

Pengendalian Kualitas Produk PCB Dengan Metode SPC (*Statistical Process Control*) di PT Giken Precision Indonesia

Widi Nugraha^{*1}, Zulkarnain², Khiran³

^{1,2,3}Universitas Ibnu Sina Batam, Jl Teuku Umar, Lubuk Baja, kota Batam, 29444

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik – Universitas Ibnu Sina, Batam

e-mail: ^{*}widi@uis.ac.id,

Abstrak

Dalam proses produksi perusahaan dituntut untuk menghasilkan suatu produk berkualitas sesuai keinginan konsumen. Kualitas produk merupakan suatu kemampuan produk dalam melakukan fungsi-fungsinya, kemampuan itu meliputi daya tahan, kehandalan dan ketelitian, yang diperoleh produk dengan secara keseluruhan (Kotler dan Keller, 2016). PT.Giken Precision Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur komponen elektronik dan kelistrikan. Salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Giken Precision Indonesia adalah PCBA (*Printing Circuit Board Assembly*). Proses ini menyediakan semua komponen elektronik untuk ditempatkan dan disolder ke papan PCB kosong dan termasuk pencetakan pasta *solder*, penempatan komponen, penyolderan tangan, gelombang atau *reflow*. Pada proses ini terdapat beberapa produk cacat yang terjadi. Diantaranya adalah PCB terbakar (*burn*) dan PCB retak (*broken*). Dari bulan September 2024 sampai Mei 2025 terdapat cacat produksi dengan jumlah persentase keseluruhan sebesar 0,28%, sementara perusahaan menetapkan persentase cacat yang diperbolehkan adalah 0,20%. Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan terdapat 2 jenis cacat yang ditemukan, yaitu PCB patah/*broken* dan PCB terbakar/*burn*. Kedua jenis cacat tersebut memiliki persentase yang hampir sama, yaitu PCB *broken* sebesar 0,142% dan PCB *burn* sebesar 0,138% . Oleh karena itu kedua jenis cacat tersebut harus dicari solusi perbaikannya. Dengan menerapkan metode SPC, dapat diketahui faktor mesin dan manusia adalah faktor yang paling banyak menyebabkan PCB *broken*. Sedangkan faktor mesin dan metode adalah faktor yang paling banyak menyebabkan PCB *burn*. Setelah melalui observasi dan diskusi dengan beberapa pihak di bagian produksi, didapat solusi perbaikan untuk PCB *broken* adalah otomatisasi pengambilan PCB setelah proses *reflow oven* dan program pelatihan operator yang lebih optimal. Sedangkan solusi perbaikan untuk cacat PCB *burn* adalah perbaikan atau modernisasi mesin dan penambahan unsur pengecekan temperatur pada SOP proses tersebut. Setelah tindakan tersebut dilaksanakan, bagian produksi dapat menurunkan tingkat kecacatan yang awalnya sebesar 0,28% menjadi 0,17% di bulan berikutnya.

Kata kunci— SPC, PCB, burn, broken, reflow oven

Abstract

In the production process, companies are required to produce qualified products according to consumer specification. Product quality is a product's ability to perform its functions, this ability includes durability, reliability, and accuracy, which are obtained by the whole product (Kotler and Keller, 2016). PT. Giken Precision Indonesia is a manufacturing company of electronic and electrical components. One of the products which produced by PT. Giken Precision Indonesia is PCBA (Printing Circuit Board Assembly). This process provides all electronic components to be placed and soldered to a blank PCB board and includes printing solder paste, component placement, hand soldering, wave or reflow. In this process, there are several defective

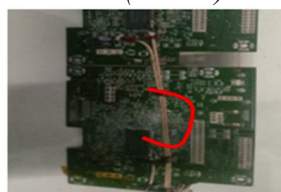
products that occurred. These are burnt and broken PCBs. From September 2024 to May 2025, there were production defects with an overall percentage of 0.28%, while the company set the permissible defect percentage at 0.20%. Based on the data collection, two types of defects were found: broken PCBs and burned PCBs. Both types of defects had almost the same percentage, broken PCBs at 0.142% and burned PCBs at 0.138%. Therefore, solutions for both types of defects must be found. By applying the SPC method, it can be seen that machine and human factors are the most factors that cause broken PCBs. Meanwhile, machine and method factors are the factors that most often cause burn PCBs. After conducting observations and discussions with several parties in the production department, the solution for broken PCBs is the automation of PCB picking after the reflow oven process and a more optimal operator training program. Meanwhile, the solution for burn PCBs defects is machine repair or modernization and the additional checking for soldering temperature to the inspections SOP. After these actions were implemented, the production department was able to reduce the defect rate from initially 0.28% to 0.17% in the following month.

Keywords— SPC, PCBs, burn, broken, reflow oven

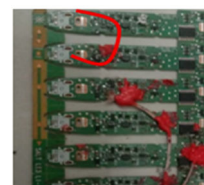
PENDAHULUAN

Kegiatan produksi merupakan mata rantai dari konsumsi dan distribusi. Kegiatan produksilah yang menghasilkan barang dan jasa, kemudian dikonsumsi oleh konsumen. Dalam produksi permasalahan yang muncul tidak hanya berkenaan dengan apa tujuan dan prinsip dasar dalam produksi, tetapi juga bagaimana pengorganisasian faktor produksi serta penentuan harga input maupun output yang sesuai dengan tujuan dari produksi (Hendrie, 2003). Dalam proses produksi perusahaan dituntut untuk menghasilkan suatu produk berkualitas sesuai keinginan konsumen. Kualitas produk merupakan suatu kemampuan produk dalam melakukan fungsi-fungsinya, kemampuan itu meliputi daya tahan, kehandalan dan ketelitian, yang diperoleh produk dengan secara keseluruhan (Kotler dan Keller, 2016). Pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas/tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen (Onar & Luthfi, 2018). Permasalahan kualitas telah mengarah pada taktik dan strategi perusahaan secara menyeluruh dalam rangka untuk memiliki daya saing dan bertahan terhadap persaingan global dengan produk perusahaan lain (Hatani, L, 2007). Kualitas dapat diartikan sebagai tingkat atau ukuran kesesuaian suatu material dengan pemakainya, dalam arti sempit kualitas diartikan sebagai tingkat kesesuaian produk dengan standar yang telah ditetapkan (Ratna Ekawati, 2017).

