Jurnal PASTI (Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri)
Vol. 19, No. 3, Desember 2025, 406-418
p-ISSN 2085-5869/ e-ISSN 2598-4853

Perbaikan *Defect* Baterai Tipe AAA pada *Assembly Line* dengan Metode DMAIC *Six Sigma*

Sigit Nurazis[1], Popy Yuliarty[2*]
[1,2)] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650, Indonesia
Email: hazarde36@gmail.com, popy.yuliarty@mercubuana.ac.id[*]

(Diterima: 14-09-2025; Direvisi: 30-12-2025; Disetujui: 31-12-2025)

Abstrak

Perusahaan baterai di Jakarta memproduksi baterai tipe AAA berbahan alkali pada lini perakitan, namun menghadapi tantangan tingkat cacat sebesar 6.9% dari total produksi 5.649.270 unit pada Januari hingga April 2025, melebihi batas maksimal 5%. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab cacat dan mengusulkan perbaikan menggunakan metode DMAIC *Six Sigma*. Data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi, dianalisis dengan diagram sebab-akibat, FMEA, dan 5W+1H. Hasil menunjukkan DPMO sebesar 23.093 (tingkat *sigma* 3.49), dengan cacat dominan *Low Voltage* (4.17%). Penyebab utama meliputi kurangnya perawatan mesin, kelelahan operator, dan kualitas material rendah. Usulan perbaikan meliputi perawatan mesin rutin mingguan, pelatihan operator, dan pemeriksaan material. Implementasi usulan ini menurunkan tingkat cacat di bawah 5%, meningkatkan kualitas produk.

Kata kunci: Baterai; *Six Sigma*; DMAIC; *Defect*

Abstract

A battery manufacturing company in Jakarta produces AAA-type alkaline batteries on its assembly line, facing a defect rate of 6.9% from a total production of 5,649,270 units from January to April 2025, exceeding the maximum allowable limit of 5%. This study aims to identify defect causes and propose improvements using the Six Sigma DMAIC methodology. Data were collected through interviews and observations, analyzed using cause-and-effect diagrams, FMEA, and 5W+1H. Results show a DPMO of 23,093 (sigma level 3.49), with Low Voltage as the dominant defect (4.17%). Main causes include inadequate machine maintenance, operator fatigue, and low-quality materials. Proposed improvements include routine weekly machine maintenance, operator training, and material inspections. Implementation reduced the defect rate below 5%, enhancing product quality.

Keywords: *Battery*; *Six Sigma*; DMAIC; *Defect*

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi modern telah memperbesar kebutuhan akan sumber energi yang efisien, praktis, dan mudah digunakan untuk mendukung berbagai keperluan, mulai dari perangkat elektronik portabel hingga kebutuhan industri (Erviyana *et al*., 2022), (Sumasto *et al*., 2023). Dalam dua dekade ini, kesadaran akan kebutuhan untuk meningkatkan kualitas di sektor industri semakin meningkat (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Produk baterai memiliki peran sentral sebagai solusi penyimpanan energi yang andal dan fleksibel (Fahmi *et al*., 2022). Dengan meningkatnya penggunaan perangkat seperti *remote control*, jam dinding, dan alat rumah tangga lainnya, baterai kering *(dry cell battery)* menjadi pilihan utama karena ukurannya yang ringkas, kemudahan penggunaan, dan harganya yang relatif ekonomis.

Penelitian ini berfokus pada baterai kering jenis AAA menjadi sangat relevan untuk menghasilkan produk yang lebih unggul dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi tingkat cacat pada baterai AAA yang saat ini rata-rata cacat sebesar 6,9% (Januari s.d April 2025) menjadi maksimal 5% per bulan. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi baterai kering yang lebih efisien, hemat biaya, dan ramah lingkungan. Penelitian ini tidak hanya memiliki nilai ilmiah, tetapi juga berpotensi besar untuk mendukung kebutuhan energi sehari-hari masyarakat secara luas. Salah satunya perusahaan baterai di Jakarta Barat, perusahaan tersebut memproduksi baterai dengan berbagai jenis dan ukuran. Salah satunya adalah produk baterai yang memiliki dua ukuran, yaitu AA atau LR6 dan AAA atau LR03. Fokus penelitian dilakukan pada departemen ALK *Assembly Line*. Peneliti memilih baterai AAA atau LR03 karena dalam proses produksi pada perakitannya mengalami kerusakan atau cacat dengan jumlah paling tinggi di departemen ALK yang menyebabkan kerugian pada Perusahaan baterai di Jakarta Barat tersebut terutama pada departemen ALK.

