produk.*

**Pendahuluan**

Setiap industri manufaktur pasti memerlukan persediaan (*inventory*). Persediaan merupakan suatu hal yang melibatkan investasi terbanyak demi menunjang operasional suatu industri [1]. Persediaan adalah suatu sumber daya yang menganggur (*idle resource*) yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut. Persediaan bisa dalam bentuk bahan baku, bahan setengah jadi (*work in process*), maupun barang jadi (*finished good*). Persediaan dalam bentuk bahan baku diperlukan sebagai masukan proses awal, persediaan dalam bentuk bahan setengah jadi diperlukan untuk menjadi input proses lanjutan, dan persediaan dalam bentuk barang jadi merupakan produk yang siap untuk dijual atau didistribusikan kepada pengguna [2].

Persediaan dibutuhkan agar suatu industri mampu memenuhi permintaan konsumen baik dari sisi kualitas maupun kuantitas [3]. Persediaan barang jadi yang diproduksi oleh suatu industri harus memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan agar tidak mengecewakan konsumen dan menyebabkan kehilangan loyalitas konsumen. Hal ini mengingat kualitas barang jadi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kepuasan dan loyalitas konsumen [4], [5], [6].

Adanya produk cacat merupakan hal yang tidak dapat dihindari oleh suatu industri manufaktur, baik dengan jumlah yang masih dalam batas kendali maupun di luar batas kendali. Jika jumlah produk cacat melebihi batas kendali, maka dapat diinterpretasikan sebagai adanya kendala proses produksi yang tidak normal [7]. Jumlah produk cacat yang jumlahnya masih pada batas kendali, walaupun mengindikasikan proses produksi berjalan normal, tetap saja akan mengurangi jumlah persediaan barang jadi dengan kualitas sesuai ketentuan, yang diminta konsumen. Jumlah persediaan harus sesuai dengan jumlah permintaan konsumen. Jumlah persediaan produk melebihi jumlah permintaan konsumen, maka akan menyebabkan adanya biaya kelebihan persediaan (*overstock cost*), dan jika jumlah persediaan produk kurang dari jumlah permintaan konsumen, maka akan menyebabkan adanya biaya kekurangan persediaan (*out of stock cost*) [8], [9].

PT. Aneka Adhilogam Karya adalah salah satu industri pengecoran logam yang terletak di Klaten, Jawa Tengah. Produk yang dihasilkan perusahaan tersebut diantaranya adalah sambungan pipa air minum, komponen drainase dan komponen pendukung lainnya. PT. Aneka Adhilogam Karya memproduksi berdasarkan pesanan. Perusahaan ini dituntut untuk mampu memenuhi permintaan berupa pesanan konsumen tersebut sesuai dengan kualitas yang telah ditentukan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah menentukan besarnya jumlah persediaan pengaman (*safety stock*) berdasarkan jumlah produk cacat. Karena sifat sistem yang probabilistik, maka pada penelitian ini digunakan simulasi Monte Carlo.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PT. Aneka Adhilogam Karya. Adapun mekanisme penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan studi pustaka
- 2) Melakukan studi (observasi) lapangan (*pilot study*)
- 3) Menentukan permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan untuk diselesaikan
- 4) Mengumpulkan data jumlah produk cacat menggunakan *Check Sheet*.
- 5) Melakukan uji kecukupan data produk cacat
- 6) Melakukan analisis jumlah produk cacat menggunakan Peta Kendali p
- 7) Melakukan prediksi jumlah produk cacat di masa mendatang menggunakan simulasi Monte Carlo
- 8) Melakukan perencanaan jumlah persediaan pengaman (*safety stock*)

### Hasil dan Pembahasan

Data yang diambil adalah data jumlah cacat produk sambungan pipa di PT. Aneka Adhilogam Karya. Pengumpulan data cacat produk tersebut dilakukan menggunakan alat *Check Sheet*, pada data produksi selama 30 bulan. Hasil pengumpulan data cacat produk sambungan pipa beserta perhitungan proporsi cacatnya dapat dilihat pada Tabel 1. Data proporsi cacat produk sambungan pipa sebagaimana pada Tabel 1, kemudian diuji kecukupannya menggunakan Persamaan (1). Berdasarkan perhitungan kecukupan data menggunakan Persamaan (1), diperoleh jumlah data yang seharusnya diambil ( $N'$ ) = 25,8 ≈ 26 data. Maka jumlah data pengamatan yang telah diambil dinyatakan cukup, karena  $N' \leq N$ .

