

# Penerapan Diagram Demerit dalam Pengendalian Kualitas Produk pada Industri Manufaktur

Emily Theresia Silaen<sup>ID1\*</sup>, Peggy Mahara Dingga<sup>ID2</sup>, Aisyah Novianti<sup>ID3</sup>,  
Puji Ananda Sihombing<sup>ID4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Corresponding Author: \*[emilythersiasilaen@gmail.com](mailto:emilythersiasilaen@gmail.com)

## Article Info

### Article history:

January 12, 2026

March 15, 2026

April 08, 2026

### Keywords:

Diagram demerit

Ketidaksesuaian

Pengendalian kualitas statistik

Peta kendali atribut

Statistical process control

## ABSTRACT

Pengendalian kualitas merupakan aspek fundamental dalam industri manufaktur yang bertujuan memastikan setiap produk memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan. Salah satu alat pengendalian kualitas statistik untuk data atribut adalah Diagram Demerit, yang mampu memantau ketidaksesuaian dari beberapa kelas keparahan sekaligus dalam satu indeks tunggal melalui sistem pembobotan. Penelitian ini menerapkan Diagram Demerit pada data cacat produksi manufaktur yang diklasifikasikan ke dalam tiga kelas keparahan, yaitu Critical (bobot 100), Moderate (bobot 50), dan Minor (bobot 10). Data yang digunakan terdiri dari 1.000 catatan cacat produksi selama periode Januari hingga Juni 2024 yang bersumber dari dataset publik di Kaggle. Pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak R. Hasil analisis menunjukkan bahwa garis tengah (CL) proses sebesar 107,67, rata-rata batas kendali atas (UCL) sebesar 138,44, dan rata-rata batas kendali bawah (LCL) sebesar 76,90. Seluruh enam titik pengamatan bulanan berada di antara UCL dan LCL, sehingga disimpulkan bahwa proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik sepanjang periode pengamatan. Temuan ini mengonfirmasi bahwa Diagram Demerit merupakan alat pemantauan kualitas yang efektif ketika tersedia klasifikasi cacat berdasarkan tingkat keparahan.

 <https://doi.org/10.30598/beta-konstantav1i1pp39-46>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## 1. INTRODUCTION

*Statistical Process Control* (SPC) merupakan sekumpulan alat pemecahan masalah yang sangat efektif untuk mencapai kestabilan proses dan meningkatkan kapabilitas melalui pengurangan variasi. Berdasarkan konsep tersebut, pengendalian kualitas dalam industri manufaktur menjadi penting untuk memastikan bahwa proses produksi berjalan secara stabil dan konsisten. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah *Statistical Quality Control* (SQC), yang memungkinkan pemantauan proses produksi secara sistematis menggunakan metode statistika [1].

Peta kendali merupakan alat utama dalam SQC yang digunakan untuk memantau apakah suatu proses berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Berdasarkan jenis datanya, peta kendali dibagi menjadi peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Peta kendali atribut digunakan ketika karakteristik kualitas diukur dalam skala kategorik, seperti jumlah ketidaksesuaian (*nonconformities*) per unit inspeksi [1]. Di antara peta kendali atribut, peta kendali *u* cocok digunakan ketika ukuran sampel antar subgrup bervariasi. Namun, peta kendali *u* memiliki keterbatasan ketika berbagai jenis ketidaksesuaian memiliki tingkat keparahan berbeda, karena semua jenis cacat diperlakukan secara setara. Keterbatasan ini diatasi oleh Diagram Demerit, yang memberikan bobot berbeda pada setiap kelas cacat sesuai tingkat keparahannya. Aksioma [2] dalam penelitiannya pada produksi kantong semen di PT. Industri Kemasan Semen Gresik (PT. IKSG) menunjukkan bahwa peta kendali demerit mampu mendeteksi kondisi tidak terkendali yang tidak dapat ditangkap oleh peta kendali konvensional.

Diagram Demerit pertama kali diperkenalkan oleh Dodge dan Torrey pada tahun 1956 sebagai sistem pembobotan yang mengintegrasikan beberapa kelas ketidaksesuaian ke dalam satu indeks tunggal [1]. Cacat yang lebih serius mendapat bobot lebih tinggi sehingga indeks demerit yang dihasilkan lebih mencerminkan kondisi kualitas sesungguhnya. Penelitian oleh Piter dkk. [3] pada produksi Teh Botol Sosro KPB Ungaran mengkonfirmasi bahwa Diagram Demerit mampu mengidentifikasi periode tidak terkendali secara statistik dan menentukan jenis cacat yang paling mendominasi secara simultan.

