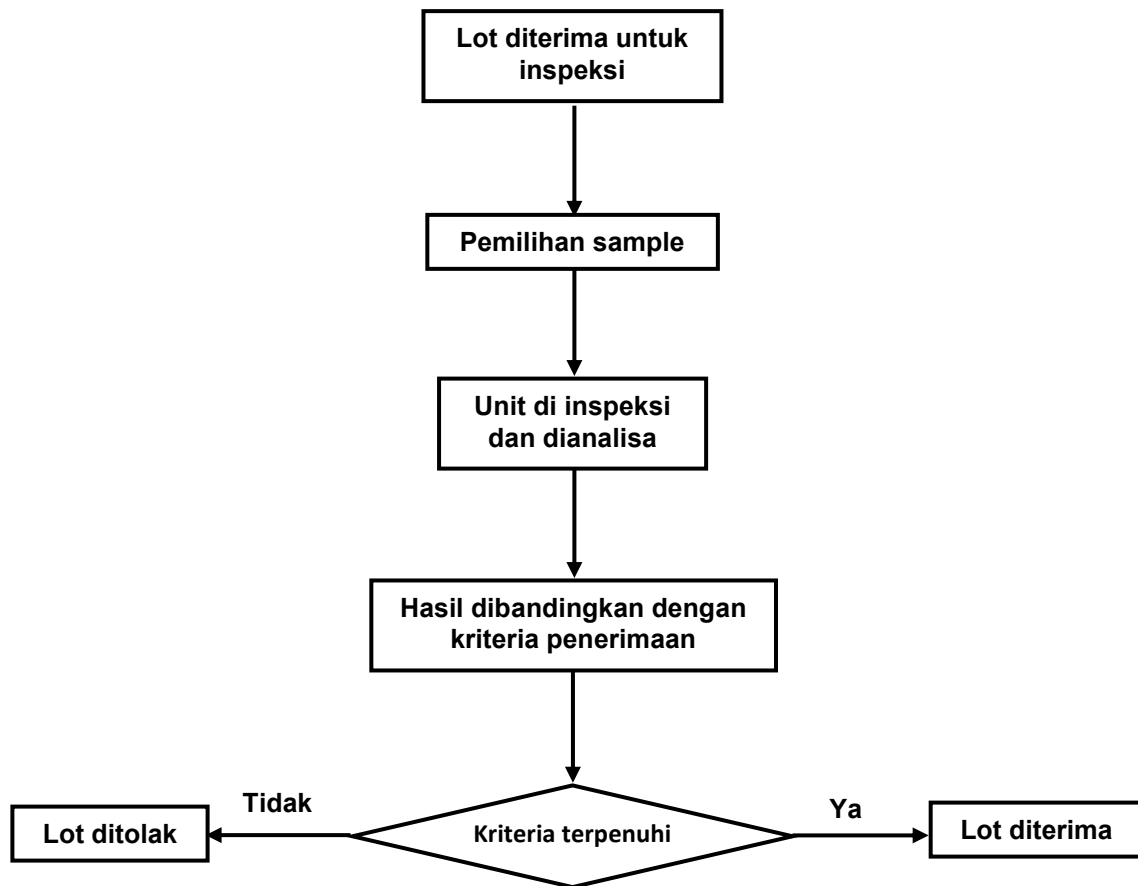


Acceptance Sampling

Acceptance sampling adalah prosedur penerimaan dan penolakan kiriman barang dengan memeriksa sample dari lot. Lot adalah kumpulan dari produk yang dianggap homogen yang dihasilkan dari proses yang sama. Pada sample dengan jumlah unit yang sudah ditentukan yang diambil secara acak dari lot dilakukan pemeriksaan terhadap suatu karakteristik kualitas tertentu. Sample yang diambil dari lot ini bisa satu atau lebih tergantung sampling plan yang dipilih. Berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya, diputuskan apakah lot akan diterima atau tidak. Secara umum prosedur acceptance sampling ditunjukkan pada gambar 1.