Tabel 1. Data Jumlah Cacat Produk Sambungan Pipa

Periode	Jumlah produksi	Jumlah cacat	Proporsi cacat	Periode	Jumlah produksi	Jumlah cacat	Proporsi cacat
1	300	13	0,04	16	300	5	0,02
2	290	7	0,02	17	306	6	0,02
3	310	9	0,03	18	290	9	0,03
4	330	6	0,02	19	300	5	0,02
5	300	7	0,02	20	310	7	0,02
6	310	9	0,03	21	290	8	0,03
7	340	11	0,03	22	310	9	0,03
8	290	6	0,02	23	290	5	0,02
9	300	8	0,03	24	330	7	0,02
10	310	9	0,03	25	300	10	0,03
11	330	7	0,02	26	340	8	0,02
12	290	6	0,02	27	280	7	0,03
13	320	9	0,03	28	310	6	0,02
14	300	8	0,03	29	300	11	0,04
15	310	12	0,04	30	320	7	0,02
<b>Total</b>		<b>9206</b>	<b>237</b>				

$$N' = \left[ \frac{k \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2 \tag{1}$$

Keterangan:

- $N'$  : jumlah minimum data yang seharusnya diambil
- $N$  : jumlah data yang telah diambil, dalam hal ini  $N = 30$
- $k$  : tingkat keyakinan, dalam hal ini diambil *confidence level* = 95%, sehingga  $k = 2$
- $s$  : derajat ketelitian, dalam hal ini diambil 10%, sehingga  $s = 0,1$
- $X$  : data pengamatan

Beberapa jenis cacat yang mungkin terjadi pada produk sambungan pipa pada PT. Aneka Adhilogam Karya ini adalah Retak, Sumbat Dinding, Porositas, Lubang, dan Penyusutan Dimensi. Dengan demikian produk sambungan pipa ini memiliki jenis cacat atribut, dan karena ukuran sampel tidak konstan (dapat dilihat pada Tabel 1), maka peta kendali yang digunakan adalah Peta Kendali p. Berikut ini adalah langkah-langkah pembuatan Peta Kendali p:

- 1) Kumpulkan data kecacatan produk.
- 2) Hitung nilai proporsi cacat ( $p$ ) untuk setiap *batch* (pengamatan,  $i$ ), menggunakan Persamaan (2).  

$$p_i = \frac{x_i}{n_i} \tag{2}$$
- 3) Hitung nilai rata-rata proporsi cacat, sebagai *center line* (CL), menggunakan Persamaan (3).  

$$\bar{p} = \frac{\sum x}{\sum n} \tag{3}$$
- 4) Hitung *upper center line* (UCL), menggunakan Persamaan (4).  

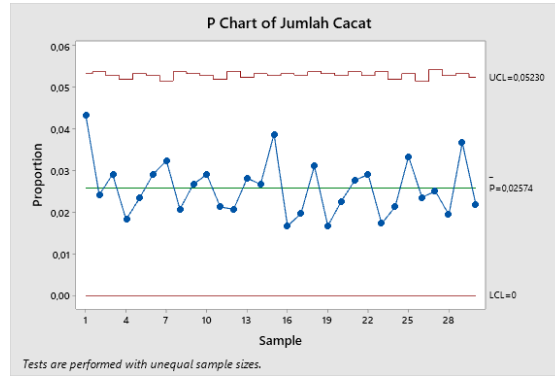
$$UCL_i = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \tag{4}$$
- 5) Hitung *lower center line* (LCL), menggunakan Persamaan (5).  

$$LCL_i = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n_i}} \tag{5}$$
- 6) Gambarkan Peta Kendali  $p$ .

Hasil perhitungan proporsi cacat, CL, UCL, dan LCL menggunakan Persamaan (2), (3), (4), dan (5), dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan nilai CL, UCL, dan LCL data produk cacat sambungan pipa pada Tabel 2 tersebut kemudian dibuat Peta Kendali  $p$ , sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semua proporsi cacat berada dalam batas kendali. Titik-titik tersebut memang tidak selalu stabil (tidak selalu berada sejajar dengan garis lurus CL) dikarenakan jalannya proses produksi dipengaruhi oleh hal-hal yang bersifat probabilistik, namun masih normal (berada antara UCL dan LCL). Dengan demikian, keseluruhan data (30 data) dapat digunakan untuk proses selanjutnya, yaitu peramalan jumlah cacat menggunakan simulasi Monte Carlo.