## 2. METHOD

### 2.1 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik (*Statistical Quality Control*, SQC) adalah penggunaan metode statistika untuk mengawasi dan mengendalikan suatu proses produksi agar produk yang dihasilkan senantiasa memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Menurut Montgomery [1], SQC mencakup tiga komponen utama: peta kendali untuk pemantauan proses secara real-time, analisis kemampuan proses untuk mengevaluasi kapabilitas jangka panjang, dan penerimaan sampel untuk inspeksi produk akhir. Penerapan SQC secara konsisten terbukti mampu menekan biaya kualitas dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

### 2.2 Peta Kendali Atribut

Peta kendali atribut digunakan untuk memantau karakteristik kualitas yang dinyatakan dalam bentuk kategorik, seperti proporsi item cacat atau banyaknya ketidaksesuaian per unit. Terdapat beberapa jenis peta kendali atribut yang lazim digunakan, di antaranya peta *p* (proporsi ketidaksesuaian), peta *np* (jumlah

ketidaksesuaian), peta c (jumlah cacat per unit dengan ukuran sampel tetap), dan peta u (jumlah cacat per unit dengan ukuran sampel bervariasi) [1]. Peta kendali u menjadi basis pengembangan Diagram Demerit karena kemampuannya menangani ukuran subgrup yang tidak seragam, sehingga cocok untuk kondisi produksi nyata di industri manufaktur.

### 2.3 Diagram Demerit

Diagram kontrol demerit merupakan pengembangan dari diagram kontrol u yang mendekati kenyataan kecacatan dalam suatu produk dengan cara memberikan bobot pada tipe-tipe kecacatan yang terjadi. Diagram kontrol demerit dikenalkan oleh H.F Dodge yang bekerja di Bell Laboratorium. Salah satu pola cacat atau kerusakan adalah sebagai berikut : Kelas A- Kritis: Suatu kecacatan sangat serius yang akan menghasilkan kondisi tidak aman ketika digunakan. Kelas B-Mayor: Suatu kecacatan serius yang menyebabkan kegagalan dalam menggunakan dalam menggunakan produk. Kelas C Minor: Suatu kecacatan yang tidak mempengaruhi kegunaan dari produk. Jurnal ku[4] mengimplementasikan Diagram Demerit pada produksi Air Minum Dalam Kemasan di PT TIW dan mendapati bahwa metode ini mampu menggambarkan kondisi proses secara lebih komprehensif dibandingkan peta kendali atribut konvensional, karena informasi keparahan cacat turut terakomodasi dalam satu ukuran ringkasan. Selain itu, [5] mengembangkan peta kendali demerit untuk data yang mengandung autokorelasi dengan pendekatan Moving Centerline Demerit dan Moving Range, memperluas cakupan aplikasi metode ini pada kondisi data yang lebih kompleks di lapangan

### 2.4 Data

Data yang digunakan adalah data cacat produksi manufaktur yang bersumber dari platform Kaggle dengan judul *Manufacturing Defects* yang diunggah oleh [5] . Dataset ini memuat 1.000 catatan cacat produksi selama periode Januari hingga Juni 2024 dengan enam subgrup bulanan. Kolom yang digunakan mencakup: (1) *defect\_date* sebagai penanda periode subgrup; (2) *product\_id* untuk menghitung jumlah unit yang diinspeksi per periode; dan (3) *severity* yang memuat tiga kategori kelas keparahan, yaitu *Critical*, *Moderate*, dan *Minor*.

### 2.5 Diagram Demerit

Diagram Demerit merupakan pengembangan dari peta kendali u yang dirancang untuk menangani kondisi di mana terdapat beberapa kelas ketidaksesuaian dengan tingkat keparahan berbeda. Menurut [1], klasifikasi standar kelas cacat beserta bobotnya adalah: Kelas A (*Very Serious/Critical*) dengan bobot 100; Kelas B (*Serious/Major*) dengan bobot 50; Kelas C (*Moderately Serious/Minor*) dengan bobot 10; dan Kelas D (*Not Serious/Incidental*) dengan bobot 1. Pada penelitian ini digunakan tiga kelas dengan pemetaan: *Critical* → Kelas A (bobot 100), *Moderate* → Kelas B (bobot 50), dan *Minor* → Kelas C (bobot 10).