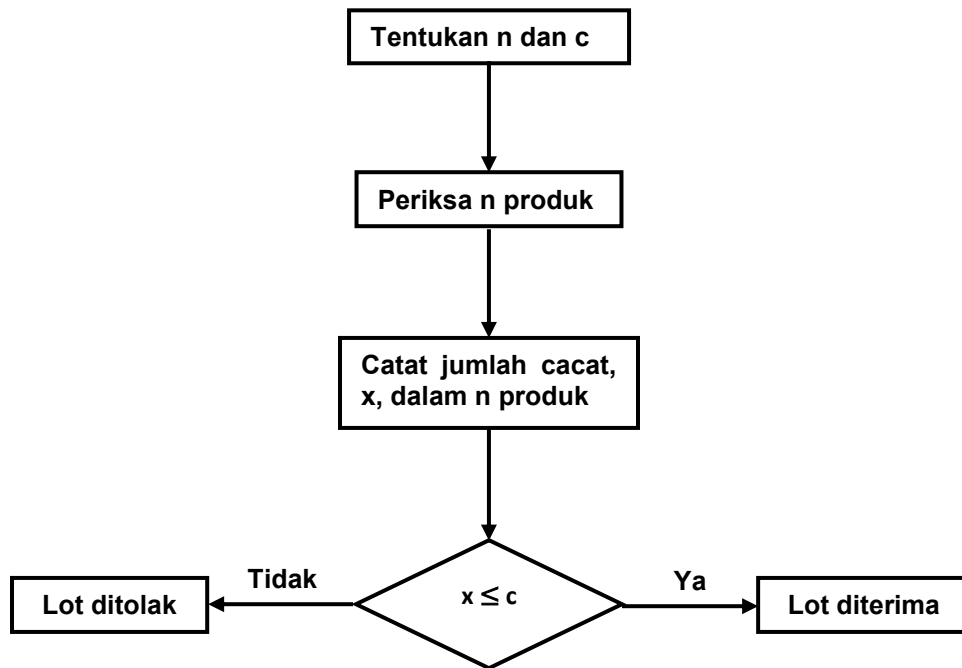


Gambar 1 : Prosedur Acceptance Sampling

Single Sampling Plan

Suatu prosedur yang digunakan untuk menerima atau menolak kiriman barang dengan hanya mengamati sebuah sample saja. Apabila seorang supplier atau pemasok datang dengan membawa sebuah lot, maka dari lot ini akan diambil sebuah sample sejumlah n

unit secara acak dan dilakukan inspeksi sesuai yang dibutuhkan. Apabila pada pengamatan sejumlah n unit barang ini ditemukan cacat maksimal sebesar c unit, maka lot diterima, apabila ditemukan cacat lebih besar dari c , maka lot ditolak. Prosedur single sampling plan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 : Prosedur Single Sampling Plan

Penggambaran Operating Characteristic (OC) curve

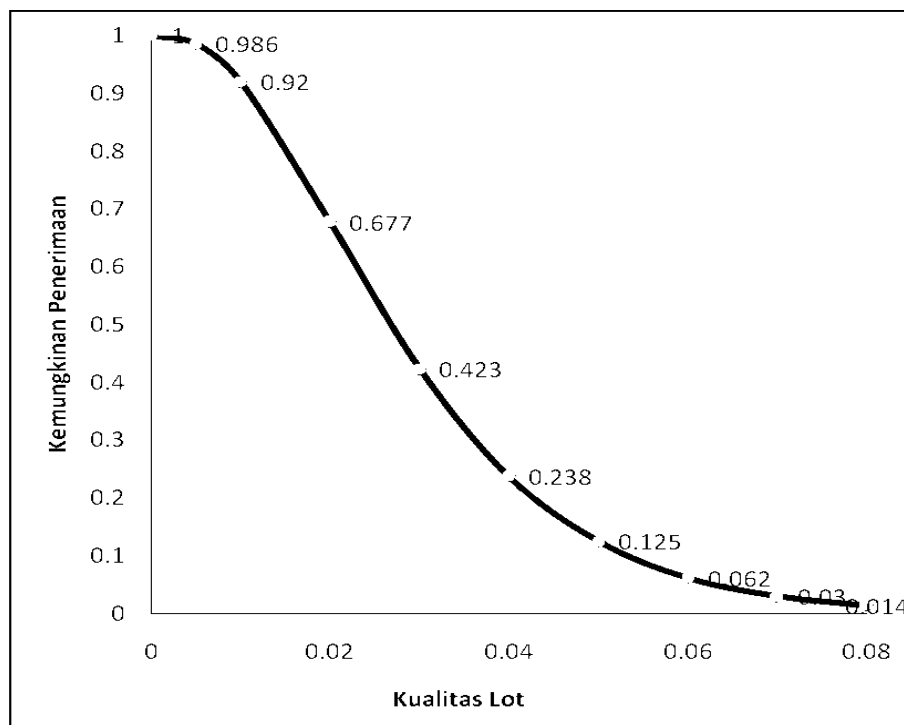
Hubungan antara kualitas lot dan kemungkinan penerimaan pada sebuah plan dengan harga n dan c tertentu bisa ditunjukkan dengan menggambarkan suatu kurva yang dinamakan Operating Characteristic curve atau OC curve. Kurva ini menunjukkan kemungkinan penerimaan sebuah lot dengan kualitas tertentu pada inspeksi dengan sampling plan tertentu. Kemungkinan penerimaan sebuah lot ditentukan dengan menggunakan distribusi Poisson.