Tabel 2. Hasil perhitungan CL, UCL, dan LCL untuk Peta Kendali  $p$  Produk Sambungan Pipa

<b>Batch</b>	<b>Jumlah Produksi</b>	<b>Jumlah Cacat</b>	<b>Proporsi Cacat</b>	<b>CL</b>	<b>UCL</b>	<b>LCL</b>
1	300	13	0,04	0,026	0,053	0,000
2	290	7	0,02	0,026	0,054	0,000
3	310	9	0,03	0,026	0,053	0,000
4	330	6	0,02	0,026	0,052	0,000
5	300	7	0,02	0,026	0,053	0,000
6	310	9	0,03	0,026	0,053	0,000
7	340	11	0,03	0,026	0,052	0,000
8	290	6	0,02	0,026	0,054	0,000
9	300	8	0,03	0,026	0,053	0,000
10	310	9	0,03	0,026	0,053	0,000
11	330	7	0,02	0,026	0,052	0,000
12	290	6	0,02	0,026	0,054	0,000
13	320	9	0,03	0,026	0,052	0,000
14	300	8	0,03	0,026	0,053	0,000
15	310	12	0,04	0,026	0,053	0,000
16	300	5	0,02	0,026	0,053	0,000
17	306	6	0,02	0,026	0,053	0,000
18	290	9	0,03	0,026	0,054	0,000
19	300	5	0,02	0,026	0,053	0,000
20	310	7	0,02	0,026	0,053	0,000
21	290	8	0,03	0,026	0,054	0,000
22	310	9	0,03	0,026	0,053	0,000
23	290	5	0,02	0,026	0,054	0,000
24	330	7	0,02	0,026	0,052	0,000
25	300	10	0,03	0,026	0,053	0,000
26	340	8	0,02	0,026	0,052	0,000
27	280	7	0,03	0,026	0,054	0,000
28	310	6	0,02	0,026	0,053	0,000
29	300	11	0,04	0,026	0,053	0,000
30	320	7	0,02	0,026	0,052	0,000
<b>Jumlah</b>	<b>9206</b>	<b>237</b>				



Gambar 1. Peta Kendali p

Simulasi jumlah cacat produk sambungan pipa menggunakan simulasi Monte Carlo. Berikut ini adalah langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan simulasi Monte Carlo [10], [11]:

1. Menentukan distribusi probabilitas bagi variabel yang diteliti.
2. Menghitung distribusi probabilitas kumulatif bagi variabel tersebut.
3. Menetapkan interval bilangan acak bagi variabel tersebut berdasarkan distribusi probabilitas kumulatif.
4. Membangkitkan angka acak.
5. Mensimulasikan nilai variabel tersebut berdasarkan interval angka acak.

Langkah-langkah simulasi Monte Carlo tersebut, didapatkan hasil peramalan jumlah produk cacat sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan *safety stock* produk sambungan pipa dengan sejumlah produk cacat sebagaimana pada Tabel 3, maka dibutuhkan sejumlah *safety stock* untuk mengantisipasi terjadinya produk cacat tersebut. Digunakan Persamaan (6) untuk menentukan jumlah *safety stock* [12]. Berdasarkan Persamaan (6), maka didapatkan *safety stock* sebesar 6 unit produk sambungan pipa. Dengan demikian, untuk mengantisipasi adanya produk cacat pada setiap periode produksi, maka PT. Aneka Adhilogam Karya hendaknya memproduksi 6 unit produk lebih dari jumlah pesanan produk yang sebenarnya. Hal ini untuk menjaga agar performa pelayanan (*service level*) perusahaan terhadap permintaan konsumen dapat bertahan pada tingkat 95%.

$$SS = Z_{SL} \times 1,25MAD \tag{6}$$

Keterangan:

SS : *safety stock*

$Z_{SL}$  : nilai Z dari *service level* (SL) yang telah ditentukan, dalam hal ini SL = 95%, maka  $Z_{SL} = 1,645$

MAD : *Mean Absolute Deviation* dari hasil peramalan jumlah produk cacat, dalam hal ini adalah 2,57

