

Evaluasi Rancangan Sampling pada Tahap *Incoming Quality Control* di PT. Genta Semar Mandiri

Amelia Kurnia Salwa dan Muhammad Mashuri
Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: m_mashuri@statistika.its.ac.id

Abstrak—PT. Genta Semar Mandiri melakukan proses inspeksi kualitas bahan baku TV LED pada tahap awal produksi atau disebut *Incoming Quality Control* menggunakan metode *acceptance sampling*. Rancangan sampling yang digunakan oleh Perusahaan yaitu Military Standard 105E-level II dengan tipe pengambilan sampel tunggal. Pemeriksa sering kali (25% dari keseluruhan proses inspeksi bahan baku) mengambil jumlah sampel melebihi ketentuan tabel pemeriksaan sehingga tidak efisien. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi rancangan sampling yang selama ini digunakan Perusahaan. Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan rancangan sampling yang digunakan oleh perusahaan saat ini dengan usulan metode rancangan sampling lainnya yaitu MIL STD 105E-*Double Sampling* dan Dodge-Romig. Pemilihan metode tersebut berdasarkan perlindungan terhadap risiko produsen maupun konsumen. Rancangan sampling yang tepat ditinjau dari bentuk Kurva OC, nilai risiko produsen (α) dan konsumen (β). Hasil evaluasi ini diharapkan dapat mengurangi kesalahan pengambilan keputusan pada pemeriksaan lot bahan baku di Perusahaan. Usulan yang disarankan adalah menggunakan rancangan sampling Dodge Romig-*Double Sampling* untuk kategori kerusakan *critical* (bahaya), *major* (besar) serta *minor* (kecil) dengan LTPD masing-masing sebesar 3%, 5%, dan 10%. Nilai risiko konsumen yang dihasilkan dibawah 20% sedangkan risiko produsen bernilai dibawah 11%.

Kata Kunci—*Acceptance Sampling, Bahan Baku, Dodge-Romig, Inspeksi Kualitas, Military Standard 105E.*

I. PENDAHULUAN

KUALITAS adalah keseluruhan fitur dan karakteristik sebuah barang atau jasa yang menggunakan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan penggunaannya. Pemeriksaan kesesuaian kualitas dengan kriteria yang telah ditetapkan dapat menggunakan inspeksi. Inspeksi berupa pengukuran, pengamatan maupun percobaan produk [1].

PT. Genta Semar Mandiri Semarang merupakan perusahaan elektronik di Indonesia dengan merk IKEDO. Proses pemeriksaan kualitas produk terbagi atas 4 tahap dimana setiap hasil inspeksi dituliskan pada *check sheet*. *Check sheet* adalah sebuah formulir yang dirancang untuk mencatat data hasil pemeriksaan.

Perusahaan menerima bahan baku produksi dari beberapa *supplier* dalam maupun luar negeri. Namun terkadang bahan baku yang datang dari *supplier* masih ditemukan adanya kecacatan produk. Ketidaksesuaian karakteristik produk dibagi menjadi 3 menurut dampak yang ditimbulkan yaitu *critical* (bahaya), *major* (besar) dan *minor* (kecil). Kecacatan produk dapat mengganggu alur produksi, ketika ditemukan bahan baku cacat maka produk tersebut dikembalikan ke *supplier* dan menyebabkan jumlah bahan baku yang seharusnya digunakan menjadi berkurang. Hal ini

mengindikasikan adanya risiko yang diterima oleh Perusahaan karena menerima produk yang tidak baik. Petugas inspeksi seringkali mengambil sampel melebihi ketentuan tabel inspeksi ketika dirasa jumlah sampel kurang.

Rancangan sampling Perusahaan saat ini yaitu Military Standard 105E-level II dengan tipe pengambilan sampel tunggal. Penelitian ini akan dilakukan evaluasi rancangan sampling Perusahaan untuk setiap kategori kerusakan bahan baku serta membandingkan dengan hasil usulan rancangan sampling. Terdapat beberapa jenis rancangan sampling atribut yaitu Military Standard 105E, Philip *Standard Sampling System*, Dodge Romig dan lain-lain. Pemilihan rancangan sampling terbaik ditinjau melalui bentuk Kurva OC yang mendekati bentuk Kurva OC ideal, nilai risiko produsen (α) dan risiko konsumen (β) yang optimal [2]. Dalam paper ini akan dibahas metode terpilih yaitu rancangan sampling yang menunjukkan hasil paling optimal ialah Military Standard 105E tingkat pemeriksaan umum dan Dodge Romig pada tipe pengambilan sampel tunggal maupun ganda. *Point of control* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil kesepakatan serta pemeriksaan yang dilakukan Perusahaan. Harapannya setelah melakukan evaluasi dapat diperoleh rancangan sampling terbaik, sehingga dapat mengurangi kesalahan pengambilan keputusan pada pemeriksaan lot bahan baku di Perusahaan.

II. METODE ANALISIS

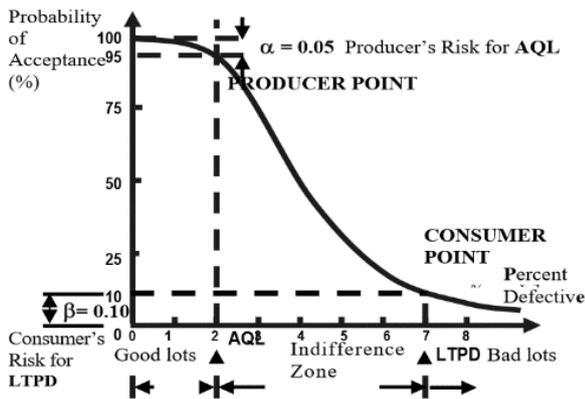
A. *Acceptance Sampling*

Sampling penerimaan yang juga dikenal sebagai inspeksi pengambilan sampel yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kualitas dari produk dengan spesifikasi yang telah ditentukan dengan cara memeriksa sampel dari lot produk. Sampling penerimaan bukan metode untuk memantau atau meningkatkan kualitas suatu proses [3].