PT.Giken Precision Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur komponen elektronik dan kelistrikan. Salah satu produk yang diproduksi oleh PT. Giken Precision Indonesia adalah PCBA (*Printing Circuit Board Assembly*). Proses ini menyediakan semua komponen elektronik untuk ditempatkan dan disolder ke papan PCB kosong dan termasuk pencetakan pasta *solder*, penempatan komponen, penyolderan tangan, gelombang atau *reflow*. Pada proses ini terdapat beberapa produk cacat yang terjadi. Diantaranya adalah PCB terbakar (*burn*) dan PCB retak (*broken*).



Gambar 1. PCB burn



Gambar 2. PCB broken

Kedua jenis cacat ini sering terjadi selama proses produksi dan jumlahnya melebihi target cacat produk per bulan yang telah ditetapkan perusahaan, yaitu sebesar 0,20%. Berikut data produk yang cacat selama bulan September 2024 – Mei 2025.

Tabel 1. Data produk cacat selama September 2024 sampai Mei 2025

Nama cacat produk	Periode pengambilan data produk cacat									
	Sept 2024	Okt 2024	Nov 2024	Des 2024	Jan 2025	Feb 2025	Maret 2025	April 2025	Mei 2025	Total
PCB broken (pcs)	23	20	50	45	34	55	49	101	121	498
PCB burn (pcs)	34	30	64	71	56	70	44	34	56	459
Total cacat(pcs)	57	50	114	116	90	125	93	135	177	957
Total produksi (pcs)	35500	41780	40750	39450	40120	33450	37450	34550	38340	341390
Persentase cacat	0,16%	0,12%	0,28%	0,29%	0,22%	0,37%	0,25%	0,39%	0,46%	0,28%

Sumber: Data perusahaan

Dari data yang ditampilkan diatas, terlihat bahwa cacat produk PCBA cukup tinggi perbulannya, rata-rata 0,28%, sementara itu persentase target cacat produk dari manajemen perusahaan adalah 0.20%. Persentase cacat produk yang tertinggi adalah terjadi di bulan Mei 2025, sebesar 0,46%. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu metode yang tepat dalam mencari akar dari berbagai jenis penyebab yang berpotensi menimbulkan kerawanan terjadinya cacat dan membuat analisis untuk perbaikan dengan menggunakan *Statistical Process Control* (SPC). *Statistical process control* (SPC) adalah suatu cara pengendalian proses yang dilakukan melalui pengumpulan dan analisis data kuantitatif selama berlangsungnya proses produksi. Selanjutnya dilakukan penentuan dan interpretasi hasil-hasil pengukuran yang telah dilakukan, sehingga diperoleh gambaran yang menjelaskan baik tidaknya suatu proses untuk peningkatan mutu produk agar memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan, (Gasperz, 2002). Penggunaan *Statistical process control* ini dilatarbelakangi oleh adanya perbedaan kualitas (*quality dispersion*) antara produk dengan tipe yang sama, urutan proses yang sama, diproduksi dengan mesin yang sama, bahkan operator dan kondisi lingkungan yang sama. Perbedaan kualitas tersebut biasanya terdapat pada perusahaan yang memproduksi barang dalam jumlah banyak atau *mass production* (Anggica & Mas 2020). Dari penjabaran masalah diatas, penulis akan melakukan penelitian dengan tema “Pengendalian Kualitas Produksi PCB dengan Metode SPC (*Statistical Process Control*) di PT.Giken Pecision Indonesia”.

METODE PENELITIAN

Konsep *Statistical Process Control* (SPC) pada awalnya dikembangkan oleh seorang ahli Dr.Walter Shewart dari Bell Laboratories pada tahun 1920 kemudian diperluas oleh Dr.W. Edward Deming yang memperkenalkan SPC ke industri Jepang setelah perang dunia II. Setelah adopsi untuk implementasi awal yang sukses oleh perusahaan-perusahaan jepang *Statistical Process Control* kini telah dipraktekkan oleh organisasi di seluruh dunia yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dengan mengurangi variasi suatu proses (Elyas, R&Handayani, W,2020). Dasar dari *Statistical Process Control* adalah mendeteksi adanya variasi proses dan segera melakukan tindakan antisipasi terhadap variasi proses. Variasi proses dapat diketahui dengan menggambar plot data dari proses yang ada dan apabila terdapat suatu data yang keluar/menyimpang dari batas kendali yang dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi suatu

variasi proses (Trenggonowati, Dyah Lintang&Arifiany, Minati, 2018). Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah pengamatan secara langsung di PT. Giken precision Indonesia, adapun data yang diperlukan dalam penelitian ini dikumpulkan dengan berbagai cara, yaitu sebagai berikut:

- a. Melakukan observasi langsung, yaitu mencatat langsung data yang diperlukan yang diperoleh dari pengamatan lapangan.
- b. Melakukan tanya jawab secara langsung dengan pihak terkait dalam pengendalian Kualitas produk PCB
- c. Melakukan dokumentasi, metode pengumpulan data dengan mengutip catatan/ laporan yang diperoleh langsung dari objeknya. Data yang diperoleh yaitu; data jumlah cacat produk pcb ketika dari mesin *Reflow Oven* , data jenis cacat produk, penyebab cacat produk.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer, berupa jumlah sampel yang diambil untuk dilakukan pengecekan secara visual dan pengukuran oleh inspektor *Process QC*. Dan juga data sekunder, berupa bahan dokumen atau bahan laporan yang berkaitan dengan jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis. Data sekunder ini terdiri dari data-data perusahaan mengenai jumlah produk yang cacat dan total jumlah produk yang diperiksa oleh inspektor *Process QC* dan juga jurnal-jurnal penelitian terdahulu.