Tabel 3. Hasil Peramalan Jumlah Produk Sambungan Pipa

Periode	Jumlah cacat	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	Angka acak	Simulasi
1	13	0,055	0,055	000 - 055	668	7
2	7	0,030	0,084	056 - 084	650	7
3	9	0,038	0,122	085 - 122	868	8
4	6	0,025	0,148	123 - 148	578	6
5	7	0,030	0,177	149 - 177	448	9
6	9	0,038	0,215	178 - 215	764	5
7	11	0,046	0,262	215 - 262	296	8
8	6	0,025	0,287	263 - 287	412	6
9	8	0,034	0,321	288 - 321	995	7
10	9	0,038	0,359	322 - 359	170	7
11	7	0,030	0,388	360 - 388	245	11
12	6	0,025	0,414	389 - 414	685	8
13	9	0,038	0,451	415 - 451	919	6
14	8	0,034	0,485	452 - 485	195	9
15	12	0,051	0,536	486 - 536	733	9
16	5	0,021	0,557	537 - 557	20	13
17	6	0,025	0,582	558 - 582	135	6

Tabel 3. Hasil Peramalan Jumlah Produk Sambungan Pipa (Lanjutan)

Periode	Jumlah cacat	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	Angka acak	Simulasi
18	9	0,038	0,620	583 - 620	249	11
19	5	0,021	0,641	621 - 641	928	11
20	7	0,030	0,671	642 - 671	444	9
21	8	0,034	0,705	672 - 705	354	9
22	9	0,038	0,743	706 - 743	385	7
23	5	0,021	0,764	744 - 764	118	9
24	7	0,030	0,793	765 - 793	603	9
25	10	0,042	0,835	794 - 835	537	5
26	8	0,034	0,869	836 - 869	477	8
27	7	0,030	0,899	870 - 899	425	9
28	6	0,025	0,924	900 - 924	500	12
29	11	0,046	0,970	925 - 970	142	6
30	7	0,030	1,000	971 - 999	881	7
Jumlah	237	1				244

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis pengendalian kualitas produk sambungan pipa menggunakan Peta Kendali p, dapat disimpulkan bahwa proporsi jumlah cacat produk tersebut masih berada dalam batas kendali. Artinya, proses produksi sambungan pipa tersebut masih dapat dikatakan berjalan dengan normal (wajar). Namun tetap saja jumlah produk cacat tersebut akan mengurangi jumlah produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Guna menjaga performansi layanan PT. Aneka Adhilogam Karya dalam memenuhi permintaan konsumen, sebesar 95%, maka disarankan agar PT. Aneka Adhilogam Karya dalam memproduksi sambungan pipa, melebihi jumlah produksinya 6 unit produk dari jumlah yang diminta konsumen.

### Daftar Pustaka

- [1] A. H. Nasution, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Guna Widya, 2003.
- [2] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*. Bandung: ITB, 2006.
- [3] D. Kushartini and I. Almahdy, "Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant Di Industri Kimia," *J. PASTI*, vol. 10, no. 2, pp. 217–234, 2016.
- [4] A. Afnina and Y. Hastuti, "Pengaruh Kualitas Produk terhadap Kepuasan Pelanggan," *J. Samudra Ekon. dan Bisnis*, vol. 9, no. 1, pp. 21–30, 2018.
- [5] D. Anggraeni, S. Kumadji, and S. Sunarti, "Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan dan Loyalitas Pelanggan ( Survei pada Pelanggan Nasi Rawon di Rumah Makan Sakinah Kota Pasuruan)," *J. Adm. Bisnis SI Univ. Brawijaya*, vol. 37, no. 1, pp. 171–177, 2016.
- [6] Y. H. Hayati and G. Sekartaji, "Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Di Restoran Bebek Dan Ayam Goreng Pak Ndut Solo," *JIMFE (Jurnal Ilm. Manaj. Fak. Ekon.*, vol. 1, no. 1, pp. 49–56, 2015.
- [7] Irwan and D. Haryono, *Pengendalian Kualitas Statistik*. Bandung: Alfabeta, 2015.
- [8] N. Apriyani and A. Muhsin, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity Dan Kanban Pada PT Adyawinsa Stamping Industries," *Opsi*, vol. 10, no. 2, p. 128, 2017.
- [9] K. Hidayat, J. Efendi, and R. Faridz, "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kerupuk Mentah Potato Dan Kentang Keriting Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ)," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 2, pp. 125–134, 2020.
- [10] Sumiati and Iriani, "Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo di UD. Selebriti," *Tekmapro J. Eng. Manag.*, vol. 12, no. 2, pp. 43–55, 2017.
- [11] R. J. Tersine, *Principles of Inventory and Materials Management*. Oklahoma: Prentice Hall International, Inc., 1994.
- [12] I. N. Pujawan, *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya, 2005.