#### Formulasi Diagram Demerit

Langkah-langkah perhitungan Diagram Demerit mengacu pada Montgomery [2] sebagai berikut.

Langkah 1 : Menghitung rata-rata jumlah ketidaksesuaian per unit untuk setiap kelas j:

$$\bar{u}_j = \sum c_{ji} / \sum n_i \dots\dots\dots (1)$$

Langkah 2 : Menghitung total demerit (D<sub>i</sub>) dan indeks demerit per unit (u<sub>i</sub>) untuk setiap subgrup i:

$$D_i = w_1c_{1i} + w_2c_{2i} + w_3c_{3i} \dots\dots\dots (2)$$

$$u_i = D_i / n_i \dots\dots\dots (3)$$

Langkah 3 : Menghitung garis tengah (Center Line/CL):

$$\bar{u} = w_1\bar{u}_1 + w_2\bar{u}_2 + w_3\bar{u}_3 \dots\dots\dots (4)$$

Langkah 4: Menghitung standar deviasi dan batas kendali:

$$\sigma_u = \sqrt{[(w_1^2\bar{u}_1 + w_2^2\bar{u}_2 + w_3^2\bar{u}_3) / n_i]} \dots\dots\dots (5)$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sigma_u, LCL = \bar{u} - 3\sigma_u \text{ (minimum = 0)} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:  $c_{ji}$  = jumlah ketidaksesuaian kelas j pada subgrup i;  $n_i$  = jumlah unit yang diinspeksi pada subgrup i;  $w_j$  = bobot kelas j.

## 2.6 Pengolahan Data

Seluruh pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak R versi 4.5.3 [6] dengan paket-paket tambahan meliputi *dplyr* dan *tidyr* untuk manipulasi data, *lubridate* untuk pengolahan tanggal, *ggplot2* untuk visualisasi, serta *openxlsx* untuk ekspor ke format Excel. Data dikelompokkan berdasarkan bulan pengamatan sebagai subgrup, jumlah unit inspeksi dihitung berdasarkan nilai unik *product\_id* per bulan, dan jumlah cacat per kelas dihitung berdasarkan frekuensi masing-masing kategori *severity* per periode.

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 3.1 Statistik Deskriptif Data

Sebelum dilakukan perhitungan Diagram Demerit, terlebih dahulu dilakukan analisis deskriptif terhadap distribusi cacat berdasarkan kelas keparahan. Hasil rekapitulasi disajikan pada [Tabel 1](#).

**Tabel 1.** Statistik Deskriptif Data Cacat Produksi

Kelas Cacat (Demerit)	Bobot (w)	Jumlah Cacat	Persentase (%)
Kelas A – Critical	100	333	33,30
Kelas B – Moderate	50	309	30,90
Kelas C – Minor	10	358	35,80
<b>TOTAL</b>	<b>–</b>	<b>1.000</b>	<b>100,00</b>

Berdasarkan [Tabel 1](#), dari total 1.000 catatan cacat selama Januari hingga Juni 2024, cacat Kelas C (Minor) memiliki proporsi tertinggi sebesar 35,80%, disusul Kelas A (Critical) sebesar 33,30%, dan Kelas B (Moderate) sebesar 30,90%. Meskipun cacat Minor paling sering muncul secara kuantitas, kontribusinya dalam indeks demerit jauh lebih kecil dibandingkan cacat Critical yang memiliki bobot sepuluh kali lebih besar. Hal ini menegaskan keunggulan Diagram Demerit dalam mencerminkan dampak nyata setiap jenis cacat terhadap kualitas produk.