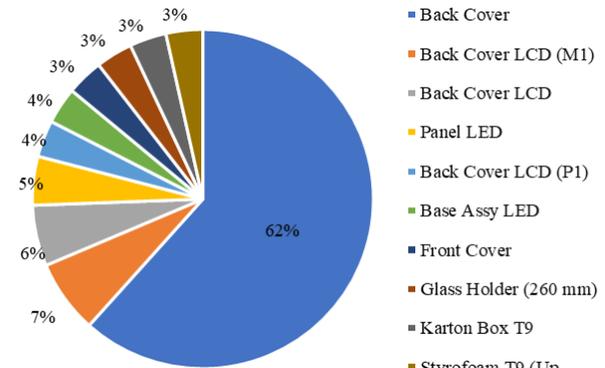
Sampling penerimaan digunakan pada beberapa kondisi pemeriksaan contohnya yaitu ketika produk yang diperiksa sangat banyak. Salah satu keuntungan dari penggunaan metode sampling penerimaan ialah memotivasi *supplier* untuk meningkatkan kualitas produknya. Sedangkan kerugian yang mungkin terjadi dalam pengaplikasian metode ini ialah adanya risiko untuk menerima lot cacat dan menolak lot baik [2].

B. *OC Curve*

Kurva karakteristik Operasi atau *OC Curve* merupakan suatu ukuran penting untuk mengukur kinerja dari rancangan sampling yang digunakan. *OC Curve* menggambarkan hubungan antara probabilitas penerimaan (P_a) pada sumbu Y



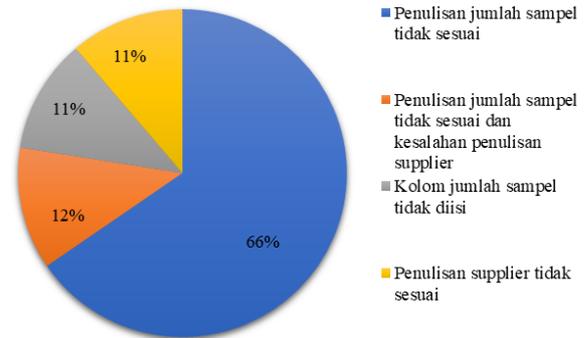
Gambar 3. OC Curve antara (AQL, 1- α) dan (LTPD, β) pada perencanaan sampling.



Gambar 1. Jumlah pembelian bahan baku perakitan TV LED pada periode Januari hingga Desember 2019.

Tabel 1. Variabel penelitian

Variabel	Kategori	Keterangan
X ₁	Critical (Bahaya)	Kerusakan yang dapat menyebabkan kebakaran atau apa saja yang dapat membahayakan hasil produk dan tidak memenuhi peraturan keselamatan
X ₂	Major (Besar)	Kerusakan yang kemungkinan besar mengakibatkan kegagalan atau mengurangi kekuatan (daya tahan) produk
X ₃	Minor (Kecil)	Kerusakan yang tidak mengakibatkan kegagalan atau mengurangi kekuatan (daya tahan) produk, atau sedikit kerusakan yang tidak mengandung kegagalan suatu produk (dapat diperbaiki)



Gambar 2. Evaluasi penulisan check sheet incoming quality control bahan baku perakitan TV LED pada Periode Januari-Desember 2019.

dengan proporsi produk cacat yang dihasilkan (*p*) pada sumbu X. Seleksi rancangan sampling terbaik dengan cara membandingkan hasil peluang penerimaan terhadap OC Curve ideal seperti Gambar 1 [2].

OC Curve tipe B menghitung probabilitas penerimaan untuk lot yang diasumsikan berukuran besar, distribusi sampling yang tepat untuk menghitung *P_a* adalah distribusi Binomial. Peluang untuk menemukan *d* produk cacat dari lot dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan (1).

$$P(d) = \binom{n}{d} p^d (1 - p)^{n-d} \tag{1}$$

Keterangan :

- P(d)* : peluang menemukan produk cacat dari lot
- d* : jumlah produk cacat yang diamati
- n* : jumlah sampel yang diambil
- p* : peluang produk cacat dalam lot

Rancangan sampling yang baik menunjukkan nilai risiko produsen maupun risiko konsumen yang minimum. Risiko produsen (*α*) yaitu risiko karena menolak produk yang berkualitas baik dalam lot, sedangkan risiko konsumen (*β*) yaitu risiko akibat menerima produk yang kualitasnya tidak baik dalam lot. Level kualitas yang biasanya ditetapkan perusahaan yaitu risiko konsumen sebesar 10 % dan risiko produsen sebesar 5% [4].

C. Sampling Penerimaan Atribut

Acceptance sampling by attribute digunakan untuk tipe data atribut, yaitu data hasil pengamatan kesesuaian karakteristik kualitas terhadap spesifikasi yang telah ditentukan. Terdapat berbagai macam teknik pengambilan

sampel berdasarkan jumlah sampel yang diambil untuk membuat keputusan penerimaan maupun penolakan lot [2].

Prosedur rancangan sampling tunggal adalah pengambilan keputusan suatu lot diterima atau ditolak berdasarkan informasi dari sampel berjumlah *n* yang diambil satu kali secara acak dari lot produk. Informasi jumlah produk yang tidak memenuhi spesifikasi (*d*) dari hasil pemeriksaan dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan. Apabila *d* ≤ *c* maka lot diterima, apabila *d* > *c* maka lot ditolak. Probabilitas penerimaan (*P_a*) pada rancangan sampling tunggal dapat dihitung menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$P_a = P(d \leq c) = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p^d (1 - p)^{n-d} \tag{2}$$

Keterangan :

- P_a* : probabilitas penerimaan lot
- c* : batas penerimaan produk cacat

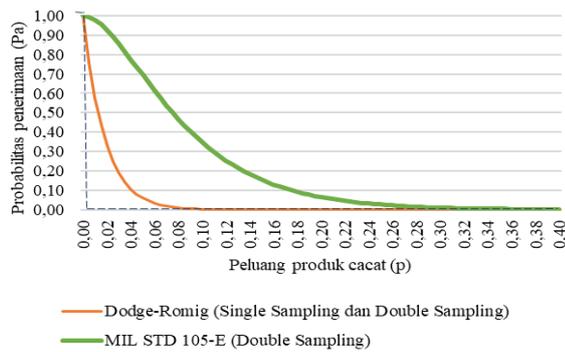
Istilah *Acceptable Quality Level* (AQL) adalah nilai persentase maksimum produk cacat yang dapat diterima oleh konsumen sebagai rata-rata proses. *Lot Tolerance Percent Defective* (LTPD) adalah batas maksimum toleransi yang diberikan konsumen terhadap proporsi produk cacat dalam lot, biasanya nilai LTPD berasal dari kesepakatan antara produsen dan konsumen. Nilai risiko dapat dirumuskan pada persamaan (3) dan (4).

$$1 - \alpha = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_1^d (1 - p_1)^{n-d} \tag{3}$$

$$\beta = \sum_{d=0}^c \frac{n!}{d!(n-d)!} p_2^d (1 - p_2)^{n-d} \tag{4}$$

Keterangan :

- p₁* : AQL (*Acceptable Quality Level*)
- p₂* : LTPD (*Lot Tolerance Percent Defective*)



Gambar 6. Kurva OC usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=100.