Penggambaran OC curve untuk sampling plan dengan $n = 100$ dan $c = 2$

Kemungkinan penerimaan lot dengan berbagai kualitas lot ditunjukkan pada tabel 1. p adalah kualitas lot yang menunjukkan percent nonconforming atau prosentase produk yang tidak memenuhi syarat di dalam lot. $p = 0.01$, misalnya, menunjukkan bahwa secara rata-rata, dari 100 produk yang dibuat, terdapat 1 produk cacat atau yang tidak memenuhi syarat. p_a adalah kemungkinan penerimaan. p_a ini ditentukan dengan mencari harga rata-rata cacat dalam sample, λ , dan harga cacat maksimal yang

diperbolehkan, c. Harga $p_a = 0.92$ untuk kualitas lot = 0.01 misalnya diperoleh dengan menghitung $\lambda = p \times n = 0.01 \times 100 = 1$, kemudian mencari harga p_a ini pada tabel Poisson kumulatif dengan $\lambda = 1$ dan $c = 2$. Harga $p_a = 0.92$ bisa diartikan bahwa secara rata-rata, dari 100 kali pengiriman barang dengan kualitas 0.01, 92 kali lot akan diterima dan 8 kali lot akan ditolak. Perlu diperhatikan bahwa penerimaan atau penolakan lot berarti penerimaan atau penolakan keseluruhan lot. Keputusan yang diambil berdasarkan pada pengamatan sample berlaku pada keseluruhan lot, artinya tidak ada penerimaan atau penolakan sebagian dari lot. Gambar OC curve untuk $n = 100$ dan $c = 2$ ditunjukkan pada gambar 3.

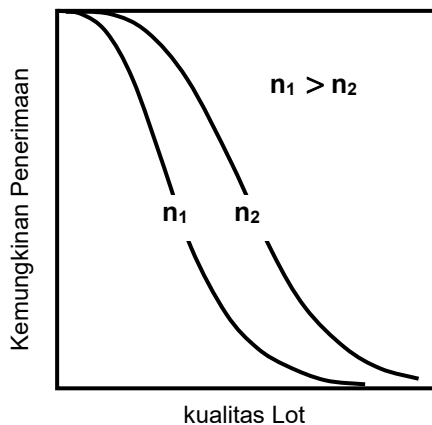
Tabel 1: Sampling Plan. $n = 100$; $C = 2$		
Lot Quality, p	$\lambda = p \times n$	Probability of Acceptance, P_a
0	0	1
0.005	0.5	0.986
0.01	1	0.92
0.02	2	0.677
0.03	3	0.423
0.04	4	0.238
0.05	5	0.125
0.06	6	0.062
0.07	7	0.03
0.08	8	0.014



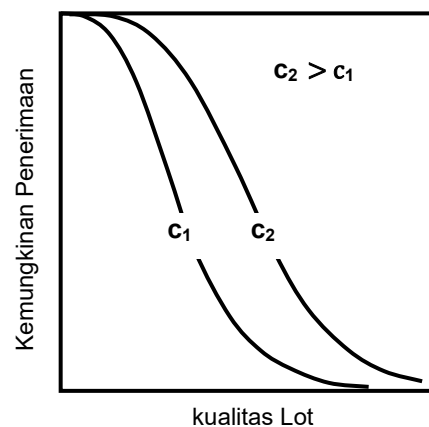
Gambar 3: OC curve untuk Single Sampling Plan dengan $n = 100$ dan $c = 2$

Perubahan OC curve sebagai fungsi n dan c

Perubahan OC curve sebagai fungsi n dan c ditunjukkan secara skematis pada gambar 4a dan 4b. Bisa dilihat dari gambar 4a bahwa harga n yang lebih besar semakin memperkecil kemungkinan penerimaan lot dengan kualitas tertentu. Peningkatan harga n dengan harga c yang tetap menurunkan kemungkinan penerimaan; hal ini sesuai dengan kemungkinan yang lebih besar menemukan cacat pada pengamatan jumlah unit yang lebih besar, dan sebaliknya, pengamatan pada jumlah unit yang lebih kecil akan memperkecil kemungkinan menemukan cacat yang ada (secara ekstrim, kalau tidak ada unit yang diperiksa, maka tidak akan ada unit cacat yang akan ditemukan).



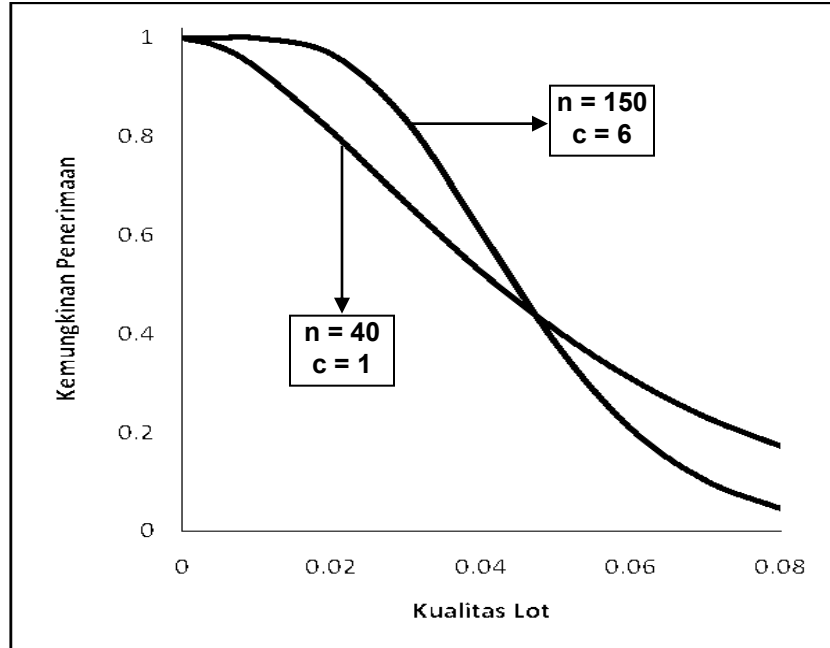
Gambar 4a: OC curve untuk harga n yang semakin membesar dengan c sama