Data pertama diambil dari data jumlah cacat produk PCB dan jumlah total produksi PCB, periode September 2024-Mei 2025 (Tabel 1). Dari data ini terlihat bahwa terdapat total PCB yang cacat adalah 957 pcs dari total PCB yang diperiksa sebanyak 341390 pcs (0,28%).

Terdapat dua jenis cacat yang terjadi pada produk PCB, yaitu:

1. PCB *broken* atau PCB yang retak di permukaan. *Broken atau patah* terlihat pada permukaan material saat keluar dari mesin *reflow oven*.
2. PCB *burn* merupakan kerusakan fisik pada PCB karena ada bagian permukaan yang terbakar atau terkena panas berlebih.

Data yang diperoleh dari proses pengumpulan data akan diolah dengan metode *Statistical Process Control* (SPC) dan mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:

a) *Checksheet*.

Dalam Melakukan pengendalian kualitas secara statistic langkah pertama yang akan dilakukan adalah membuat *Check Sheet*. *Check Sheet* berguna untuk mempermudah proses pengumpulan data serta analisis data. Selain itu pula berguna untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan jenis kerusakan dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak *Check Sheet* menyusun table dengan kolom tanggal, total point cacat, total produksi, dan jenis kerusakan. Dari *Check Sheet* akan diketahui apa saja yang dapat menyebabkan kecacatan produksi (Tabel.1).

b) Peta kendali.

Peta Kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas atau proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistik atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah yang menghasilkan perbaikan kualitas. Peta Kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu.

c) Membuat Histogram

Dalam membuat histogram, data yang digunakan adalah data kecacatan pada setiap proses produksi yang dapat ditemukan pada FPC (*Flow Process Chart*). Tujuan dari membuat histogram adalah untuk melihat sebaran data jumlah kecacatan di setiap proses produksi.

d) Membuat Diagram Pareto

Diagram pareto digunakan untuk membantu dalam menentukan masalah yang paling dominan/utama berdasarkan nilai yang diperoleh dan membantu dalam mengelompokan masalah berdasarkan persentase yang dihitung.

- e) Pendefinisian masalah sebenarnya akan dilakukan dengan menggunakan diagram *Cause and Effect*.

Melakukan analisis 5W + 1H dan memberikan rekomendasi perbaikan yang bertujuan agar dapat mengurangi tingkat kesalahan dalam proses produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan pengendalian kualitas secara statistik, langkah pertama yang diambil adalah membuat *checksheet* dari data *defect* yang ada. Adapun hasil pengumpulan data melalui *check sheet* yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. *Checksheet* produk cacat selama September 2024 sampai Mei 2025

CHECK SHEET REJECTION PCB PADA REFLOW OVEN						
BULAN	JUMLAH PRODUKSI	JENIS REJECT		JUMLAH REJECT	STANDAR REJECT%	REJECT PERCENTAGE
		BURN	BROKEN			
Sept 2024	35500	34	23	57	0.20%	0.16%
Okt 2024	41780	30	20	50	0.20%	0.12%
Nov 2024	40750	64	50	114	0.20%	0.28%
Des 2024	39450	71	45	116	0.20%	0.29%
Jan 2025	40120	56	34	90	0.20%	0.22%
Feb 2025	33450	70	55	125	0.20%	0.37%
Mar 2025	37450	44	49	93	0.20%	0.25%
Apr 2025	34550	34	101	135	0.20%	0.39%
Mei 2025	38340	56	121	177	0.20%	0.46%
TOTAL	341390	459	498	957	0.20%	0.28%

Sumber: pengolahan data

Langkah Kedua adalah membuat peta kendali. Rumus dari peta kendali yaitu :

- a) Menghitung persentase cacat produk

$$p = \frac{np}{n}$$

Keterangan :

Np : Jumlah cacat produk

N : Jumlah produksi

Contoh penghitungannya adalah sebagai berikut

$$P = \frac{np}{n} = \frac{57}{35500} = 0.0016$$

- b) Menghitung garis pusat atau *centre line* (CL)

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

Keterangan :

$\sum np$: Total keseluruhan cacat produk

$\sum n$: Total keseluruhan jumlah produksi

Contoh perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$CL = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{957}{341390} = 0.0028$$

- c) Menghitung batas kendali atas atau *upper limit control* (UCL)

$$UCL = CL + 3 \times \frac{\sqrt{CL(1-CL)}}{Ni}$$

Keterangan:

CL : Garis tengah

N_i : Rata-rata jumlah reject

Contoh perhitungan datanya adalah sebagai berikut

$$UCL = 0.00028 + 3 \times \frac{\sqrt{0.00028(1-0.00028)}}{106} = 0.018$$

d) Menghitung batas kendali bawah atau *lower limit control* (LCL)

$$LCL = CL - 3 \times \frac{\sqrt{CL(1-CL)}}{N_i}$$

Keterangan;