Tabel 2.
Usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=100

Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	55	0	-	-	0,014	0,187
DR-DS	55	0	-	-	0,014	0,187
MIL STD 105E-DS	13	0	13	1	0,001	0,855

Tabel 3.
Usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=500

Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	70	0	-	-	0,017	0,119
DR-DS	85	0	50	1	0,001	0,118
MIL STD 105E-DS	32	0	13	1	0,001	0,518

α : risiko produsen
 β : risiko konsumen

Keputusan yang diambil dalam rancangan sampling ganda (*Double Sampling Plan*) berdasarkan 2 kali pengambilan sampel [2]. Peluang penerimaan sampling ganda dapat dirumuskan pada persamaan (5).

$$P_a = P_a^I + P_a^{II} \tag{5}$$

$$P_a^I = P(d \leq c_1) = \sum_{d=0}^{c_1} \frac{n_1!}{d!(n_1-d)!} p_1^d (1-p_1)^{n_1-d} \tag{6}$$

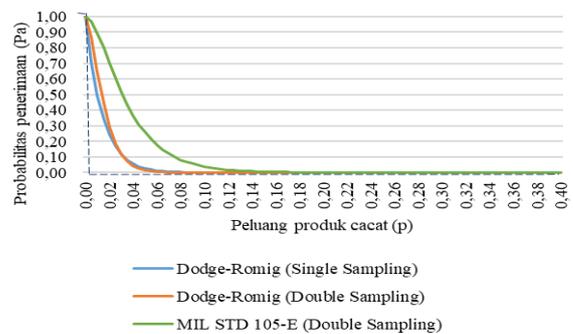
$$P_a^{II} = P(d_1 + d_2 \leq c_2) \tag{7}$$

Keterangan :

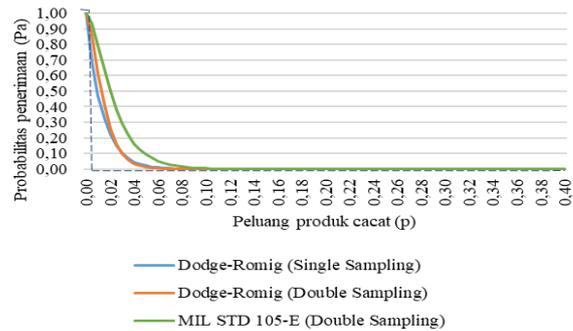
- P_a^I : probabilitas penerimaan pada sampel pertama
- P_a^{II} : probabilitas penerimaan pada sampel kedua
- n_1 : jumlah sampel pertama yang diperiksa
- n_2 : jumlah sampel kedua yang diperiksa
- c_1 : batas penerimaan produk cacat pada pemeriksaan tahap pertama
- c_2 : batas penerimaan produk cacat pada pemeriksaan tahap kedua
- d_1 : jumlah produk cacat pada sampel pertama
- d_2 : jumlah produk cacat pada sampel kedua

D. Rancangan Sampling Dodge Romig

H.F. Dodge dan H.G Romig telah mengembangkan sekumpulan tabel pemeriksaan sampel yang berguna untuk pemeriksaan produk *lot-by-lot* untuk karakteristik kualitas atribut. Aplikasi rancangan pengambilan sampel ini menekankan pada perlindungan LTPD. Tabel pemeriksaan memiliki indeks LTPD yang bernilai 0,5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, dan 10% [2]. Rata-rata proses yaitu proporsi rata-rata produk yang masuk tidak sesuai spesifikasi sedangkan



Gambar 4. Kurva OC usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=500.



Gambar 5. Kurva OC usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=1000.

Tabel 4.
Usulan rancangan sampling kategori *critical* untuk N=1000

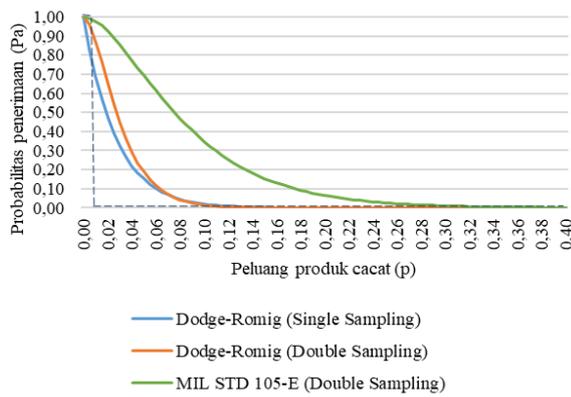
Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	75	0	-	-	0,019	0,102
DR-DS	90	0	55	1	0,001	0,098
MIL STD 105E-DS	50	0	50	1	0,001	0,292

AOQL (*Average Outgoing Quality Level*) adalah tingkat kualitas rata-rata terburuk dari produk yang dihasilkan [4]. Langkah-langkah yang digunakan dalam implementasi Dodge Romig ditunjukkan sebagai berikut.

1. Menentukan LTPD (*Lot Tolerance Percent Defective*).
2. Menentukan rata-rata proses (p).
3. Menentukan ukuran lot (N).
4. Menentukan tipe pengambilan sampel (*single* atau *double sampling plan*).
5. Mencari ukuran sampel (n), bilangan penerimaan (c) dan AOQL yang sesuai pada tabel Dodge romig berdasarkan parameter yang telah ditentukan (langkah ke-1 sampai ke-4).
6. Aplikasi rancangan sampling pada proses inspeksi dengan mengambil sampel sejumlah n dan mencatat jumlah produk yang cacat/tidak sesuai spesifikasi (d).

E. Military Standard 105E

Military standard 105E yang selanjutnya disebut MIL STD 105E memiliki 3 sifat inspeksi yaitu inspeksi normal, inspeksi ketat dan inspeksi longgar. Fokus utama MIL STD 105E adalah tingkat kualitas yang dapat diterima / AQL [2]. Langkah-langkah yang digunakan dalam implementasi MIL STD 105E sebagai berikut pertama, menentukan AQL (*Acceptable Quality Level*). Menetapkan tingkat pemeriksaan Khusus I, Khusus II, Khusus III, Khusus IV, Umum I, Umum II atau Umum III). Menentukan ukuran lot (N). Menentukan kode huruf yang sesuai dengan tingkat pemeriksaan yang dipilih (langkah ke-2) dan ukuran lot (langkah ke-3) dengan



Gambar 8. Kurva OC Usulan Rancangan Sampling Kategori *major* untuk N=100.