### 3.2 Rekapitulasi Perhitungan Demerit Per Bulan

[Tabel 2](#) menyajikan hasil perhitungan nilai total demerit ( $D_i$ ), indeks demerit per unit ( $u_i$ ), serta batas kendali UCL dan LCL yang bersifat dinamis untuk setiap subgrup bulanan. Catatan:  $c_1$  = Critical,  $c_2$  = Moderate,  $c_3$  = Minor.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Diagram Demerit Per Bulan

Bulan	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	n <sub>i</sub>	D <sub>i</sub>	u <sub>i</sub>	UCL	LCL	Status
Jan 2024	57	48	62	83	12.670	128,43	139,22	76,13	In Control
Feb 2024	47	51	55	81	10.222	102,50	138,45	76,89	In Control
Mar 2024	59	54	63	85	11.530	109,75	139,54	75,80	In Control
Apr 2024	55	52	60	82	10.817	110,65	139,10	76,24	In Control
Mei 2024	58	53	59	89	11.580	97,71	137,68	77,66	In Control
Jun 2024	57	51	59	85	11.070	96,95	138,13	77,21	In Control

Berdasarkan Tabel 2, nilai  $u_i$  tertinggi terjadi pada Januari 2024 sebesar 128,43 dan terendah pada Juni 2024 sebesar 96,95. Seluruh nilai  $u_i$  berada di dalam rentang UCL–LCL, yang berarti tidak ada satu pun periode yang keluar dari batas kendali (*out of control*) selama masa pengamatan. Batas UCL dan LCL bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh variasi jumlah unit inspeksi ( $n_i$ ) antar subgrup, yang merupakan salah satu keunggulan Diagram Demerit dibandingkan peta kendali konvensional berskala tetap. Temuan serupa dilaporkan oleh [4] yang menyimpulkan bahwa Diagram Demerit mampu menggambarkan kondisi proses secara lebih komprehensif dibandingkan peta kendali atribut konvensional.

### 3.3 Parameter Diagram Demerit

Tabel 3 merangkum seluruh parameter Diagram Demerit yang digunakan sebagai dasar penentuan garis kendali.

Tabel 3. Parameter Diagram Demerit

Parameter	Nilai	Keterangan
$\bar{u}_1$ (rata-rata Critical per unit)	3,8941	Total Critical / Total unit inspeksi
$\bar{u}_2$ (rata-rata Moderate per unit)	3,6118	Total Moderate / Total unit inspeksi
$\bar{u}_3$ (rata-rata Minor per unit)	4,1882	Total Minor / Total unit inspeksi
Garis Tengah / CL ( $\bar{u}$ )	107,6706	$100 \times \bar{u}_1 + 50 \times \bar{u}_2 + 10 \times \bar{u}_3$
$\sigma_u$ rata-rata	10,2559	$\sqrt{[(100^2 \bar{u}_1 + 50^2 \bar{u}_2 + 10^2 \bar{u}_3)/n]}$
UCL rata-rata	138,4383	$\bar{u} + 3\sigma_u$
LCL rata-rata	76,9029	$\bar{u} - 3\sigma_u$ (minimum = 0)

Nilai garis tengah CL = 107,6706 diperoleh dari perhitungan berdasarkan Persamaan (4):  $CL = 100 \times 3,8941 + 50 \times 3,6118 + 10 \times 4,1882 = 107,6706$ . Standar deviasi rata-rata  $\sigma_u = 10,2559$  menghasilkan UCL rata-rata = 138,44 dan LCL rata-rata = 76,90. Hasil perhitungan ini sesuai dengan formulasi yang dikemukakan oleh [1]. Menurut [5], peta kendali demerit sangat berguna dalam situasi di mana terdapat berbagai macam tingkat kesalahan, karena memungkinkan perusahaan mengidentifikasi dan mengatasi cacat berdasarkan tingkat dampaknya terhadap kualitas produk.

### 3.4 Visualisasi Diagram Demerit

Gambar 1 menampilkan Diagram Demerit hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak R. Sumbu horizontal menunjukkan periode pengamatan (bulan),

sumbu vertikal menunjukkan indeks demerit per unit ( $u_i$ ). Garis hijau solid merepresentasikan  $CL = 107,67$ , sedangkan garis merah putus-putus atas dan bawah merepresentasikan UCL dan LCL yang bersifat dinamis per bulan.