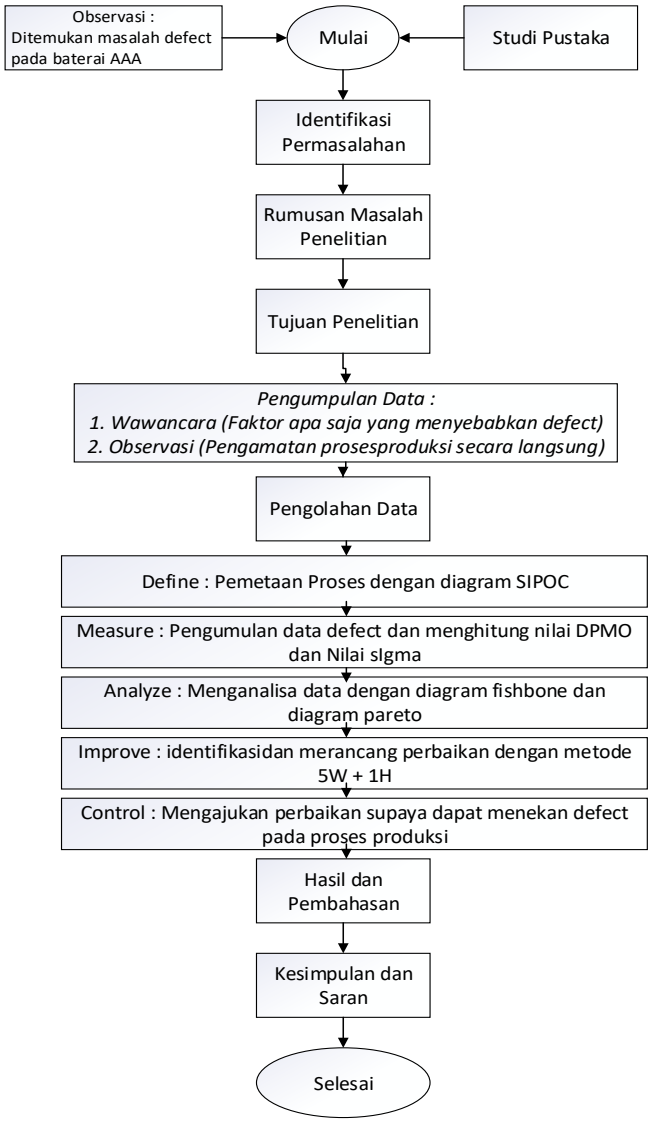
Analisis faktor cacat mengungkapkan adanya masalah pada ketepatan sensor mesin yang digunakan sehingga untuk mengatasinya, disusun jadwal pemeliharaan mesin berdasarkan evaluasi biaya kerugian dan manfaat yang diperoleh dari peningkatan kualitas. Selain itu, dibuat pula SOP untuk pemeriksaan dan perawatan komponen mesin yang relevan, sehingga pemeliharaan dapat berlangsung secara efektif. Upaya perbaikan kualitas dilakukan dengan menerapkan kerangka DMAIC *(Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*), yang melibatkan pengukuran kapabilitas produksi menggunakan metode pengendalian kualitas berbasis statistik (Sumasto *et al*., 2023) (Kholil, 2023). Tujuan dari metode *Six Sigma* ini adalah untuk mendapatkan *zero defect* (Firmansyah & Yuliarty, 2020). Studi kasus penelitian ini di salah satu perusahaan baterai di Jakarta Barat dengan mengidentifikasi faktor penyebab cacat dominan pada baterai AAA di *Assembly Line* dan usulan perbaikan untuk meminimalkannya.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif dengan pendekatan observasi dan wawancara karena penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung di lapangan dan melakukan wawancara. Dalam identifikasi dan perumusan masalah dari hasil wawancara dan observasi di lapangan, diperoleh informasi bahwa perusahaan memiliki standar dan target untuk mengurangi *Defect* dengan persentase dibawah 5%.

1. Pengamatan Awal: Mengidentifikasi masalah cacat dengan batas toleransi 5%.
2. Pengumpulan Data: Melalui wawancara dengan supervisor dan *Quality Control*, serta observasi proses produksi.
3. Pengolahan Data: Menggunakan metode DMAIC (Monday, 2022):
    - *Define* : Menentukan masalah dan *Critical to Quality* (CTQ) dengan diagram SIPOC.
    - *Measure* : Menghitung DPMO dan tingkat *sigma*.
    - *Analyze* : Menggunakan diagram Pareto dan sebab-akibat.
    - *Improve* : Merancang solusi dengan FMEA dan 5W+1H.
    - *Control* : Menyusun pengendalian untuk keberlanjutan.

Sesuai dengan tahapan Six Sigma Metode yang digunakan adalah *DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) berikut adalah diagram alir tahapan dari penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui wawancara langsung dengan *Assembly Line*, berdasarkan wawancara dan diskusi dengan mekanik dan operator, diketahui bahwa batas toleransi cacat produksi baterai AAA yang ditetapkan perusahaan adalah maksimal 5% per bulan, dengan jenis cacat meliputi *Low Beading, Leak Plastic Seal*, dan *Low Voltage*. Data berikut disajikan jenis kerusakan yang terjadi pada proses *Assembly Line* baterai AAA di Bulan Januari sampai Bulan April 2025.