Tabel 5.

Usulan rancangan sampling kategori <i>major</i> untuk N=100.						
Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	37	0	-	-	0,214	0,150
DR-DS	44	0	21	1	0,061	0,187
MIL STD 105E-DS	13	0	13	1	0,010	0,694

Tabel 6.

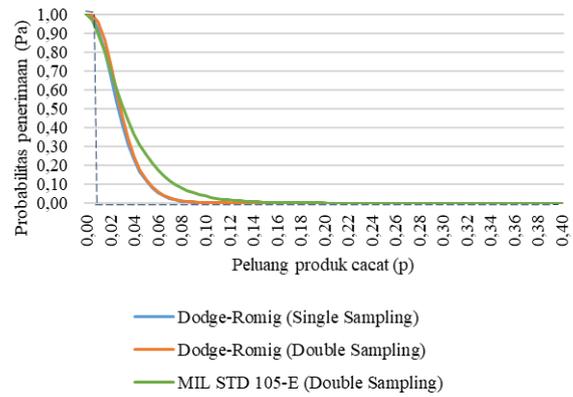
Usulan rancangan sampling kategori <i>major</i> untuk N=500.						
Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	100	2	-	-	0,028	0,118
DR-DS	55	0	80	3	0,011	0,124
MIL STD 105E-DS	32	0	32	1	0,050	0,257

menggunakan tabel *code letters*. Menentukan tipe pengambilan sampel (*single, double* atau *multiple sampling plan*) dan sifat pemeriksaan (*longgar, normal* atau *ketat*). Mencari ukuran sampel (n), bilangan penerimaan (c) dan angka penolakan (Re) yang sesuai pada tabel MIL STD 105E berdasarkan kode huruf (langkah ke-4) dan sifat pemeriksaan yang akan digunakan (langkah ke-5). Aplikasi rancangan sampling pada inspeksi berdasarkan jumlah produk yang cacat/tidak sesuai spesifikasi (d), bilangan penerimaan (c) dan penolakan (Re) [5].

F. *Sampling yang Digunakan oleh Perusahaan*

Pemeriksaan kualitas yang dilakukan oleh PT. Genta Semar Mandiri terdiri dari 4 tahap, yaitu *Incoming Quality Control (IQC)*, *Function Quality Control (FQC)*, *In Process Quality Control (IPQC)* dan *Outgoing Quality Control (OQC)*. Tahap IQC yaitu proses inspeksi atau pemeriksaan kualitas bahan baku yang datang dari *supplier*. Jumlah produk yang diperiksa dan keputusan penerimaan atau penolakan lot mengacu pada sistem sampling Military Standard 105E-level II-*Single Sampling Plan* dengan tipe inspeksi normal [6].

Pemeriksaan setiap bahan baku dilakukan menurut ketiga kategori kerusakan yang telah ditentukan oleh Perusahaan. Apabila salah satu karakteristik tidak memenuhi kriteria Perusahaan dalam batas jumlah yang telah ditentukan pada rancangan sampling, maka Perusahaan memutuskan untuk menolak lot tersebut dan mengembalikan lot bahan baku ke *supplier*. Laporan pemeriksaan merupakan jumlah banyaknya bahan baku yang tidak sesuai spesifikasi pada masing-masing kategori kerusakan dan hasil keputusan penerimaan atau penolakan lot.



Gambar 7. Kurva OC usulan rancangan sampling kategori *major* untuk N=500.

Tabel 7.

Usulan rancangan sampling kategori <i>major</i> untuk N=1000						
Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	105	2	-	-	0,032	0,100
DR-DS	55	0	115	4	0,005	0,110
MIL STD 105E-DS	50	0	50	1	0,108	0,092

Tabel 8.

Usulan rancangan sampling kategori <i>minor</i> untuk N=100						
Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	33	1	-	-	0,199	0,144
DR-DS	25	0	24	2	0,112	0,151
MIL STD 105E-DS	13	0	13	1	0,108	0,347

G. *Televisi IKEDO*

Produk Televisi dengan merk IKEDO mulai diproduksi sejak tahun 2014 dengan garansi produk selama 1 tahun. Terdapat beberapa tipe TV LED yang diproduksi, sebagian besar perbedaan setiap seri TV LED yaitu dari segi tampilan fisik, sedangkan penentuan harga berdasarkan model, ukuran serta fitur pada televisi.

Periode 29 Januari 19 Desember 2019 terdapat 3 tipe TV LED yang diproduksi. Pada seri M1 tersedia 3 ukuran TV yaitu 14 inch, 16 inch sampai dengan 23 inch. Begitu pula pada seri L2 tersedia 3 ukuran TV yaitu 15 inch 17 inch dan 20 inch. Sedangkan untuk seri P1 memiliki 5 ukuran TV antara lain 15 inch, 20 inch, 21 inch, 22 inch dan 24 inch.

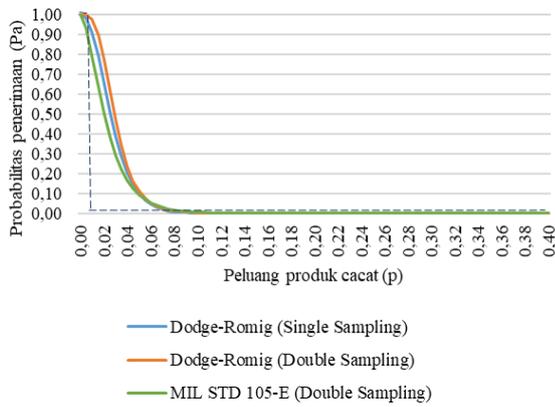
III. METODOLOGI PENELITIAN

A. *Sumber Data*

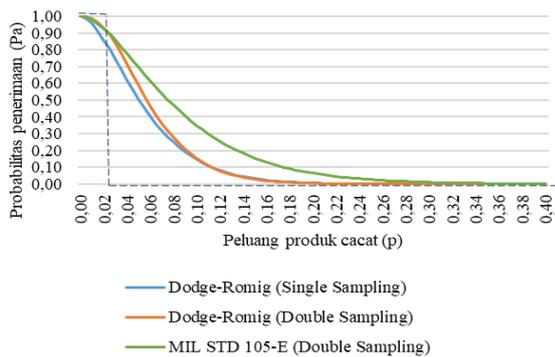
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder berupa laporan inspeksi bahan baku TV LED yang diperoleh dari divisi *Quality Control* PT. Genta Semar Mandiri Semarang. Data diambil pada periode inspeksi mulai tanggal 29 Januari 2019 sampai dengan 19 Desember 2019. Informasi dari divisi *Quality Control* yaitu prosedur operasional produksi juga sebagai pertimbangan dalam penelitian ini. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan sistem sampling Military Standard 105E-level II-*Single Sampling Plan* dengan tipe inspeksi normal.