Gambar 4b: OC curve untuk harga c yang semakin membesar dengan n sama

Gambar 4b menunjukkan bahwa peningkatan harga c memberi kemungkinan penerimaan yang lebih besar; hal ini sesuai dengan fakta bahwa semakin besar cacat yang diperbolehkan dalam sample, maka semakin besar sample akan memenuhi syarat dan lot akan diterima (Dalam bentuk ekstrim, apabila jumlah cacat yang diijinkan dalam sample sama dengan jumlah unit dalam sample, maka lot pasti diterima).

Untuk sampling plan dengan harga n dan c yang berubah secara sekaligus, pengamatan lebih jauh perlu dilakukan, karena mungkin terjadi bahwa kemungkinan penerimaan yang lebih besar pada suatu sampling plan hanya berlaku untuk rentang harga kualitas lot tertentu. Besarnya kemungkinan penerimaan bisa berubah antara sebuah sampling plan dengan sampling plan yang lain tergantung kualitas lot. Gambar dua buah OC curve untuk dua buah sampling plan dengan harga n dan c yang berubah ditunjukkan pada gambar 5. Dua buah OC curve ini terkait dengan sampling plan dengan $n = 40$ dan $c = 1$, dan $n = 150$ dan $c = 6$. Bisa dilihat pada gambar bahwa tergantung dari harga kualitas lot, sampling plan yang satu bisa memberi kemungkinan penerimaan yang lebih besar dari yang lain.



Gambar 5: Dua buah OC curve untuk $n = 40$, $c = 1$; dan $n = 150$, $c = 6$.

Perancangan single sampling plan

Single sampling plan ditentukan oleh harga n dan c

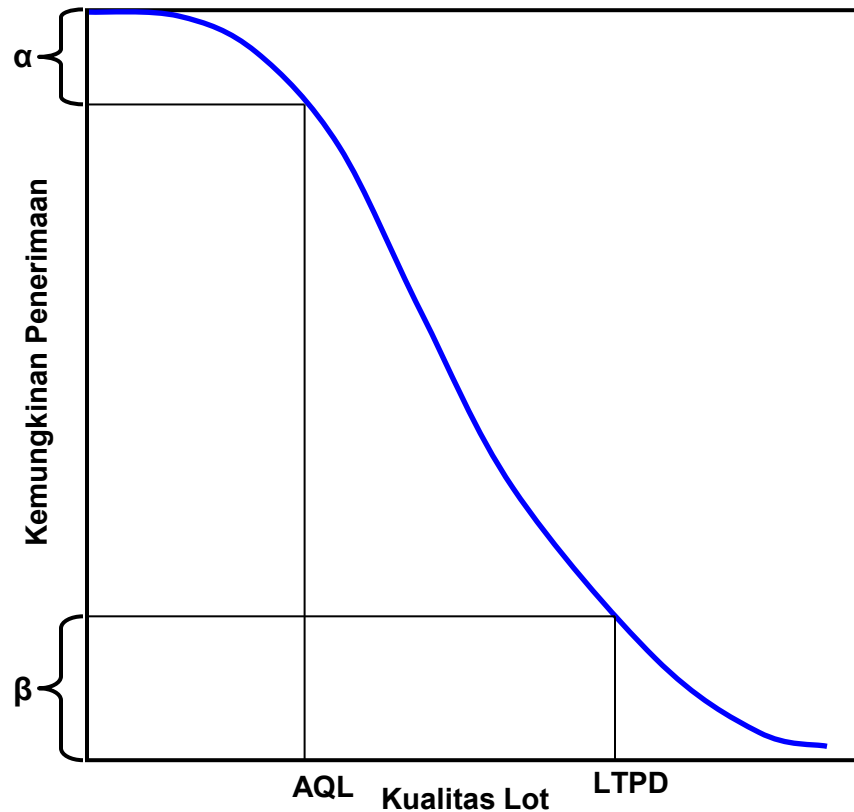
n : jumlah unit dalam sample yang akan diperiksa

c : acceptance number, yaitu jumlah cacat maksimal yang diperbolehkan dalam sample.

Tujuan produsen: acceptance sampling dengan kemungkinan yang kecil menolak barang baik, atau barang yang memenuhi syarat. Barang dianggap baik apabila cacat yang dikandung, percent non conforming atau kualitas lot, tidak lebih besar dari harga tertentu yang disebut acceptable quality level (AQL). Probabilitas menolak kiriman barang baik dinyatakan dengan α yang dinamakan resiko produsen.

Tujuan konsumen: acceptance sampling dengan kemungkinan kecil menerima barang jelek. Barang dikategorikan jelek apabila cacat yang dikandung lebih besar dari harga tertentu yang disebut lot tolerance percent defective (LTPD). Probabilitas menerima barang jelek dinyatakan dengan β yang dinamakan resiko konsumen.