Tabel 1. Jumlah Produksi dan Jenis Cacat baterai AAA pada Januari hingga April 2025

Bulan	Jumlah Produksi	Jenis Cacat			Jumlah Cacat	Presentase
		Low Beading (pcs)	*Leak Plastic Seal* (pcs)	*Low Voltage* (pcs)		
Januari	1.570.800	21.550	18.311	72.420	112.281	7.6%
Februari	1.525.920	26.028	15.741	62.594	104.363	6.8%
Maret	1.239.812	26.186	12.350	48.552	87.088	6.5%
April	1.312.740	21.422	14.520	52.012	87.954	6.7%
Total	**5.649.272**	**95.186**	**60.922**	**235.578**	**391.686**	**6.9%**

Berdasarkan Tabel 1 diketahui mengenai jumlah cacat/kerusakan dalam bulanan. Penjabaran mengenai jenis cacat pada baterai AAA yaitu:

a. *Low Beading,* yaitu jenis cacat berupa lekukan potongan beading yang berfungsi sebagai penyangga *Plastic Seal* terlalu pendek sehingga posisi *Plastic Seal* terlalu naik sehingga berakibat tinggi total baterai melebihi standar, hal tersebut nantinya akan membuat baterai berukuran lebih panjang dari kompartemen baterai pada perangkat elektronik.
b. *Leak Plastic Seal,* yaitu kondisi *Plastic Seal* yang tidak presisi akibat bentuknya yang oval yang dapat mengakibatkan reaksi kimia menjadi gas bertekanan tinggi di dalam baterai yang dapat menjadi ledakan pada baterai yang bisa membahayakan pekerja dan lingkungan.
c. *Low Voltage,* adalah cacat baterai yang disebabkan karena berat bahan kimia yang terkandung dalam baterai tersebut kurang dari standar yang ditentukan, bahan baterai yang berpotensi besar mengakibatkan berat kurang adalah *pellet* dan *slurry.* Akibatnya besaran tegangan pada baterai tidak sesuai standar.

Selain data jenis cacat yang diperlukan dalam pengumpulan data, rekapitulasi data mingguan jumlah produksi dan produk cacat pada baterai AAA dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

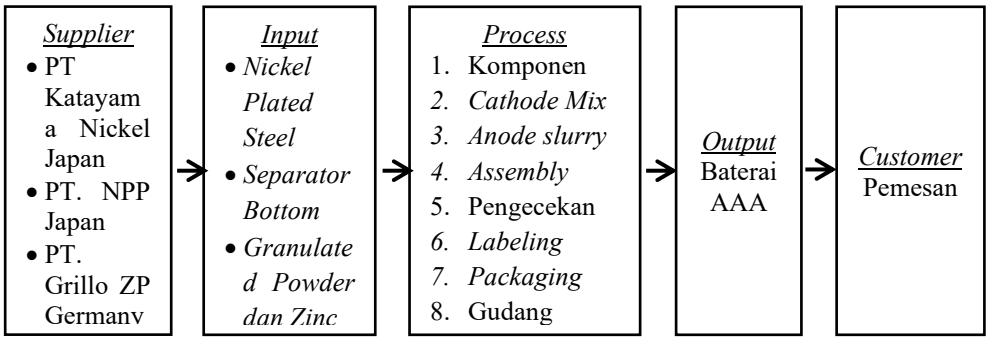
Tabel 2. Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat dalam Skala Mingguan

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase (%)
Januari	1	392000	30830	7.7
	2	393000	27566	7.0
	3	392500	27988	7.1
	4	393300	26997	6.9
Februari	5	381000	26259	6.9
	6	381500	26188	6.9
	7	380820	24522	6.6
	8	382600	26794	7.0
Maret	9	310000	22102	7.0
	10	309500	22302	7.0
	11	310112	21771	7.0
	12	310200	20413	7.0
April	13	328000	22822	7.0
	14	328200	22312	6.8
	15	328240	20988	6.4
	16	328300	21832	6.6
Total		**5649272**	**391686**	**6.9**

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada minggu pertama di Bulan Januari hingga minggu ke-16 (Minggu ke-4 Bulan April) Jumlah produksi menghasilkan 5.649.272 pcs dengan jumlah cacat baterai mencapai 391.686 pcs. Rata-rata persentase produk cacat mencapai 6.9%, melebihi batas maksimal cacat yang ditetapkan perusahaan. Hal ini menandakan adanya ketidaksesuaian dalam proses produksi hingga menghasilkan produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan.

Tahap *Define*

Pada tahap ini, diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) digunakan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang alur kerja proses dan untuk menetapkan CTQ (*Critical To Quality* (Gueorguiev, 2018), (Rasmusson, 2006). Berikut ini adalah alur kerja secara menyeluruh dengan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) yang diperoleh dari Departemen produksi baterai salah satu perusahaan baterai di Jakarta Barat.



Gambar 2. Diagram SIPOC Produk Baterai AAA

Berikut ini merupakan penjabaran dari diagram SIPOC:

a. *Supplier.* Material utama yang digunakan untuk proses pembuatan baterai AAA yaitu berasal dari PT Katayama *Nickel Steels* Japan untuk bahan *body* baterai atau *Can*, kemudian PT NPP Japan sebagai supplier bahan baku *separator bottom*, dan PT Grillo ZP Germany sebagai *supplier* bahan *Zinc Powder* untuk bahan *Anoda slurry* dan *Cathode mix*.
b. *Input.* Pada proses produksi produk baterai AAA menggunakan bahan baku dari *Nickel Plated Steel, Separator Bottom, Anoda Slurry,* dan *Cathode Mix.*
c. *Process*

   Berikut ini merupakan tahapan untuk memproduksi baterai AAA:

   1) Komponen; pada proses pembuatan baterai AAA, bagian komponen adalah penyuplai bahan body baterai atau *can* yang melalui proses *Pressing, Washing, Carbon,* serta *Welding* untuk pembuatan bahan *conductor.*
   2) *Cathode Mix*; pada bagian ini bahan baku *Granulated Powder* dibuat yang berfungsi sebagai bahan katoda diproduksi untuk disuplai ke bagian *Assembly.*
   3) *Anoda Slurry;* bahan kimia berupa *Zinc Powder* dengan *Electrolyte Solution* yang dicampurkan menjadi bahan bertekstur bubur yang disebut *Slurry* sebagai bahan anoda baterai yang dirakit di bagian *Assembly.*
   4) *Assembly;* dalam proses *Assembly* terdapat beberapa tahapan perakitan dan pengisian bahan kimia baterai, dimulai dari *Granulated Powder* dari *Cathode Mix* dicetak menjadi *Pellet* dan dimasukan ke dalam kaleng *body* baterai atau *can*, kemudian diisi kertas *separator bottom* sebagai pembatas antara bahan katoda dengan anoda, lalu diisi cairan ES (*Electrolyte Solution*), kemudian diisi bahan anoda berupa *Slurry*, ditutup dengan *Plastik Seal*, kemudian ditimpa dengan *Conductor* sebagai penghantar muatan listrik dari reaksi kimia. Setelah itu di *press* dengan *crimping* dan dilapisi cairan resin untuk menghindari *Shortcut* pada baterai Semi.
   5) Pengecekan (QC); ketika baterai sudah melewati proses semuanya, maka bagian *Quality Control* mengecek ulang hasil baterai tersebut sesuai SOP dari perusahaan. Kemudian baterai di diamkan atau proses *aging* kurang lebih 6 hari agar komposisi bahan kimia baterai meresap dan daya baterai tetap besar.

6) *Labeling;* setelah melewati beberapa proses *assembly* tersebut, baterai kemudian melalui proses *labeling* untuk menghindari kontak *body* baterai dengan sisi negatif baterai agar tidak terjadi *Shortcut* sekaligus menjadi identitas produk baterai dengan merek dagang baterai tersebut.
7) *Packaging;* fungsi utama dari *packaging* adalah sebagai pelindung produk dari kerusakan akibat kontak eksternal. Selain itu *packaging* juga akan merepresentasikan brand sehingga dapat mempengaruhi citra produk.
8) Gudang penyimpanan; setelah selesai dari bagian *packaging* kemudian baterai akan disimpan di bagian gudang dan baterai tersebut siap untuk dikirimkan atau didistribusikan kembali.

d. *Output. Output* yang dihasilkan adalah produk baterai AAA.
e. *Customer. Customer* merupakan konsumen yang sudah melakukan pemesanan terhadap produk baterai AAA.

Tahap *Measure*

Pada tahap ini, nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) dihitung untuk menentukan tingkat *sigma* dari objek yang diteliti (Rathi *et al*., 2022). Selain itu, pada fase *Measure*, alat bantu berupa Peta Kendali P juga digunakan untuk memastikan cacat dalam proses produksi baterai AAA berada dalam kondisi stabil (dalam batas kendali) atau tidak. Untuk mengetahui nilai sigma serta stabilitas cacat pada proses produksi baterai AAA, perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

a. Perhitungan Nilai *Sigma*
   Diketahui terdapat 3 kriteria kualitas (CTQ) yang menjadi acuan. Untuk menghitung nilai sigma dengan menggunakan nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) di dalam Microsoft Excel, menggunakan persamaan berikut:
   =NORM.S.INV(1-(DPMO/1000000)) + 1,5 (Nilai *shift sigma* standar dalam *six sigma* untuk perhitungan variasi proses jangka panjang)

Berikut ini merupakan tabel perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) produk Baterai AAA dan dikonversikan ke nilai *sigma*:

Tabel 3. Perhitungan Nilai DPMO dan *Sigma*

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPU	DPO	DPMO	*Sigma*
Januari	1	392000	30030	0.077	0.025536	25536	3.45
	2	393000	27566	0.070	0.023381	23381	3.49
	3	392500	27688	0.071	0.023514	23514	3.49
	4	393300	26997	0.069	0.022881	22881	3.50
Februari	5	381000	26259	0.069	0.022974	22974	3.50
	6	381500	26188	0.069	0.022882	22882	3.50
	7	380820	25122	0.066	0.021989	21989	3.51
	8	382600	26794	0.070	0.023344	23344	3.49
Maret	9	310000	21802	0.070	0.023443	23443	3.49
	10	309500	21702	0.070	0.023373	23373	3.49
	11	310112	21771	0.070	0.023401	23401	3.49
	12	310200	21813	0.070	0.023440	23440	3.49

Tabel 3. Perhitungan nilai DPMO dan *Sigma* (Lanjutan)

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	DPU	DPO	DPMO	*Sigma*
April	13	328000	22822	0.070	0.023193	23193	3.49
	14	328200	22312	0.068	0.022661	22661	3.50
	15	328240	20988	0.064	0.021314	21314	3.53
	16	328300	21832	0.067	0.022167	22167	3.51
Rata-rata		**353080**	**24480**	**0.069**	**0.023093**	**23093**	**3.49**