CL : Garis tengah

N_i : Rata-rata jumlah reject

Contoh perhitungan datanya adalah sebagai berikut:

$$LCL = 0.00028 - 3 \times \frac{\sqrt{0.00028(1-0.00028)}}{106} = -0.021$$

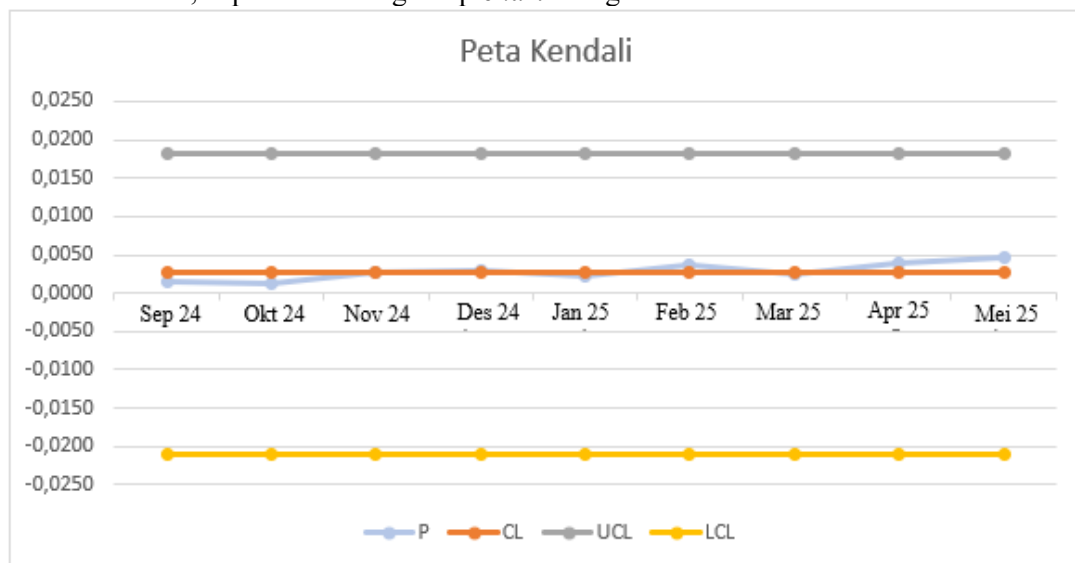
Sesuai dengan rumus perhitungan diatas serta berdasarkan dari data jumlah produksi dan jumlah cacat, maka dapat dihasilkan perhitungan untuk CL, UCL dan LCL sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan batas peta kendali

Bulan	Total Produksi	Total Reject	Rata-rata (N_i)	P	CL	UCL	LCL
Sep-24	35500	57	106	0.0016	0.0028	0.018	-0.021
Okt-24	41780	50	106	0.0012	0.0028	0.018	-0.021
Nov-24	40750	114	106	0.0028	0.0028	0.018	-0.021
Des-24	39450	116	106	0.0029	0.0028	0.018	-0.021
Jan-25	40120	90	106	0.0022	0.0028	0.018	-0.021
Feb-25	33450	125	106	0.0037	0.0028	0.018	-0.021
Mar-25	37450	93	106	0.0025	0.0028	0.018	-0.021
Apr-25	34550	135	106	0.0039	0.0028	0.018	-0.021
Mei-25	38340	177	106	0.0046	0.0028	0.018	-0.021
Jumlah	341390	957					

Sumber: pengolahan data

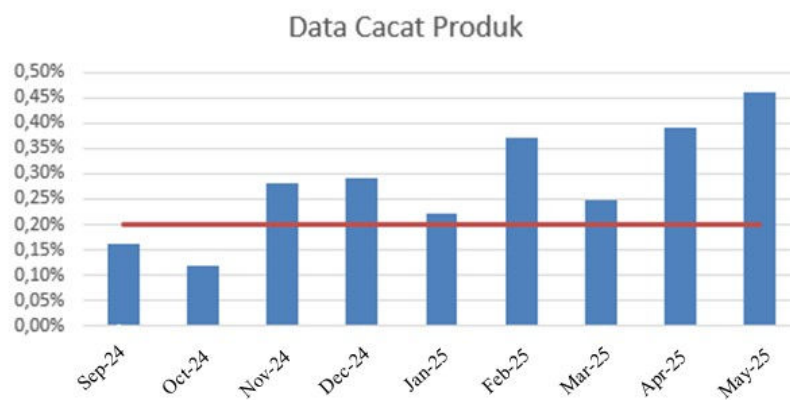
Dari data tersebut, dapat dibuat diagram p-chart sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram peta kendali produk cacat

Sumber: pengolahan data

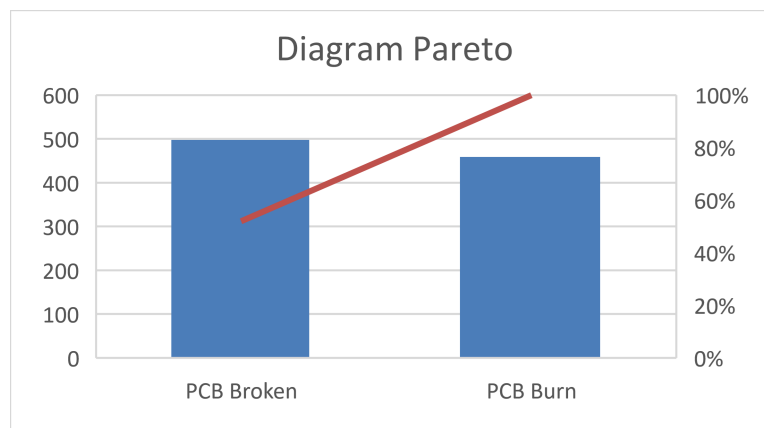
Dari diagram ini dapat dilihat bahwa tingkat produk cacat masih di bawah batas atas, akan tetapi hanya dua bulan awal saja yang masih dibawah standar produk cacat yang diperbolehkan. Setelah itu terdapat tren bahwa produk cacat makin meninggi. Selanjutnya dari data yang ada sebelumnya, disusunlah diagram histogram, untuk mempermudah proses serta analisis data. Selain itu berguna untuk mengatur dan menampilkan frekuensi data sampel pada rentang tertentu dimana tertampil batang-batang yang berbentuk data pada masing masing kelas yang dipresentasikan dengan bentuk grafik diagram batang atau kolom. Dari diagram histogram ini akan mengetahui seberapa pengaruhnya dalam proses produksi dan seberapa tingginya tingkat kecacatan yang dialami oleh produk (Martono, RV, 2023). Dari data jumlah cacat produk PCB dan jumlah total produksi PCB, periode September 2024-Mei 2025 (Tabel 1), dapat dibuat diagram Histogram sebagai berikut ini.