Perancangan suatu sampling plan membutuhkan 4 buah faktor, yaitu harga AQL, LTPD, α dan β . Kaitan antara kualitas lot (AQL dan LTPD) dan resiko produsen dan konsumen masing-masing α dan β ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6: Kaitan antara AQL, LTPD, α dan β

Menentukan Single Sampling Plan

Tentukan sebuah sampling plan dengan harga AQL = 0.02 ; LTPD = .08 ; α = 0.05; dan β = 0.10.

Menentukan sampling plan secara trial and error

Sampling plan ini harus memenuhi kondisi sebagai berikut:

Ketika harga p = AQL = 0.02, kemungkinan penerimaan adalah $(1 - \alpha) = 0.95$

Ketika harga p = LTPD = 0.08, kemungkinan penerimaan adalah $\beta = 0.10$

Apabila ditentukan harga $n = 100$, maka untuk harga AQL = 0.02, harga rata-rata $\lambda = 100 \times 0.02 = 2$.

Dicari pada tabel Poisson kumulatif harga rata-rata $\lambda = 2$ yang memberi probabilitas = 0.95. Dari tabel Poisson dengan $\lambda = 2$ dan harga $c = 4$, probabilitas = 0.947. Harga ini mendekati probabilitas yang diminta sebesar 0.95. Dengan demikian harga $n = 100$ dan $c = 4$ sesuai untuk pasangan harga AQL dan α .

Pertanyaan yang timbul, apakah harga n dan c ini sesuai untuk pasangan LTPD dan β ?

$n = 100$ dan $LTPD = 0.08$
 $\lambda = 0.08 \times 100 = 8$

Dari tabel Poisson untuk $\lambda = 8$ dan $c = 4$, probabilitas yang diberikan adalah 0.10. Probabilitas sebesar 0.10 ini kebetulan sesuai dengan harga β yang diinginkan.

Kesimpulan: harga $n = 100$ dan $c = 4$ sesuai untuk kedua pasangan harga AQL dan α serta LTPD dan β .

Cara trial and error ini bisa juga diawali dengan menentukan harga c tertentu yang sesuai dengan kemungkinan penerimaan. Apabila dimulai dari pasangan AQL dan α , misalnya, maka dicari harga c yang memberi kemungkinan penerimaan 0.95. Dengan menemukan probabilitas 0.95 pada tabel Poisson untuk harga c yang sudah ditentukan, harga rata-rata λ bisa diperoleh. Dengan membagi harga λ ini dengan AQL, besarnya harga n bisa ditentukan.

Memperoleh harga $n = 100$ and $c = 4$ yang sesuai untuk ke dua buah pasangan ini biasanya jarang terjadi. Pada keadaan yang umum, suatu sampling plan yang sesuai untuk pasangan AQL dan α , seringkali tidak sesuai untuk pasangan LTPD dan β , dan demikian juga sebaliknya. Dalam keadaan seperti ini bisa diperoleh sekaligus 4 buah sampling plan dengan kondisi seperti pada tabel 2.

Tabel 2: Kemungkinan pemenuhan berbagai sampling plan			
Memenuhi pasangan AQL dan α		Tidak memenuhi pasangan LTPD dan β	
		Pa terlalu besar	Pa terlalu kecil
Tidak memenuhi pasangan AQL dan α		Memenuhi pasangan LTPD dan β	
Pa terlalu besar	Pa terlalu kecil		

Kesulitan mencari harga n dan c yang sesuai untuk kedua pasangan ini, AQL- α , dan LTPD- β , bisa dikurangi dengan menggunakan tabel yang sudah disiapkan untuk maksud itu. Penggunaan tabel ini mempermudah penentuan n dan c , namun pada umumnya tetap saja akan memberikan 4 buah pilihan sampling plan yang mendekati harga kedua pasangan yang dikehendaki. Nomograf untuk menentukan harga n dan c juga sudah dibuat.

Menentukan Single Sampling Plan menggunakan tabel

Tentukan sampling plan yang memenuhi harga:

AQL = 0.02, $\alpha = 0.05$ dan LTPD = 0.10, $\beta = .01$

- Hitung ratio LTPD / AQL, yaitu $0.10 / .02 = 5$
- Tentukan pada tabel, probability of acceptance yang sesuai dengan harga β , dan probability of acceptance yang sesuai dengan harga $1 - \alpha$. Dalam contoh ini 0.01 dan 0.95
- Bagi baris β dengan baris $1 - \alpha$, atau bagi μ_β / μ_α untuk harga $c = 0, 1, 2$, dan seterusnya. Ketika harga LTPD/AQL terletak diantara dua harga hasil pembagian atau rasio, stop. Rasio adalah $4.6052 / 0.0513 = 89.0$; $6.6383 / 0.3554 = 18.7$, 10.3, 7.3, 5.89, 4.44, stop, karena nilai rasio LTPD / AQL = 5 terletak diantara 5.89 dan 4.44
- Baca nilai c pada kolom dimana hasil pembagian adalah 5.89 dan 4.44, dalam hal ini $c = 5$, dan $c = 6$.
- Hitung n dengan cara