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, rata-rata nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) untuk produk baterai AAA adalah 23.093, yang berarti dari setiap satu juta produk yang diproduksi, terdapat kemungkinan 23.093 produk mengalami cacat. Sementara itu, rata-rata nilai *sigma* sebesar 3,49 menunjukkan bahwa masih diperlukan upaya perbaikan berkelanjutan untuk mengurangi jumlah cacat, sehingga nilai sigma dapat meningkat.

b. Perhitungan Peta Kendali P

Jenis *Control Chart* pada penelitian ini yaitu Peta Kendali P, *tools* tersebut digunakan karena guna mengetahui proporsi cacat dengan jumlah produksi keseluruhan (Sarah Isniah, 2021). Perhitungan guna mengetahui apakah proses produksi berada di dalam batas kendali atau tidak, yaitu sebagai berikut:

1) Menghitung Persentase Cacat (p):

$$p = \frac{\text{Jumlah Cacat (n)}}{\text{Jumlah Produksi (x)}} \quad (4)$$

2) Menghitung *Central Line* (CL) :

$$CL = p = \frac{\text{Total Jumlah Cacat}}{\text{Total Jumlah Produksi}} \quad (5)$$

3) Menghitung *Upper Central Line* (UCL) :

$$UCL = CL + 3\sqrt{\frac{CL(1-CL)}{Jumlah\ Produksi}} \quad (6)$$

4) Menghitung *Lower Central Line* (LCL) :

$$LCL = CL - 3\sqrt{\frac{CL(1-CL)}{Jumlah\ Produksi}} \quad (7)$$

Berikut ini merupakan tabel perhitungan dari Peta Kendali P:

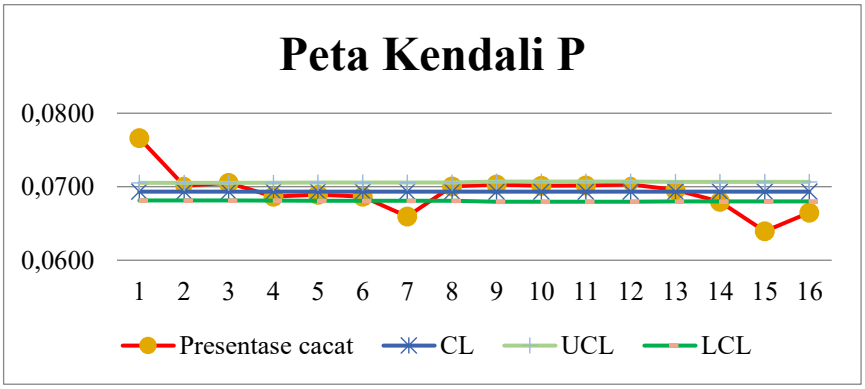
Tabel 4. Perhitungan Peta Kendali P

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase cacat	CL	UCL	LCL
Januari	1	392000	30030	0.0766	0.06933	0.07055	0.0681
	2	393000	27566	0.0701	0.06933	0.07055	0.0681
	3	392500	27688	0.0705	0.06933	0.07055	0.0681
	4	393300	26997	0.0686	0.06933	0.07055	0.0681
Februari	5	381000	26259	0.0689	0.06933	0.07057	0.0681
	6	381500	26188	0.0686	0.06933	0.07057	0.0681
	7	380820	25122	0.0660	0.06933	0.07057	0.0681
	8	382600	26794	0.0700	0.06933	0.07057	0.0681
Maret	9	310000	21802	0.0703	0.06933	0.07070	0.0680
	10	309500	21702	0.0701	0.06933	0.07070	0.0680
	11	310112	21771	0.0702	0.06933	0.07070	0.0680
	12	310200	21813	0.0703	0.06933	0.07070	0.0680

Tabel 4. Perhitungan Peta Kendali P (Lanjutan)

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase cacat	CL	UCL	LCL
April	13	328000	22822	0.0696	0.06933	0.07066	0.0680
	14	328200	22312	0.0680	0.06933	0.07066	0.0680
	15	328240	20988	0.0639	0.06933	0.07066	0.0680
	16	328300	21832	0.0665	0.06933	0.07066	0.0680
Rata-Rata		**353080**	**24480**	**0.069**	**0.06933**	**0.0706**	**0.0680**

Berikut adalah gambar Peta Kendali P yang dihasilkan dari perhitungan terhadap proses produksi baterai AAA.