Gambar 4. Diagram Histogram produk

Sumber: Pengolahan data

Dari diagram histogram tersebut, dapat dilihat bahwa persentase produk cacat hampir selalu di atas persentase produk cacat yang dibolehkan oleh perusahaan, yaitu 0,20%. Hanya pada bulan September (0,16%) dan Oktober 2024 (0,12%) saja yang persentase produk cacat masih dibawah persentase yang diperbolehkan. Sedangkan di bulan lain yang menjadi periode pengamatan, tercatat persentase produk cacat selalu di atas persentase yang diperbolehkan dengan persentase produk cacat tertinggi adalah di bulan Mei 2025 (0,46%). Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan produk cacat menjadi semakin meningkat dan berpotensi merugikan perusahaan. Setelah itu berdasarkan dari data di Tabel 1 juga, dibuat diagram Pareto untuk mengetahui jenis cacat terbanyak yang harus dianalisa terlebih dahulu.



Gambar 5. Diagram Pareto cacat produksi PCB

Sumber: pengolahan data

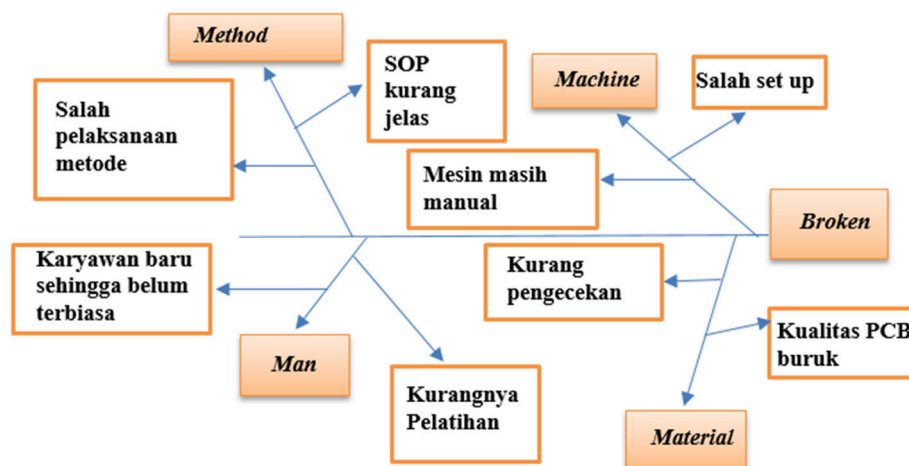
Berdasarkan pengolahan data menggunakan konsep pareto pada gambar 4, inspeksi yang memiliki cacat tertinggi pada PCB adalah *Broken*/patah (498 pcs cacat) dan berikutnya adalah cacat *Burn*/terbakar (459 pcs cacat). Karena kedua jenis cacat tersebut memiliki jumlah yang hampir sama maka kedua jenis cacat tersebut akan dicari akar permasalahannya menggunakan metode SPC selanjutnya. Berdasarkan jenis cacat produksi di atas, maka disusun penjelasan menggunakan metode 5W+1H, sebagai berikut:

- What* : Jenis kerusakan pada PCB adalah patah (*Broken*) dan terbakar (*Burn*).
- When* : Penelitian difokuskan pada bulan September 2024 sampai Mei 2025.
- Who* : Perusahaan tempat dimana penulis mengambil data penelitian.
- Why* : Memberikan saran perbaikan kualitas proses produksi PCB agar dapat mengurangi cacat produksi yang terjadi.

How (bagaimana):

- Bagaimana mengambil data untuk menunjang penelitian yang dilaksanakan.
- Bagaimana mengevaluasi data yang didapat menggunakan metode SPC.
- Bagaimana menentukan saran perbaikan yang sesuai untuk penyebab terjadinya cacat produksi tersebut.

Langkah selanjutnya dalam analisis pengendalian kualitas adalah mengidentifikasi penyebab kerusakan yang terjadi pada proses produksi PCB ini. Dalam langkah ini digunakan diagram sebab akibat untuk mengidentifikasi penyebab dari kerusakan produksi. Diagram sebab akibat digunakan untuk analisis faktor-faktor kerusakan yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan kerusakan dengan menemukan solusi penyebab kerusakan (Putri, 2024). Diagram sebab akibat dibuat berdasarkan dari hasil wawancara dengan Supervisor produksi dan *QC Engineer*. Dari hasil wawancara dijabarkan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 6. Cause-effect diagram untuk PCB broken

Sumber: pengolahan data

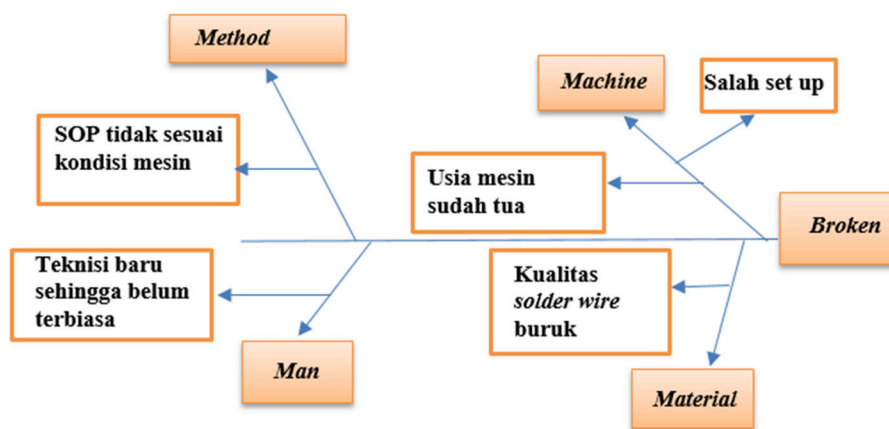
Diagram ini menggambarkan beberapa penyebab terjadinya cacat *Broken* pada PCB. Penyebab tersebut bisa berasal dari:

- Man*. Operator dan para teknisi merupakan pemegang kendali dalam proses produksi, manusia berperan sebagai penentu jalannya suatu proses produksi apakah akan berjalan dengan baik atau tidak. Faktor penyebab dari segi manusia, antara lain: Pelatihan yang tidak dilakukan dengan baik, misalkan cara penempatan PCB pada alas *reflow oven*. Selanjutnya karena pelatihan tersebut banyak dilakukan pada karyawan baru dan caranya tidak benar,

maka karyawan baru tersebut tidak terbiasa menempatkan PCB pada posisinya dengan baik di mesin *Reflow oven*.

- b) *Material*. Pengecekan PCB kurang baik selama proses *incoming check* dan sebelum masuk ke proses *reflow oven*. Hal ini menyebabkan PCB dengan kualitas buruk ikut masuk ke proses produksi dan menjadikan PCB mudah patah saat proses *reflow oven*.
- c) *Method*. SOP (*Standar Operation Procedures*) kurang lengkap sehingga karyawan, terutama karyawan baru, salah menempatkan PCB pada alas *reflow oven* dan menyebabkan PCB terbentur PCB lain saat keluar dari mesin *reflow oven*.
- d) *Machine*. Model mesin yang sudah lama menyebabkan tidak adanya mekanisme otomatis yang mengangkat PCB setelah proses *reflow oven* sehingga saat PCB berikutnya keluar dari proses akan rentan menabrak PCB yang keluar lebih dahulu. Terdapat juga kemungkinan teknisi kurang tepat dalam mengatur waktu proses *reflow oven* sehingga PCB keluar terlalu cepat dan jaraknya terlalu rapat antara PCB satu dengan PCB yang berikutnya.

Sedangkan untuk cacat produksi berupa PCB *Burn*/terbakar dapat dibuat *cause-effect diagram* sebagai berikut:



Gambar 7. *Cause-effect diagram* untuk PCB *burn*

Sumber: pengolahan data

Diagram ini menggambarkan beberapa penyebab terjadinya cacat *Broken* pada PCB. Penyebab tersebut bisa berasal dari:

- a) *Man*. Pelatihan terhadap teknisi sudah dilakukan dengan baik, akan tetapi pembiasaan teknisi dalam mengatur *setting* temperatur solder sangat dibutuhkan karena usia mesin yang cukup tua dan kurang presisi.
- b) *Material*. Kualitas *solder wire* yang kurang baik menyebabkan lebih cepat terbakar saat digunakan pada mesin *reflow oven*. Hal ini menyebabkan panas dari *solder wire* tersebut ikut membakar permukaan PCB secara berlebihan.
- c) *Method*. SOP (*Standar Operation Procedures*) tidak bisa menyesuaikan dengan kondisi mesin *reflow oven*. *Setting* temperatur pada SOP sering kali tidak bisa dicapai pada saat digunakan di mesin tersebut.
- d) *Machine*. Model mesin yang sudah lama menyebabkan *setting* temperatur tidak presisi lagi sehingga terkadang temperatur *soldering* berubah menjadi lebih tinggi pada saat proses berjalan dalam waktu yang lama. Selain itu kondisi mesin yang kurang presisi tersebut menjadikan teknisi sering salah dalam melaksanakan *setting* temperatur. Pada saat temperatur diatur sesuai SOP, ternyata temperatur tersebut kurang sesuai untuk *soldering*. Namun saat temperatur dinaikkan, akan menjadi terlalu panas setelah proses berjalan.

Setelah memetakan penyebab-penyebab cacat produksi berupa PCB *burn*/terbakar dan PCB *broken* /patah, maka dilaksanakan *Focus Group Discussion* untuk menentukan penyebab mana yang paling berpengaruh dan beberapa rekomendasi yang bisa diambil untuk mengatasi permasalahan tersebut. Peserta pertemuan *Focus Group Discussion* ini terdiri dari dua orang

supervisor produksi (bagian reflow oven), dua orang QC Engineer, satu orang supervisor gudang produksi dan satu orang teknisi reflow oven. Dari pertemuan FGD tersebut dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a) Penyebab utama PCB *broken*/patah adalah pelatihan SOP (*Standard Operation Procedures*) yang kurang baik, terutama pada karyawan baru, sehingga karyawan tersebut kurang tepat dalam meletakkan PCB pada alasnya saat proses *reflow oven*. Selain itu karena mesin *reflow oven* masih manual, keterlambatan pengambilan PCB setelah proses menyebabkan banyak PCB yang terbentur dan beberapa diantaranya menjadi patah.
- b) Penyebab utama PCB *burn*/terbakar adalah mesin *reflow oven* yang sudah cukup tua umur pakainya. Hal ini menyebabkan ketepatan pengaturan temperatur *soldering* menjadi berkurang sehingga terkadang temperatur akan naik dengan sendirinya selama proses produksi berlangsung. Penyebab kedua adalah SOP (*Standar Operation Procedures*) yang belum menyesuaikan dengan kondisi mesin, sehingga rawan menyebabkan produk cacat bila dilakukan oleh teknisi yang belum berpengalaman.

Dalam FGD tersebut didapatkan juga perbandingan kondisi awal, yang menjadi penyebab cacat dan kondisi yang harus diubah untuk mencegah produk cacat terjadi di kemudian hari.