Untuk $c = 5$

$$n_\beta = \mu_\beta / \text{LTPD} = 13.11 / 0.10 = 131.1$$

$$n_\alpha = \mu_\alpha / \text{AQL} = 2.61 / 0.02 = 130.5$$

Untuk $c = 6$

$$n_\beta = \mu_\beta / \text{LTPD} = 14.57 / 0.10 = 145.7$$

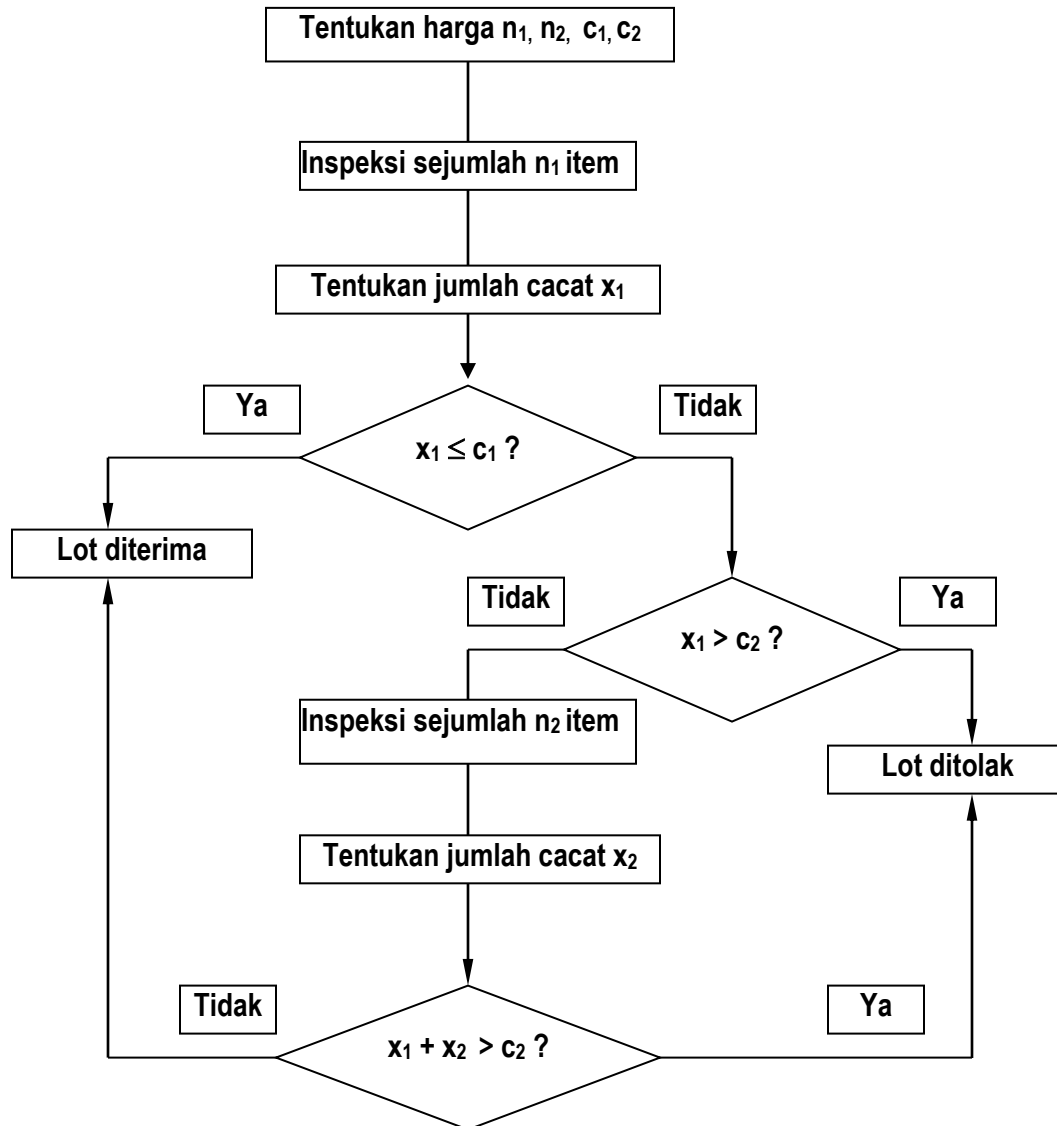
$$n_\alpha = \mu_\alpha / \text{AQL} = 3.29 / 0.02 = 164.5$$

Sampling plan dipilih sesuai dengan keinginan atau kesepakatan produsen dan konsumen

Double sampling Plan

Prosedur menerima atau menolak lot dengan pengambilan sample yang bisa lebih dari satu kali. Secara umum ditentukan 4 besaran: n_1 , n_2 , c_1 , c_2 .