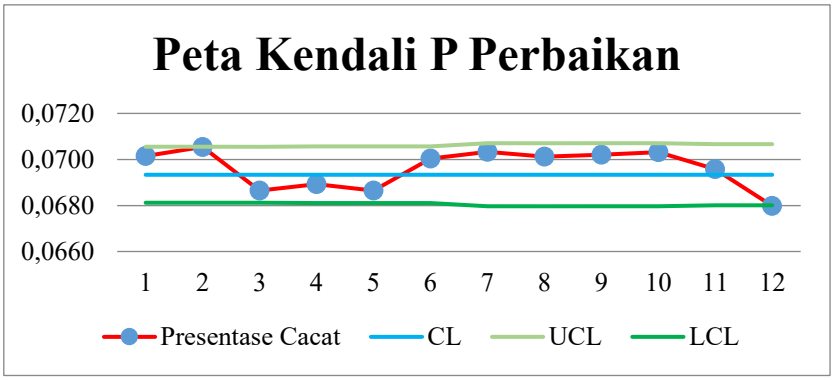


Gambar 3. Peta Kendali P

Berdasarkan Peta Kendali P, terdapat 4 periode yang berada di luar batas kendali, yaitu pada minggu ke- 1,7,15, dan 16. maka diperlukan eliminasi untuk perbaikan, didapatkan data dan dibuat grafik peta kendali P berikut:

Tabel 5. Data Peta Kendali P setelah Perbaikan

Bulan	Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	Persentase cacat	CL	UCL	LCL
Januari	2	393000	27566	0.0701	0.06933	0.07055	0.0681
	3	392500	27688	0.0705	0.06933	0.07055	0.0681
	4	393300	26997	0.0686	0.06933	0.07055	0.0681
Februari	5	381000	26259	0.0689	0.06933	0.07057	0.0681
	6	381500	26188	0.0686	0.06933	0.07057	0.0681
	8	382600	26794	0.0700	0.06933	0.07057	0.0681
Maret	9	310000	21802	0.0703	0.06933	0.07070	0.0680
	10	309500	21702	0.0701	0.06933	0.07070	0.0680
	11	310112	21771	0.0702	0.06933	0.07070	0.0680
	12	310200	21813	0.0703	0.06933	0.07070	0.0680
April	13	328000	22822	0.0696	0.06933	0.07066	0.0680
	14	328200	22312	0.0680	0.06933	0.07066	0.0680
Rata-rata		**351659**	**24476**	**0.070**	**0.06933**	**0.0706**	**0.0680**



Gambar 4. Peta Kendali P

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa hasil setelah perbaikan seluruh titik persentase cacat produksi berada di dalam batas kendali karena tidak melewati batas UCL dan LCL.

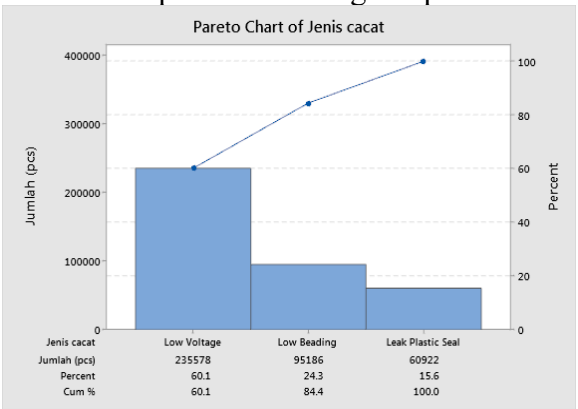
Tahap *Analyze*

Pada tahap ini, digunakan alat bantu berupa diagram Pareto untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan, serta diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) untuk mengetahui faktor-faktor yang menjadi penyebab cacat dominan pada proses produksi baterai AAA. Berikut adalah perhitungan persentase cacat pada produksi baterai AAA untuk bulan Januari hingga April 2025:

Tabel 1. Tabel jumlah Persentase Cacat

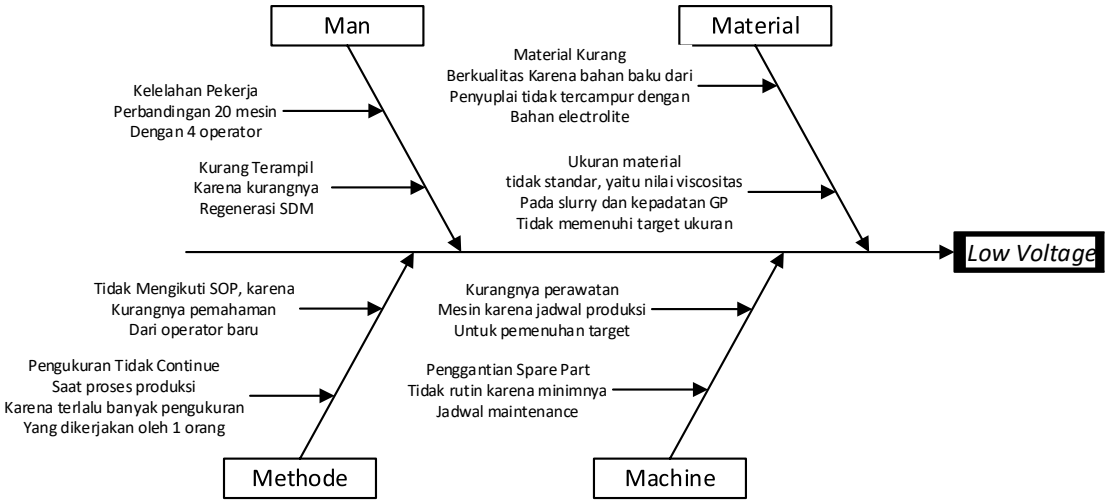
No.	Jenis cacat	Jumlah (pcs)	Persentase (%)
1	*Low Beading*	95.186	1,68%
2	*Leak Plastic Seal*	60.922	1,05%
3	*Low Voltage*	235.578	4,17%
Total cacat		**391.686**	**6,9%**
Total produksi		**5.649.272**	

Tabel tersebut merupakan perhitungan Diagram Pareto, diketahui bahwa persentase cacat pada *Low Beading* sebesar 1,68% pada *Leak Plastic Seal* 1,05% dan *Low Beading* sebesar 4,17%. Setelah menghitung persentase cacat, kemudian membuat diagram pareto menggunakan *Minitab*. Berikut merupakan hasil diagram pareto berdasarkan data tabel.