B. *Variabel Penelitian*

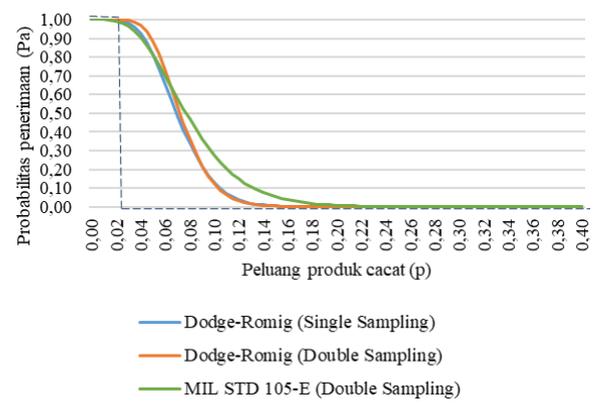
Bahan baku perakitan televisi antara lain *front cover, back cover, back cover LCD, power lens, base assy LED, karton*



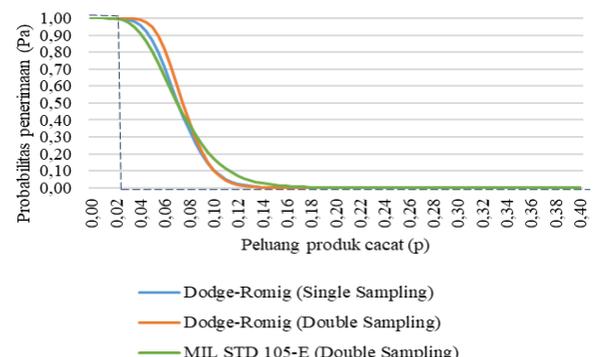
Gambar 11. Kurva OC usulan rancangan sampling kategori *major* untuk N=1000.



Gambar 12. Kurva OC Usulan Rancangan Sampling Kategori *Minor* untuk N=100.



Gambar 9. Kurva OC Usulan Rancangan Sampling Kategori *Minor* untuk N=500.



Gambar 10. Kurva OC Usulan Rancangan Sampling Kategori *Minor* untuk N=1000.

box, dan lain-lain. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu ketidaksesuaian karakteristik produk bahan baku seperti yang disajikan pada Tabel 1.

C. Langkah Analisis

Berikut ini adalah langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian.

1. Merumuskan masalah & tujuan penelitian.
2. Menginput & merapikan data.
3. Mendeskripsikan karakteristik data.
4. Menentukan *point of control* dan skenario ukuran lot (N) berdasarkan kesepakatan serta pemeriksaan yang dilakukan PT. Genta Semar Mandiri.
5. Membuat rancangan sampling Perusahaan menggunakan MIL STD 105E-*Single Sampling*.
6. Membuat usulan rancangan sampling menggunakan MIL STD 105E-*Double Sampling* serta Dodge Romig *Single* dan *Double Sampling*.
7. Melakukan pengukuran kinerja usulan rancangan sampling maupun evaluasi sampling yang saat ini digunakan oleh Perusahaan menggunakan Kurva OC dan perhitungan nilai risiko.
8. Membandingkan Kurva OC, nilai risiko produsen dan nilai risiko konsumen untuk setiap jenis rancangan sampling.
9. Menentukan rancangan sampling terbaik.
10. Menarik kesimpulan dan memberikan saran.

IV. ANALISIS & PEMBAHASAN

A. Karakteristik Variabel

Setiap lot bahan baku yang datang diambil sampel untuk pengambilan keputusan penerimaan atau penolakan lot berdasarkan kriteria yang ditetapkan Perusahaan. Hasil

pemeriksaan lot bahan baku dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa bahan baku yang paling banyak ditolak yaitu *back cover* yaitu sebesar 62% dari keseluruhan lot yang ditolak atau sebanyak 53 lot ditolak. Kerusakan yang ditemukan tergolong kategori kerusakan *major* yaitu adanya goresan pada bahan baku, bentuk cetakan tidak sempurna, warna cat berbeda dan silver yang harus diperbaiki dengan cara dipoles menggunakan semir hitam. Adanya goresan umumnya terjadi karena proses pengiriman, dimana bahan baku terkena guncangan selama perjalanan maupun posisi sekat antar produk yang berubah.

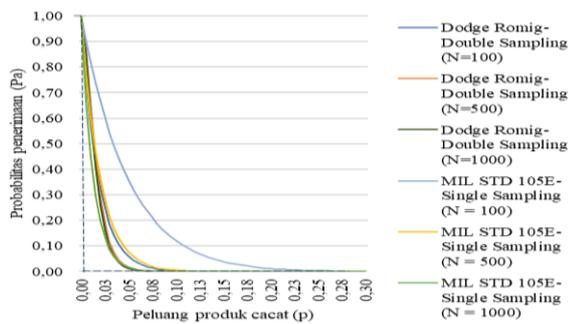
Hasil inspeksi bahan baku PT. Genta Semar Mandiri dituliskan pada lembar *check sheet*. Berikut ini adalah beberapa kesalahan penulisan *check sheet* selama proses inspeksi bahan baku periode produksi Januari hingga Desember 2019.

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah terjadinya kesalahan paling banyak yaitu kesalahan penulisan jumlah sampel sebanyak 66% dari keseluruhan kesalahan yang terjadi atau 157 kali penulisan. Dimana jumlah sampel yang dituliskan tidak sesuai dengan tabel inspeksi yang telah ditentukan. Ada 2 faktor penyebab kesalahan penulisan yaitu pemeriksa salah dalam melihat tabel atau pemeriksa menginginkan sampel dengan jumlah lebih banyak.

Selanjutnya akan dilakukan evaluasi dan pembuatan usulan rancangan sampling menurut 3 skenario ukuran lot sebagai pembanding yaitu 100, 500 dan 1000 unit.

B. Usulan Rancangan Sampling Kategori Kerusakan *Critical (Bahaya)*

Usulan rancangan sampling yang akan diberikan kepada PT. Genta Semar Mandiri menggunakan metode Dodge Romig dan MIL STD 105E-*Double Sampling* dimana



Gambar 15. Perbandingan kurva OC evaluasi rancangan sampling kategori *critical*.

Tabel 9.