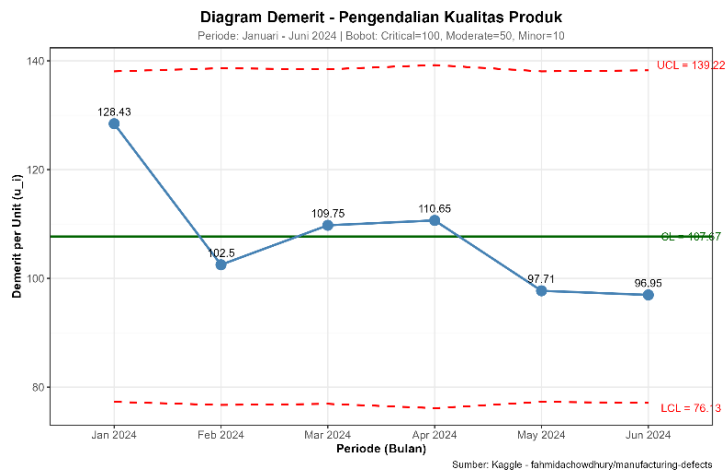


Figure 1. Diagram Demerit Pengendalian Kualitas Produksi Manufaktur, Januari – Juni 2024

#### 4 CONCLUSION

Penelitian ini berhasil menerapkan Diagram Demerit untuk memantau kualitas proses produksi manufaktur berdasarkan 1.000 catatan cacat selama periode Januari hingga Juni 2024. Garis tengah (CL) proses diperoleh sebesar 107,6706 dengan UCL rata-rata 138,44 dan LCL rata-rata 76,90. Seluruh enam titik pengamatan bulanan berada di dalam batas kendali, sehingga disimpulkan bahwa proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Diagram Demerit terbukti lebih informatif dibandingkan peta kendali atribut konvensional karena mengintegrasikan informasi tingkat keparahan cacat melalui sistem pembobotan, menghasilkan indeks yang lebih mencerminkan kondisi kualitas proses secara nyata. Proporsi cacat Critical sebesar 33,30% dari total cacat perlu menjadi fokus perbaikan kualitas mengingat bobotnya yang dominan dalam membentuk nilai indeks demerit. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan data perusahaan yang terverifikasi serta menambahkan analisis pola kendali lanjutan seperti Western Electric Rules guna mendeteksi ketidakterkendali yang tidak teridentifikasi melalui batas tiga sigma saja.

#### Acknowledgments

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pengampu mata kuliah Pengendalian Kualitas Statistik atas bimbingan dan arahan selama proses penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

#### Funding Information

Penulis menyatakan penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan eksternal dari lembaga manapun.

#### Author Contributions Statement

Konseptualisasi: seluruh anggota; metodologi: seluruh anggota; analisis formal: seluruh anggota; investigasi: seluruh anggota; penulisan-draf awal: seluruh anggota; penulisan-revisi dan penyuntingan: seluruh anggota. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir naskah.

Name of Author	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Emily Theresia Silaen	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	
Peggy Mahara Dingga		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓		
Aisyah Novianti	✓		✓	✓			✓			✓	✓		✓	✓
Puji Ananda Sihombing														

C : Conceptualization

M : Methodology

So : Software

Va : Validation

Fo : Formal analysis

I : Investigation

R : Resources

D : Data Curation

O : Writing - Original Draft

E : Writing - Review & Editing

Vi : Visualization

Su : Supervision

P : Project

administration

Fu : Funding acquisition

### Data Availability

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari dataset publik yang tersedia di Kaggle:

<https://www.kaggle.com/datasets/fahmidachowdhury/manufacturing-defects..>

### REFERENCES

- [1] D. C. MONTGOMERY, *Introduction to Statistical Quality Control*, Seventh Ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- [2] N. E. P. R and D. F. Aksioma, "Pengendalian Kualitas Kantong Semen di PT. Industri Kemasan Semen Gresik Menggunakan Peta Kendali Demerit dan Fuzzy Demerit," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [3] F. P. PITER, Y. ASDI, and H. Y. Program, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI DEMERIT PADA KUALITAS PRODUK PT. SINAR SOSRO KPB UNGARAN," *J. Mat. UNAND*, vol. IX, no. 4, pp. 366–372, 2020.
- [4] Gita Suci Ramadhani, Yuciana, and Suparti, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN DIAGRAM KENDALI DEMERIT (Studi Kasus Produksi Air Minum Dalam Kemasan 240 ml di PT TIW)," *J. GAUSSIAN*, vol. 3, no. 4, pp. 401–410, 2014, doi: 10.15797/concom.2019..23.009.
- [5] N. Nasruddin, Erna Tri Herdiani, and Nasrah Sirajang, "Peta Kendali Demerit Untuk Data Autokorelasi (Moving Centerline Demerit dan Moving Range)," *Statistika*, vol. 24, no. 2, pp. 123–134, 2024, doi: 10.29313/statistika.v24i2.3145.