Gambar 5. Diagram Pareto

Hasil analisis menggunakan diagram Pareto menunjukkan penyebab cacat terbesar yaitu pada jenis cacat *Low Voltage* dalam proses produksi. Untuk itu, diperlukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*Fishbone Diagram*) guna mengidentifikasi faktor penyebab cacat yang dominan pada produksi baterai AAA. Berikut adalah hasil analisis diagram sebab-akibat yang menunjukkan penyebab cacat yang dominan pada produksi baterai AAA:



Gambar 6. *Fishbone Diagram*

Berdasarkan *Fishbone Diagram*, penyebab cacat dominan pada baterai AAA berupa *Low Voltage* dikelompokkan ke dalam empat faktor:

- Manusia : Kelelahan operator (4 operator untuk 20 mesin) dan kurangnya keterampilan.
- Material : Kualitas zinc rendah dan viskositas slurry di bawah standar (120.000–160.000 cps).
- Mesin : Kurangnya perawatan dan penggantian suku cadang (*collar, plunger seal*).
- Metode : Ketidakpatuhan terhadap SOP dan pengukuran tidak konsisten.

Tahap *Improve*

Alat yang digunakan pada tahap ini adalah FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi masalah yang paling kritis berdasarkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi (Huang, *et al.,* 2020). Selain itu, alat 5W+1H digunakan untuk menentukan tindakan yang tepat dan akurat guna mengatasi masalah yang ada. Nilai RPN diperoleh dari data Perusahaan, di mana hasil penilaian dirata-ratakan untuk menentukan nilai *severity, occurrence,* dan *detection*. Nilai RPN dihitung dengan mengalikan ketiga nilai tersebut (S x O x D) untuk menentukan peringkat prioritas risiko setiap penyebab cacat (Fenny Novianti, 2023). Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk Faktor dari Manusia yaitu kelelahan operator dalam bekerja.

$$\text{RPN} = \textit{Severity} \times \textit{Occurrance} \times \textit{Detection} \quad (8)$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan FMEA

Failure Mode	*Effect Of Failure Mode*	*Cause Of Failure Mode*	Nilai Dampak (*Severity*)	Nilai Keseringan (*Occurrance*)	Nilai Pendeteksian (*Detection*)	*Risk Priority Number* (RPN)
Baterai Cacat	Faktor Manusia	Kelelahan dalam bekerja	5	6	3	90
		Kurang Kompeten	7	6	4	168
	Faktor Mesin	Kurangnya perawatan	7	6	5	210
		Pergantian *part* tidak rutin	6	6	5	180
		Pergantian Ukuran Mesin	7	3	3	63
	Faktor Metode	Tidak mengikuti SOP kerja	7	5	4	140
		Pengukuran	5	3	3	45
	Faktor Material	Cacat pencampuran dan pengiriman	5	3	4	60
		Material tidak berkualitas	7	6	4	168

Berdasarkan hasil perhitungan FMEA *(Failure Mode and Effect Analyze)* pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa nilai RPN (*Risk Priority Number*) terbesar sejumlah 210 yaitu pada Kurangnya Perawatan Mesin. langkah selanjutnya adalah melakukan analisis mendalam terhadap masalah tersebut untuk merumuskan usulan perbaikan berdasarkan 5W+1H (Sutrisno, 2023), (Solihudin *et al*., 2023):

- What : Mengurangi cacat *Low Voltage* dengan perawatan mesin rutin.
- Why : Meningkatkan kualitas dan produktivitas.
- Where : Di *Assembly Line* (mesin *molding* dan *slurry*).
- Who : Tim *maintenance* dan operator.
- When : Setiap Senin pukul 07.00–09.00.
- How : Melakukan *maintenance* rutin, pembersihan mesin, dan pelatihan operator.

Tahap *Control*

Pada langkah ini, disusun usulan pengendalian untuk memastikan keberlanjutan perbaikan yang telah dirancang pada tahap *improve*, dengan cara:

a. Membuat *checksheet maintenance* untuk memantau perawatan mesin.

Tabel 8. *Check Sheet Maintenance*

No	Jenis Cacat	Mesin	Jenis *Maintenance*		
			Cek Mesin dan *Part*	Penggantian *Part* Rusak	*Maintenance* kebersihan mesin dan jalur mesin
1	*Low Beading*	*Beading*	V	V	V
2	*Leak Plastic Seal*	*Plastic Top*	V	V	V
3	*Low Voltage*	*Molding* dan *Slurry*	V	V	V

b. Memastikan kepatuhan SOP melalui pelatihan operator.

c. Pemeriksaan rutin material dan mesin.