Usulan rancangan sampling kategori *minor* untuk N=500

Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	110	7	-	-	0,007	0,130
DR-DS	60	2	105	11	0,001	0,123
MIL STD 105E-DS	32	1	32	4	0,019	0,270

Tabel 10.

Usulan rancangan sampling kategori *minor* untuk N=1000

Metode Pengambilan Sampel	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β
DR-SS	150	10	-	-	0,001	0,106
DR-DS	90	4	150	17	0,001	0,104
MIL STD 105E-DS	50	2	50	6	0,010	0,174

Tabel 11.

Perbandingan parameter dan kinerja rancangan sampling untuk kategori kerusakan *critical*

No.	Rancangan Usulan						Rancangan Perusahaan			
	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β	n	c	α	β
1	55	0	-	-	0,01	0,19	20	0	0,01	0,54
2	85	0	50	1	0,01	0,12	50	0	0,01	0,22
3	90	0	55	1	0,01	0,10	80	0	0,02	0,09

masing-masing metode memiliki tingkat pemeriksaan yang berbeda-beda. Nilai AQL dan LTPD yang digunakan berturut-turut adalah 0,025% dan 3%.

1) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 100 Unit

Sesuai tingkat pemeriksaan yang digunakan maka diperoleh parameter pengambilan sampel seperti Tabel 2.

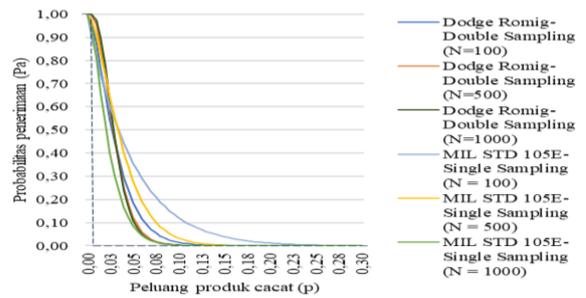
Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai risiko optimum terdapat pada rancangan sampling Dodge Romig-Double Sampling karena memiliki nilai risiko konsumen (β) yang lebih kecil dibandingkan usulan rancangan sampling lainnya serta nilai risiko produsen yang tidak terlalu besar. Dimana nilai risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 0,187.

Kurva OC menunjukkan hubungan peluang produk cacat dengan probabilitas penerimaan dari rancangan sampling.

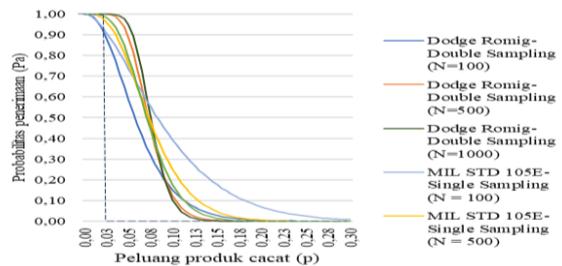
Gambar 4 menunjukkan pemeriksaan kategori kerusakan *critical* (bahaya) dengan lot berukuran 100 unit memiliki kurva terbaik pada pemeriksaan menggunakan Dodge Romig-Double Sampling, karena bentuk Kurva OC memiliki bentuk mendekati Kurva OC ideal.

2) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 500 Unit

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui pada rancangan sampling Dodge Romig-Double Sampling memiliki nilai risiko konsumen (β) serta risiko produsen (α) yang paling kecil. Rancangan tersebut memiliki nilai risiko ditolak bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,001.



Gambar 13. Perbandingan kurva OC evaluasi rancangan sampling kategori *major*.



Gambar 14. Perbandingan kurva OC evaluasi rancangan sampling kategori *minor*.

Tabel 12.

Perbandingan parameter dan kinerja rancangan sampling untuk kategori kerusakan *major*

No.	Rancangan Usulan						Rancangan Perusahaan			
	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β	n	c	α	β
1	44	0	21	1	0,06	0,19	20	0	0,12	0,36
2	55	0	80	3	0,01	0,12	50	1	0,04	0,28
3	55	0	115	4	0,01	0,11	80	1	0,10	0,09

Tabel 13.

Perbandingan parameter dan kinerja rancangan sampling untuk kategori kerusakan *minor*.

No.	Rancangan Usulan						Rancangan Perusahaan			
	n_1	c_1	n_2	c_2	α	β	n	c	α	β
1	25	0	24	2	0,11	0,15	20	1	0,09	0,39
2	60	2	105	11	0,01	0,12	50	3	0,04	0,25
3	90	4	150	17	0,01	0,10	80	5	0,02	0,18

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, Dodge Romig-Double Sampling merupakan rancangan sampling yang memiliki Kurva OC terbaik untuk pemeriksaan kategori kerusakan *critical* (bahaya) dengan lot berukuran 500 unit. Probabilitas penerimaan lot bahan baku dari *supplier* adalah 0,118 atau 11,8% pada tingkat pemeriksaan LTPD 3%.

3) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 1000 Unit

Parameter ukuran sampel dan angka penerimaan kategori kerusakan *critical* (bahaya) untuk lot berukuran 1000 unit ditunjukkan pada Tabel 4.

Sama halnya seperti rancangan sampling untuk 500 unit, nilai risiko yang paling kecil terdapat pada Dodge Romig – Double Sampling. Rancangan tersebut memiliki nilai risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 0,098 serta nilai risiko ditolak bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,001.

Berdasarkan Gambar 6 Kurva OC Dodge Romig-Double Sampling memiliki bentuk kurva yang paling mendekati bentuk Kurva OC ideal. Nilai probabilitas penerimaan (P_a) lot bahan baku pada rancangan tersebut sebesar 0,098 atau 9,8% pada tingkat pemeriksaan LTPD 3%. Tingkat pemeriksaan pada lot berukuran 1000 unit lebih ketat

dibandingkan dengan sesama rancangan Dodge Romig-*Double Sampling* untuk ukuran lot yang lebih kecil.

Oleh karena itu berdasarkan bentuk Kurva OC, nilai risiko produsen dan nilai risiko konsumen yang diperoleh pada beberapa usulan rancangan sampling diatas, maka Dodge Romig-*Double Sampling* dapat disarankan dalam proses inspeksi bahan baku untuk kategori kerusakan *critical* (bahaya) pada seluruh skenario ukuran lot.

C. Usulan Rancangan Sampling Kategori Kerusakan Major (Besar)

Terdapat beberapa usulan rancangan sampling yang dapat dijadikan alternatif bagi Perusahaan dalam melakukan inspeksi bahan baku. Nilai AQL dan LTPD yang digunakan berturut-turut adalah 0,65% dan 5% untuk pemeriksaan kategori kerusakan *major* (besar).

1) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 100 Unit

Parameter rancangan sampling kategori kerusakan *major* untuk lot berukuran 100 unit ditunjukkan pada Tabel 5. Dapat dilihat pada Tabel 5 bahwa nilai risiko optimum yaitu rancangan sampling Dodge Romig-*Double Sampling* karena memiliki nilai risiko produsen maupun konsumen yang cukup kecil. Pemeriksaan kategori kerusakan *major* pada rancangan tersebut memiliki nilai risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 0,187.

Gambar 7 menunjukkan bahwa Kurva OC rancangan Dodge Romig-*Double Sampling* menyerupai bentuk Kurva OC ideal dan lebih curam kurvanya dibandingkan Kurva OC Dodge Romig-*Single Sampling*. Nilai probabilitas penerimaan sebesar 0,149 atau 14,9% pada tingkat pemeriksaan Dodge Romig-*Single Sampling* yaitu LTPD 5%.

2) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 500 Unit

Sesuai tingkat pemeriksaan yang digunakan, diperoleh parameter berupa ukuran sampel dan angka penerimaan kategori kerusakan *major* (besar) untuk lot sebesar 500 unit seperti pada Tabel 6 yang menunjukkan bahwa nilai risiko produsen (α) paling kecil yaitu rancangan sampling Dodge Romig-*Double Sampling*, rancangan tersebut memiliki nilai risiko optimum karena nilai risiko produsen maupun konsumen yang cukup kecil. Pemeriksaan kategori kerusakan *major* pada rancangan tersebut memiliki nilai risiko ditolaknyanya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,011.

Gambar 8 menunjukkan bahwa Dodge Romig-*Double Sampling* merupakan rancangan sampling yang memiliki Kurva OC terbaik. Nilai probabilitas penerimaan terhadap bahan baku yang dikirim oleh *supplier* adalah 0,124 atau 12,4% pada tingkat pemeriksaan Dodge Romig-*Double Sampling* yaitu LTPD 5%. Nilai ini menunjukkan angka penerimaan lot bahan baku yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai probabilitas penerimaan untuk lot berukuran 100 unit.

3) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 1000 Unit

Parameter rancangan sampling yang digunakan dalam pemeriksaan kategori kerusakan *major* (besar) dengan lot berukuran 1000 unit dapat dilihat pada Tabel 7. Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil evaluasi atau pengukuran kinerja seluruh usulan rancangan sampling yang memiliki nilai risiko produsen (α) dan nilai risiko konsumen, (β) optimum adalah rancangan Dodge Romig-*Double Sampling*. Nilai risiko

diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 0,110 serta nilai risiko ditolaknyanya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,005 pada rancangan sampling tersebut. Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa Kurva OC rancangan Dodge Romig-*Double Sampling* menyerupai bentuk Kurva OC ideal dan lebih curam kurvanya dibandingkan dengan Kurva OC Military Standard 105E-*Double Sampling*.

Oleh karena itu berdasarkan bentuk Kurva OC, nilai risiko produsen dan konsumen yang diperoleh pada beberapa usulan rancangan sampling diatas, maka Dodge Romig-*Double Sampling* dapat disarankan dalam proses inspeksi bahan baku kategori kerusakan *critical* (bahaya).

D. Usulan Rancangan Sampling Kategori Kerusakan Minor (Kecil)

Tingkat pemeriksaan pengambilan sampel untuk kategori kerusakan *minor* (kecil) yaitu menggunakan AQL dan LTPD masing-masing sebesar 2,5% dan 10%.

1) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 100 Unit

Parameter rancangan sampling diperoleh melalui tabel pemeriksaan ditunjukkan pada Tabel 8. Nilai risiko optimum terdapat pada rancangan sampling Dodge Romig-*Double Sampling* karena memiliki nilai risiko konsumen dan produsen yang cukup kecil dibandingkan usulan lainnya. Pemeriksaan kategori kerusakan *minor* pada rancangan tersebut memiliki nilai risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 0,151.

Bentuk Kurva OC pada Gambar 10 menunjukkan Kurva OC rancangan Dodge Romig-*Double Sampling* menyerupai bentuk Kurva OC ideal dan lebih curam kurvanya dibandingkan dengan Kurva OC Dodge Romig-*Single Sampling*. Nilai probabilitas penerimaan usulan rancangan sampling tersebut sebesar 0,144 pada tingkat pemeriksaan Dodge Romig-*Single Sampling* yaitu LTPD 10%.

2) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 500 Unit

Berdasarkan Tabel 9. dapat diketahui bahwa nilai risiko produsen (α) dan nilai risiko konsumen (β) yang minimum ialah rancangan sampling Dodge Romig-*Double Sampling*. Dimana untuk kategori kerusakan *minor* (kecil) pada rancangan tersebut memiliki nilai risiko ditolaknyanya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,001.

Gambar 11. menunjukkan bahwa metode pengambilan sampel Dodge Romig-*Double Sampling* merupakan rancangan sampling yang memiliki Kurva OC terbaik. Nilai probabilitas penerimaan terhadap bahan baku dari *supplier* adalah 0,123 atau 12,3% pada tingkat pemeriksaan Dodge Romig-*Double Sampling* yaitu LTPD 10%.

3) Usulan Rancangan Sampling pada Lot Sebesar 1000 Unit

Sesuai tingkat pemeriksaan yang digunakan maka diperoleh parameter pengambilan sampel seperti Tabel 10. Tabel 10 menunjukkan bahwa dari hasil kinerja seluruh usulan rancangan sampling yang memiliki nilai risiko minimum adalah rancangan Dodge Romig-*Double Sampling*. Rancangan tersebut memiliki nilai risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dan nilai risiko ditolaknyanya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 0,104 dan 0,001.

Gambar 12 menunjukkan bahwa Kurva OC terbaik untuk pemeriksaan bahan baku ialah metode pengambilan sampel Dodge Romig-*Double Sampling*. Nilai probabilitas

penerimaan lot bahan baku pada rancangan tersebut sebesar 0,1038 atau 10,38% pada tingkat pemeriksaan LTPD 10%. Pemeriksaan pada lot berukuran 1000 unit lebih ketat pemeriksaannya dibandingkan sesama rancangan Dodge Romig-Double Sampling untuk ukuran lot yang lebih kecil.

Oleh karena itu, nilai risiko produsen dan nilai risiko konsumen yang diperoleh pada beberapa usulan rancangan sampling diatas, maka Dodge Romig-Double Sampling dapat disarankan dalam proses inspeksi bahan baku untuk kategori kerusakan *minor* (kecil).