Flow proses Double Acceptance Sampling



Military Sampling Plan

Kesulitan yang dirasakan dalam menentukan sampling plan dengan kualifikasi tertentu bisa dihindari dengan menggunakan standard militer atau Military Sampling Plan. Standard ini bisa digunakan untuk menentukan jumlah unit yang harus diperiksa dan jumlah cacat maksimal yang diijinkan untuk kondisi yang disyaratkan. Dalam standard ini digunakan beberapa tabel diantaranya:

- Tabel Sample Size Code Letter
- Master Table for Normal Inspection
- Master Table for Reduced Inspection
- Master Table for Tightened inspection

Single sampling Plan, double Sampling Plan, dan sebagainya bisa ditentukan dengan menggunakan standard ini.

Average Outgoing Quality

Proses inspeksi yang dilakukan pada suatu lot memiliki beberapa pengaruh terhadap kualitas dari lot. Lot dengan fraksi cacat yang besar akan ditolak, dan untuk lot yang diterima, proses sampling yang dilakukan akan menemukan cacat-cacat yang ada. Pengaruh ini dapat dinyatakan dengan harga rata-rata fraksi cacat setelah inspeksi.

Tergantung dari langkah yang dilakukan pada unit cacat yang ditemukan dan pada lot yang ditolak, dikenal beberapa formula untuk menentukan pengaruh ini. Salah satu formula yang sering digunakan adalah yang dinamakan rectifying Inspection. Inspeksi ini berasumsi bahwa lot yang ditolak diinspeksi secara keseluruhan. Unit cacat yang ditemukan, baik pada proses sampling, maupun pada inspeksi lot yang ditolak, diganti dengan unit yang baik. Lot hasil rectifying inspection(outgoing lot) akan berisi jumlah unit yang sama dengan lot yang diperiksa (Incoming lot).

Apabila suatu lot dengan N unit dan fraksi cacat p diterima sesuai hasil suatu sampling inspection pada n unit produk, maka ini berarti bahwa $(N - n)$ unit produk belum diinspeksi. Jumlah ini akan mengandung $(p)(N - n)$ unit cacat pada outgoing lot. Sementara itu, apabila lot ini ditolak (Inspeksi dan rektifikasi), maka tidak ada lagi produk cacat pada outgoing lot. Dengan demikian, apabila P_a adalah probabilitas bahwa lot diterima, maka fraksi cacat pada outgoing lot (average outgoing quality) adalah

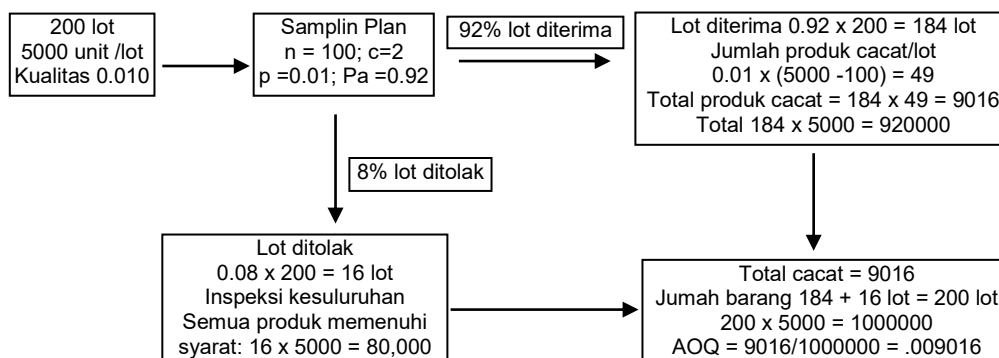
$$\text{Average outgoing quality (AOQ)} = \frac{(P_a)(p)(N-n) + (1-P_a)(0)}{N}$$

$$= (P_a)(p) \frac{(N-n)}{N}$$

Untuk harga N yang jauh lebih besar dari pada n, (N-n) / N mendekati 1, sehingga rumus AOQ bisa dituliskan

$$\text{AOQ} = (P_a)(p)$$

Contoh : suatu sampling plan dengan n = 100 dan c = 2 diaplikasikan pada kiriman 200 lot dengan 5000 unit masing-masing. Semua lot yang ditolak diinspeksi 100% dan semua unit yang cacat diganti dengan yang baik. Apabila kualitas lot diperkirakan 0.01, misalnya, maka sesuai dengan OC curve untuk n = 100 dan c = 2, kemungkinan penerimaan lot adalah 0.92. Dari semua lot ini 92% akan diterima, 8% ditolak; berarti $0.92 \times 200 = 184$ lot akan diterima dan 16 lot akan ditolak. Pada setiap lot yang diterima terdapat $5000 - 100 = 4900$ unit yang tidak diinspeksi. Jumlah ini mengandung $0.01 \times 4900 = 49$ unit cacat. Dari semua lot yang diterima, sebanyak 184 dari 200 lot, jumlah cacat adalah $= 49 \times 184 = 9016$ unit. Jumlah unit yang dikirim secara keseluruhan adalah $200 \times 5000 = 1000000$. $\text{AOQ} = 9016 / 1000000 = 0.009016$. Secara skema perhitungan AOQ ini ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7: Perhitungan AOQ pengiriman lot kualitas 0.01 dengan sampling plan n = 100 dan c= 3