Setelah dilakukan penelitian, perbaikan proses produksi, dan penerapan usulan perbaikan berupa pelaksanaan *maintenance* rutin setiap hari Senin selama Bulan Mei, yang mencakup perawatan mesin serta pembersihan mesin dan alur produksi, diperoleh hasil tingkat cacat sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Produksi dan Jumlah Cacat setelah Usulan Perbaikan

Bulan Mei Minggu ke-	Jumlah Produksi	Jenis Cacat			Jumlah Cacat	Presentase
		Low Beading (pcs)	*Leak Plastic Seal* (pcs)	*Low Voltage* (pcs)		
1	470.000	3.961	2.948	10.109	17.018	3.6%
2	471.500	3.895	2.402	9.755	16.052	3.4%
3	472460	4.106	2.114	12.815	19.035	4%
4	471000	3.882	2.293	7.694	13.869	2.9%
Total	**1.884.960**	**15.844**	**9.757**	**40.373**	**65.974**	**3.5%**

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data, analisis dapat disimpulkan bahwa penyebab cacat dominan yaitu *Low Voltage* sebesar 4,17% (235.578 unit) adalah kurangnya perawatan mesin (RPN 210), kelelahan operator, kualitas material rendah, dan ketidakpatuhan SOP. Perbaikan ke depan yang dapat dilakukan meliputi *maintenance* rutin setiap Senin, pelatihan operator, dan pemeriksaan material, berhasil menurunkan tingkat cacat di bawah 5% pada Mei 2025.

Saran

Saran yang dapat diberikan kepada pihak perusahaan adalah melakukan pemeriksaan secara berkala selama proses produksi untuk mencegah kelolosan produk cacat, menyediakan pelatihan rutin bagi operator guna meningkatkan keterampilan dan kepatuhan terhadap SOP, serta mengganti suku cadang mesin secara terjadwal untuk menjaga mutu produk dan performa mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Erviyana, E., Yuliarty, P., & Wijayanti, A. I. (2022). Dmaic Dalam Menurunkan Scratch Komponen Produk Meter Cluster. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, *16*(3), 300. https://doi.org/10.22441/pasti.2022.v16i3.005

Fahmi, I., Soelistyo, T., Maulani, M., Afandi, F. G., Sasongko, N. A., & Yoesgiantoro, D. (2022). *Analisis Life Cycle Assessment Baterai pada Kendaraan*. *1*(3), 69–78.

Fenny Novianti, R. R. (2023). Quality Control of Edamame Products Using Statistical Quality Control (SQC) and Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Methods in. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(2), 221–230. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.20550

Firmansyah, R., & Yuliarty, P. (2020). *Implementasi Metode DMAIC pada Pengendalian Kualitas Sole Plate di PT Kencana Gemilang*. *XIV*(2), 167–180.

Gueorguiev, T. (2018). *Improving the Internal Auditing Procedure by Using SIPOC Diagrams*. *4*, 35–43.

Huang, J., You, J.-X., Liu, H.-C., & Song, M.-S. (2020). Failure Mode and Effect Analysis Improvement: A Systematic Literature Review and Future Research Agenda. *Reliability Engineering & System Safety*, *199*, 106885. https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106885

Kholil, M. (2023). Implementation of Lean Manufacturing to Reduce Hold Types of Mission

Case Products using DMAIC and KAIZEN Approach. *The International Journal of Scientific and Academic Research*, *03*(02), 34–43. https://doi.org/10.54756/ijsar.2023.v3.2.4

Monday, L. M. (2022). *Quality and Safety Learning Corner Define , Measure , Analyze , Improve , Control (DMAIC) Methodology as a Roadmap in Quality Improvement*. *5*(2), 2020–2022. https://doi.org/10.36401/JQSH-22-X2

Rasmusson, D. (2006). *SIPOC Picture Book: A Visual Guide to SIPOC/DMAIC Relationship*. Oriel Incorporated.

Rathi, R., Vakharia, A., & Shadab, M. (2022). Lean Six Sigma in The Healthcare Sector: A Systematic Literature Review. *Materials Today: Proceedings*, *50*(January), 773–781. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.534

Sarah Isniah, H. H. P. (2021). THE APPLICATION OF USING STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) METHOD: LITERATURE REVIEW AND RESEARCH ISSUES. *SPEKTRUM INDUSTRI*, *19*(2), 125–133.

Smętkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to Improve The Quality of The Production Process : A Case Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *238*, 590–596. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.039

Solihudin, M., Nurhidayat, W., Bakti, C. S., & Hadi, A. H. (2023). Implementation of Tree Diagram Method , Failure Mode Effect Analysis (FMEA) and 5W 1H to Reduce Corky Defective Products in PT . XYZ. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(1), 18–27. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i1.17237

Sumasto, F., Maharani, C. P., Purwojatmiko, B. H., Imansuri, F., & Aisyah, S. (2023). PDCA Method Implementation to Reduce the Potential Product Defects in the Automotive Components Industry. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, *4*(2), 87–98. https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.19527

Sutrisno, A. N. (2023). Quality Improvement for Sleeve Shirt X Using Lean Six Sigma Approach at PT X. *International Journal of Current Science Research and Review*, *6*(12), 8383–8394.