Tabel 4. Kondisi awal penyebab cacat dan rekomendasi dari metode SPC

No	Kondisi awal	Tindakan usulan dari hasil penelitian
1	PCB <i>broken</i> /patah Proses pelatihan SOP pada karyawan hanya saat awal pertama masuk bekerja dan tidak diulangi secara berkala pada saat akan memulai proses produksi.	Pelatihan terhadap SOP dilakukan setiap akan memulai proses produksi. Lembar SOP diletakkan di dekat mesin <i>reflow oven</i> , sehingga karyawan mudah mempelajari kembali.
2	PCB <i>broken</i> /patah Pengambilan PCB setelah proses <i>reflow oven</i> dilakukan secara manual.	Merancang mekanisme otomatisasi untuk pengambilan PCB setelah proses <i>reflow oven</i> . Merancang alas untuk PCB dengan ukuran yang lebih besar sehingga bila terbentur, hanya akan mengenai alasnya saja tanpa mengenai PCB secara langsung.
3	PCB <i>burn</i> /terbakar Temperatur mesin <i>reflow oven</i> kurang stabil sehingga memungkinkan terjadinya panas berlebih saat proses <i>soldering</i> .	Memperbaiki kondisi mesin atau memodernisasi mesin supaya semua <i>setting</i> mesin saat proses produksi berjalan stabil.
4	PCB <i>burn</i> /terbakar SOP (<i>Standar Operation Procedures</i>) yang belum menyesuaikan dengan kondisi mesin, sehingga rawan menyebabkan produk cacat.	Merevisi SOP dengan penambahan untuk pengecekan berkala terhadap temperatur <i>soldering</i> selama proses produksi.

Sumber : pengolahan data

Setelah usulan tindakan dari metode SPC ini dilaksanakan, maka diambil lagi data dari bulan Agustus dan September 2025. Dari data ini dapat dibandingkan perbedaan persentase cacat yang terjadi sebelum dan sesudah dilaksanakan tindakan perbaikan.

Tabel 5. Perbandingan persentase produk cacat antara sebelum dan sesudah tindakan

Jenis Cacat	Sept 2024 – Mei 2025			Agustus 2025		
	Jumlah cacat(pcs)	Total produksi(pcs)	% Cacat	Jumlah cacat(pcs)	Total produksi(pcs)	% Cacat
PCB Burn	459	341390	0,138	31	34500	0,090
PCB Broken	498		0,142	28		0,081
% cacat total			0,28	% cacat total 0,171		

Jenis Cacat	September 2025			Oktober 2025		
	Jumlah cacat(pcs)	Total produksi(pcs)	% Cacat	Jumlah cacat(pcs)	Total produksi(pcs)	% Cacat
PCB Burn	29	35250	0,082	22	36150	0,061
PCB Broken	26		0,074	18		0,050
% cacat total			0,156	% cacat total 0,111		

Sumber : data perusahaan

Pada tabel 3, terlihat rata-rata persentase jumlah produk cacat sebelum tindakan adalah 0,28% (di atas 0,20%). Sedangkan rata-rata persentase jumlah produk cacat setelah penerapan tindakan dari metode SPC adalah 0,17% di bulan Agustus 2025; 0,16% di bulan September 2025 dan 0,11% di bulan Oktober 2025.

Maka tindakan dari metode SPC ini terbukti dapat mengurangi jumlah produk cacat selama proses *reflow oven*.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil identifikasi pengendalian kualitas pada proses *reflow oven*, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari data yang diambil pada periode September 2024 sampai dengan Mei 2025, terdapat 2 jenis cacat yang ditemukan, yaitu PCB patah/*broken* dan PCB terbakar/*burn* dengan total keseluruhan cacat sebanyak 957 pcs dari total produksi 341.390 pcs PCB.
2. Cacat tertinggi yaitu PCB patah/*broken* sebanyak 498 pcs dan PCB terbakar/*burn* dengan jumlah 459 pcs.
3. Penyebab utama dari kedua jenis produk cacat tersebut adalah:
 - a) PCB patah/*broken*:
 - Pelatihan SOP (*Standard Operation Procedures*) yang kurang baik, terutama pada karyawan baru, sehingga karyawan tersebut kurang tepat dalam meletakkan PCB saat proses *reflow oven*.
 - Mesin *reflow oven* masih manual, keterlambatan pengambilan PCB setelah proses menyebabkan banyak PCB yang terbentur dan beberapa diantaranya menjadi patah.
 - b) PCB terbakar/*burn*:
 - Mesin *reflow oven* yang sudah cukup tua umur pakainya. Hal ini menyebabkan ketepatan pengaturan temperatur *soldering* menjadi berkurang.
 - SOP (*Standar Operation Procedures*) yang belum menyesuaikan dengan kondisi mesin, sehingga rawan menyebabkan produk cacat bila dilakukan oleh teknisi yang belum berpengalaman.
4. Tindakan usulan untuk mengurangi produk cacat tersebut adalah sebagai berikut:
 - a) PCB patah/*broken*:
 - Pelatihan terhadap SOP dilakukan setiap akan memulai proses produksi.