E. Perbandingan Hasil Usulan Rancangan Sampling dengan Evaluasi Rancangan Sampling Perusahaan

1) Perbandingan untuk Kategori Kerusakan Critical (Bahaya)

Perbandingan parameter serta evaluasi usulan rancangan sampling dan sampling Perusahaan seperti Tabel 11. Tabel 11 menunjukkan bahwa rancangan sampling Perusahaan menggunakan Military Standard 105E-Single Sampling diperoleh nilai risiko produsen (α) sangat kecil, namun nilai risiko konsumen (β) sangat besar begitu pula untuk lot ukuran 500 unit pun demikian. Sedangkan untuk lot ukuran 1000 unit diperoleh nilai risiko yang sudah ideal yaitu risiko (α) ditolaknya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 2% dan risiko (β) diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 9%. Sehingga diberikan usulan rancangan sampling menggunakan Dodge Romig-Double Sampling. Usulan rancangan sampling memiliki risiko konsumen (β) bernilai kurang dari 20%. Berdasarkan nilai risiko yang diperoleh maka usulan rancangan sampling memiliki nilai risiko yang lebih optimum untuk kategori kerusakan *critical* (bahaya). Berdasarkan Gambar 13 Kurva OC usulan rancangan sampling digambarkan dengan warna yang lebih pekat dibandingkan rancangan sampling Perusahaan. Berdasarkan Kurva OC diatas dapat dilihat bahwa kinerja dari rancangan sampling yang diusulkan untuk kategori kerusakan *critical* (bahaya) yaitu Dodge Romig-Double Sampling lebih baik dibandingkan dengan Kurva OC rancangan sampling Perusahaan.

2) Perbandingan untuk Kategori Kerusakan Major (Besar)

Perbandingan parameter pengambilan sampel serta evaluasi dari usulan rancangan sampling dan sampling yang diterapkan oleh Perusahaan tertera pada Tabel 12 rancangan sampling Perusahaan untuk lot ukuran 100 unit diperoleh nilai risiko produsen (α) cukup kecil, namun nilai risiko konsumen, (β) sangat besar begitu pula untuk lot ukuran 500 unit pun demikian. Sedangkan untuk lot ukuran 1000 unit diperoleh nilai risiko produsen cukup kecil yaitu ditolaknya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 9,58% dan risiko konsumen yang sudah ideal yaitu risiko diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 8,605%. Sehingga dapat diusulkan rancangan sampling menggunakan Dodge Romig-Double Sampling. Evaluasi pada usulan rancangan sampling memiliki nilai risiko konsumen maupun produsen yang cenderung lebih kecil dibandingkan dengan nilai risiko rancangan sampling Perusahaan. Selanjutnya ditinjau melalui bentuk Kurva OC seperti pada Gambar 14. Bentuk Kurva OC dari usulan rancangan sampling untuk kategori kerusakan *major* (besar) lebih mendekati bentuk Kurva OC ideal dibandingkan

dengan rancangan sampling Perusahaan. Apabila peluang produk cacat yang ditemukan kurang dari 0,02 untuk lot berukuran 100 unit maupun kurang dari 0,025 untuk lot berukuran 500 unit, rancangan sampling Perusahaan lebih ketat dalam pemeriksaan kategori kerusakan *major* (besar).

3) Perbandingan untuk Kategori Kerusakan Minor (Kecil)

Perbandingan parameter pengambilan sampel serta evaluasi dari usulan rancangan sampling dan sampling yang diterapkan oleh Perusahaan seperti pada Tabel 13 yang menunjukkan bahwa rancangan sampling kategori kerusakan *minor* (kecil) untuk lot ukuran 100 unit diperoleh nilai risiko produsen (α) cukup kecil, namun nilai risiko konsumen (β) sangat besar begitu pula untuk lot ukuran 500 unit pun demikian. Sedangkan untuk lot ukuran 1000 unit diperoleh nilai risiko produsen sangat kecil yaitu risiko (α) ditolaknya bahan baku berkualitas baik dalam suatu lot sebesar 1,521% dan risiko konsumen (β) yang cukup besar yaitu diterimanya bahan baku berkualitas buruk dalam suatu lot sebesar 17,692%. Apabila Perusahaan menginginkan nilai risiko produsen (α) dan nilai risiko konsumen (β) yang relatif kecil dapat menggunakan rancangan sampling yang diusulkan yaitu Dodge Romig-Double Sampling.

Gambar 15 menunjukkan bahwa bentuk Kurva OC dari usulan rancangan sampling untuk kategori kerusakan *minor* (kecil) lebih mendekati bentuk Kurva OC ideal daripada rancangan sampling Perusahaan. Oleh karena itu berdasarkan nilai risiko dan evaluasi Kurva OC, usulan rancangan sampling menggunakan Dodge Romig-Double Sampling pada tingkat pemeriksaan LTPD 10% dapat dijadikan saran untuk Perusahaan sebagai acuan dalam inspeksi bahan baku untuk kategori kerusakan *minor* (kecil).

V. KESIMPULAN

Evaluasi kinerja rancangan sampling yang diterapkan oleh Perusahaan menggunakan Military Standard 105E-Single Sampling menunjukkan nilai risiko konsumen yang sangat besar yaitu bernilai 8,6% sampai dengan 54,4%. Sedangkan nilai risiko produsen yang dihasilkan cukup besar pula yaitu bernilai kisaran 0,5% sampai dengan 12,2%. Dibandingkan dengan rancangan sampling Perusahaan, metode pengambilan sampel Dodge Romig-Double Sampling untuk kategori kerusakan *critical* (bahaya), *major* (besar) serta *minor* (kecil) merupakan rancangan yang lebih optimum. Nilai risiko konsumen yang diperoleh sekitar 10% sampai dengan 20% serta rentang nilai risiko produsen yaitu antara 1% hingga 11%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Heizer and B. Render, *Operations Management*, 11th ed. Jakarta: Salemba Empat, 2016.
- [2] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*. New Jersey: Wiley, 2019.
- [3] G. Shmueli, *Practical Acceptance Sampling*. Florida: Axelrod Schnall Publishers, 2016.
- [4] E. G. Schilling and D. V. Neubauer, *Acceptance Sampling in Quality Control*. Florida: Crc Press, 2017.
- [5] H. Hamaker, J. Taudin Chabot, and F. Willemze, "The practical application of sampling inspection plans and tables," *Philips Tech. Rev.*, vol. 11, no. 12, pp. 362–370, 1950.
- [6] H.-J. Mittag and H. Rinne, *Statistical Methods of Quality Assurance*. Oxfordshire: Routledge, 2018.