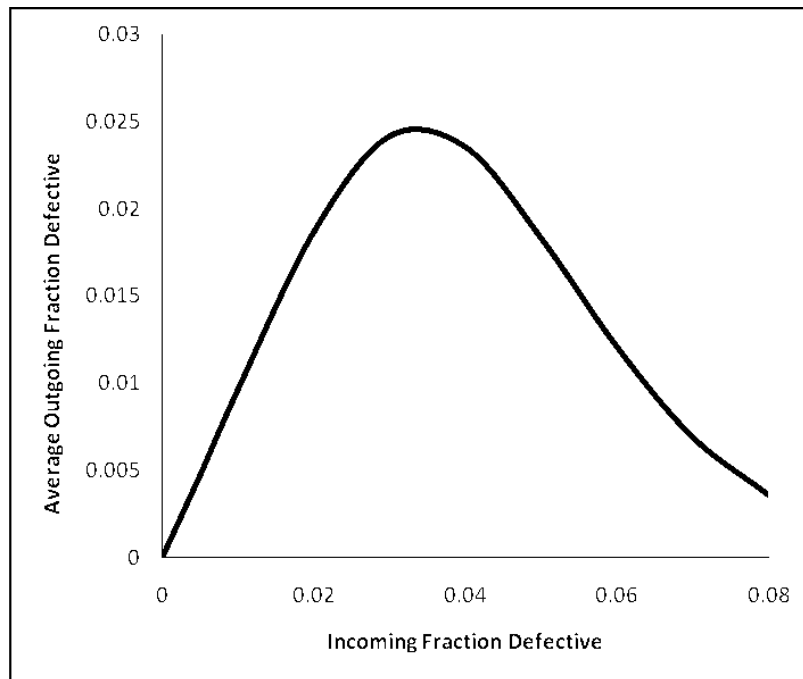
Harga AOQ = 0.009016 ini bisa langsung diperoleh dari rumus

$$\text{AOQ} = (P_a)(p) \frac{(N-n)}{N}$$

$$\text{AOQ} = 0.92 \times 0.01 \times (4900/5000) = .009016$$

Suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara outgoing fraction defective dengan incoming fraction defective p , dinamakan grafik Average Outgoing Quality (AOQ curve) Kurva AOQ untuk suatu sampling plan dengan $n = 150$, $c = 6$, dan $N = 5000$ ditunjukkan pada gambar 8. Grafik digambar berdasar data pada tabel 3.

Tabel 3		
Average Outgoing Quality untuk Sampling Plan dengan $n = 150$ dan $c = 6$		
p	P_a	$P_a \cdot p \cdot (N - n / N)$
.000	1.000	.00000
.005	1.000	.00485
.010	0.999	.00969
.020	0.966	.01874
.030	0.831	.02418
.040	0.606	.02351
.050	0.378	.01833
.060	0.207	.01205
.070	0.102	.00693
.080	0.046	.00357



Gambar 8: Kurva AOQ dengan $n = 150$, $c = 6$, dan $N = 5000$

Tampak pada gambar bahwa pada saat kualitas dari lot memburuk, yang ditunjukkan dengan harga p yang semakin besar, terdapat suatu titik p_c diatas mana harga outgoing fraction defective menjadi lebih baik. Hal ini bisa dijelaskan sesuai dengan fakta bahwa semakin buruk kualitas suatu lot, semakin banyak pula lot yang ditolak, yang pada

gilirannya menuntut adanya rectifying inspection yang berakibat membaiknya kualitas dari outgoing fraction defective. Dalam jangka panjang, harga p_c ini menentukan harga outgoing fraction defective yang paling jelek, yang dinamakan average outgoing quality limit, AOQL. Berapapun harga dari incoming fraction defective p , dalam jangka panjang rata-rata outgoing fraction defective tidak akan lebih jelek atau lebih tinggi dari harga AOQL ini.

Pada gambar tampak bahwa harga dari AOQL mendekati 2.5%. Harga AOQL ini bisa ditentukan dengan menggambarkan kurva AOQ sebagai fungsi dari incoming fraction defective p , dan menentukan harga maksimal dari outgoing fraction defective.

Harga maksimal dari outgoing fraction defective ini bisa juga ditentukan dengan cara yang lebih mudah dengan memanfaatkan faktor AOQL seperti dicantumkan pada tabel dibawah. Dengan menentukan harga AOQL faktor (y) dari tabel sesuai dengan nilai c dari sampling plan, harga AOQL bisa ditentukan dengan menggunakan rumus

$$AOQL = (y) (1/n - 1/N)$$

Faktor AOQL , y, untuk menentukan harga AOQL = y (1/n – 1/N)	
Acceptance number, c	Faktor AOQL, y
0	0.3679
1	0.8400
2	1.3711
3	1.9424
4	2.5435
5	3.1682
6	3.8120
7	4.4720
8	5.1457
9	5.8314
10	6.5277

Sebagai contoh pada gambar diatas, harga AOQL dapat ditentukan dengan menentukan harga AOQL faktor $y = 3.8120$ dari tabel untuk harga $c = 6$, dan dengan harga $n = 150$ dan $N = 5000$, harga AOQL adalah

$$AOQL = 3.8120 (1/150 - 1/5000) = 0.0246 \text{ atau } 2.46\%.$$