- Lembar SOP diletakkan di dekat mesin *reflow oven*, sehingga karyawan mudah mempelajari kembali bila diperlukan.
 - Merancang mekanisme otomatisasi untuk pengambilan PCB setelah proses *reflow oven*.
 - Merancang alas untuk PCB dengan ukuran yang lebih besar sehingga bila terbentur, hanya akan mengenai alasnya saja tanpa mengenai PCB secara langsung.
- b) PCB terbakar/*burn*:
- Memperbaiki kondisi mesin atau memodernisasi mesin supaya semua *setting* mesin saat proses produksi berjalan stabil.
 - Merevisi SOP dengan penambahan untuk pengecekan berkala terhadap temperatur *soldering* selama proses produksi.
5. Penelitian menggunakan metode SPC untuk mengatasi masalah cacat produksi memang sudah beberapa kali dilakukan. Bila dibandingkan dengan penelitian terdahulu, maka terdapat perbedaan bahwa penelitian kali ini bisa menemukan permasalahan bukan hanya pada faktor manusia saja, akan tetapi pada faktor mesin (otomatisasi mesin dan rekayasa alas PCB) dan metode kerja (pembaruan SOP dengan adanya pengecekan berkala).
 6. Dalam penelitian ini metode SPC yang digunakan untuk menganalisa data dan menentukan jenis produk cacat mana yang harus diatasi terlebih dahulu. Kemudian dilanjutkan dengan adanya *focus group discussion* untuk menentukan tindakan terbaik untuk mengatasi permasalahan yang ada. Dari FGD tersebut, salah satu tindakan yang dipilih adalah revisi SOP agar mudah dipahami dan dilaksanakan oleh operator dan teknisi.

SARAN

Setelah melakukan serangkaian analisa terhadap penyebab cacat pada PCB dengan metode SPC dan menentukan tindakan yang harus diambil untuk meningkatkan kualitas PCB tersebut, maka saran yang dapat diberikan oleh penulis demi peningkatan kualitas serta tindak lanjut dalam penelitian ini adalah :

1. Diharapkan perusahaan melakukan continuous improvement dari metode SPC untuk mengendalikan terjadinya cacat pada proses reflow oven hingga zero defect.
2. Penelitian ini bisa dikembangkan lagi menuju area yang lebih luas meliputi departemen yang lain atau mesin-mesin proses produksi yang lain sehingga didapatkan strategi yang lebih luas dan detail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahyari, A. (1990). Management Produksi. BPFE, Yogyakarta.
- [2]. Assauri, S. (1999). Manajemen Operasi Dan Produksi. LP FE Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3]. Bastuti, S., Kurnia, D., & Sumantri, A. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Proses Hot Press Pada Produk Cacat Outsole Menggunakan Metode *Statistical Processing Control* (SPC) Dan *Failure Mode Effect And Analysis* (FMEA) Di PT. KMK Global Sports Teknologi. Jurnal Ilmiah dan Teknologi, Vol.01, 71-79.
- [4]. Catelani, M., Ciani, Lorenzo., Galar, Diego., Patrizi, G. (2020). *Risk Assesment of a Wind Turbine: A new FMECA-Based Tool with RPN Threshold Estimation*. IEEE Access, Vol.08, 20181-20190.
- [5]. Gasperz, Vincent (2002). Sistem Manajemen Terintegrasi *Balanced Scorecard* dengan *Six Sigma* untuk Organisasi Bisnis dan Pemerintah, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6]. Hatani, L. (2007). Manajemen Pengendalian Mutu Produksi Roti Melalui Pendekatan *Statistical Process Control* (SPC), Studi Kasus Pada Perusahaan Roti Rizki Kendari. Jurnal Manajemen Fakultas Ekonomi Unhalu, Vol.04, 87-99.

-
- [7]. Helena, Anggica & Suryanto, Mas (2020). Penerapan Metode *Statistical Process Control* sebagai Pengendalian Kualitas Mortar. *Jurnal Rekats Universitas Negeri Surabaya*, Vol.08 No.01, 21-30.
- [8]. Kotler, P., & Keller. (2016). *Marketing Management 14th edition*. Pearson Prentice Hall, New York.
- [9]. Martono, Ricky Virona (2023). *Manajemen Logistik*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [10]. Montgomery, D. (2003). *Introduction to Stastical Quality Control 4th edition*. John Wiley & Sons, Canada.
- [11]. N. R, Afiffa & P, Gandhi (2017) Aplikasi *Statistical Process Control* (SPC) dalam Pengendalian Kualitas Produksi Susu di PT. Ultra Peternakan Bandung Selatan. *Journal of Economics and Business Studies*, Vol.02 No.01, 1-18.
- [12]. Prawirosentono, Suyadi. (2007). *Filosofi Baru Tentang Manajemen Mutu Terpadu Abad 21: Kiat Membangun Bisnis Kompetitif*. Bumi Aksara, Jakarta.
- [13]. Purbasari, Annisa & Pratama, Indra Yoga (2024). Penerapan *Statistical Process Control* (SPC) Untuk Mengidentifikasi Cacat Produk *Coffee Maker* Tipe XX. *Sigma Teknika*, Vol.07 No.01, 106-115.
- [14]. Putri, Y.A., Sunarso & Widajanti, Erni (2024). Analisis Pengendalian Produk dengan Metode *Statistical Process Control* (SPC) pada PT.Glory Indutrial di Sragen. *Jurnal Ekonomi, Akuntansi dan Manajemen*, Vol.02 No.04, 29-46.
- [15]. Refangga, Marga., Musmedi, DP & Gusminto, Eka (2022) Analisis Pengendalian Kualitas Produk Air Minum dalam Kemasan dengan Menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) dan Kaizen pada PT. Tujuh Impian Bersama Kabupaten Jember. *Jurnal Ilmiah Dosen Universitas Jember*, Vol.02 No.01, 164-171.
- [16]. Sofian, Antoni & Kurnia, Dadang. (2020). Analisis Pengendalian Kualitas Proses Hot Press Pada Produk Cacat Outsole Menggunakan Metode *Statistical Processing Control* (SPC) dan *Failure Mode Effect And Analysis* (FMEA) di PT. KMK Global Sports Teknologi. *Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, Vol.02, 70-79.
- [17]. Trenggonowati, D.L & Arafiani, N.M (2018). Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulangan Sirip 25 dengan Menggunakan Metode SPC di PT. Krakatau Wajatama Tbk. *Journal Industrial Servicess*. Vol.03 No.02, 34-45.
-